

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



**Facultad de Ingeniería En Ciencias Aplicadas**

**Carrera en Electricidad**

## **ANÁLISIS DE PÉRDIDAS Y GEORREFERENCIA EN SISTEMAS DE SEMAFORIZACIÓN CONSIDERANDO COSTOS DE ENERGÍA Y POTENCIA**

Trabajo de grado presentado ante la Ilustre Universidad Técnica del Norte  
previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico

Autor:

Antony Xavier Carcelén Ríos

Director:

Ing. Ramiro Mauricio Vásquez Villarruel MSc.

Ibarra – Ecuador

Noviembre 2023



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

#### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### Identificación de la obra

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100419134-0		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Carcelén Ríos Antony Xavier		
<b>DIRECCIÓN:</b>	AV. Rafael Miranda Nicolalde y Venezuela		
<b>EMAIL:</b>	axcarcelenr@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	S/N	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0989648094


DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	Análisis De Pérdidas Y Georreferencia En Sistemas De Semaforización Considerando Costos De Energía Y Potencia.
<b>AUTOR (ES):</b>	Carcelén Ríos Antony Xavier
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	10/11/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero Eléctrico
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Ramiro Mauricio Vásquez Villarruel MSc.

## **Constancia**

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 10 días del mes de 11 de 2023

**EL AUTOR:**

  
.....  
Carcelén Ríos Antony Xavier  
C.I. 100419134-0



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

**Ing. Ramiro Mauricio Vásquez Villarruel MSc.**

## Certificación

Que después de haber examinado el presente trabajo de investigación elaborado por el señor estudiante: Carcelén Ríos Antony Xavier, certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado **“ANÁLISIS DE PÉRDIDAS Y GEORREFERENCIA EN SISTEMAS DE SEMAFORIZACIÓN CONSIDERANDO COSTOS DE ENERGÍA Y POTENCIA.”**. Para la obtención del título de Ingeniero Eléctrico: aprobando la defensa, impresión y empastado.

**Ing. Ramiro Mauricio Vásquez Villarruel MSc.**

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO**

## **Dedicatoria**

Este trabajo de grado es dedicado a mis padres Marta Ríos y Héctor Carcelén por su apoyo, amor y paciencia prestada en esta parte de mi vida, en la que me embarqué hace unos años para cumplir una de mis metas personales que es tener una carrera profesional, por enseñarme a no rendirme en los momentos difíciles a seguir adelante a pesar de todas las dificultades que se presentan en mi vida diaria, a no tener miedo porque dios está siempre conmigo. A mis tíos por acompañarme en este camino, por sus consejos y apoyo, a mi familia por sus palabras de apoyo al seguir mis estudios en estos años.

Finalmente quiero dedicar a una de las personas más importante en mi vida a mi abuelita Margarita Espinoza que, sin su amor, paciencia, cariño no podría haber conseguido esta meta en mi vida, por estar siempre conmigo desde pequeño cuidándome y apoyándome todos los días.

## **Agradecimientos**

Primero agradecer a dios por cada día de vida por la salud y la fuerza prestada para lograr cumplir con una meta más alcanzada en mi vida.

Quiero agradecer al Ingeniero Ramiro Vásquez mi tutor de tesis quien me guio y acompaño a lo largo de la realización de este trabajo de grado, a mí asesor de tesis Análisis De Pérdidas Y Georreferencia En Sistemas De Semaforización Considerando Costos De Energía Y Potencia, a EMELNORTE y a los profesionales que ahí laboran quienes me guiaron en los procesos de adquisición de datos y procesamiento de estos, los cuales fueron el eje principal de mi trabajo de titulación. A todas las personas que directa e indirectamente apoyaron en el proceso y la culminación de esta tesis.

## Tabla de Contenido

Dedicatoria.....	IV
Agradecimientos .....	V
Resumen.....	XIV
Abstract.....	XV
Introducción .....	XVI
Planteamiento del problema.....	XVIII
Problema de Investigación .....	XX
Objetivos.....	XX
Objetivo General.....	XX
Objetivos Específicos.....	XX
Justificación .....	XXI
Alcance .....	XXII
CAPÍTULO 1.....	1
1.1    Regulaciones referentes al sistema de semaforización .....	1
1.1.1    Responsabilidades institucionales, consumidores y usuarios del sistema de semaforización. ....	1
1.1.2    Determinación de la energía consumida por el sistema de semaforización.2	
1.1.2.1    Determinación con Medidor de Energía. ....	2
1.1.2.2    Determinación sin Medidor de Energía. ....	2
1.2    Semáforos. ....	3
1.2.1    Tipos de semáforos .....	4

1.2.1.1	Especificaciones técnicas de los semáforos .....	5
1.2.1.2	Clasificación de semáforos.....	7
1.2.2	Sistemas de semaforización .....	7
1.2.2.1	Elementos del sistema de semaforización inteligente .....	8
1.2.3	Sistema de control de semáforos.....	8
1.2.3.1	Componentes de un sistema de control de tránsito .....	9
1.2.4	Tipos de sistemas de control de semáforos.....	9
1.2.4.1	<i>Sistema de control distribuido</i> .....	10
1.2.4.2	<i>Sistema de control centralizado</i> .....	11
1.2.4.3	Sistema coordinado de semáforos .....	11
1.3	Pérdidas de energía .....	12
1.3.1	Tipos de pérdidas de energía.....	13
1.3.1.1	Pérdidas técnicas .....	13
1.3.1.2	Pérdidas no técnicas. ....	14
Capítulo II	.....	16
2	Estado actual de sistema de semaforización .....	16
2.1	Determinación de área de estudio .....	18
2.2	Subestación Ajaví .....	19
2.2.1	Alimentador Ajavi 2 .....	21
2.3	Analizador Fluke 1744.....	22
2.4	Software ArcGIS.....	24
2.4.1	Ubicaciones de los Sistemas de semaforización del alimentador ajaví 2 .	25
2.4.1.1	Base de datos EMELNORTE.....	26



2.4.1.2	Informacion del inventario de semáforos proporcionada por MOVILDELNOR. ....	27
2.5	Sistemas de Semaforización del alimentador Ajaví 2.....	28
2.5.1	Sistema De Control Del Tráfico Urbano – Adimot .....	36
2.5.2	Régimen de funcionamiento .....	36
2.5.3	Determinacino de energía consumida utilizada por la empresa EMELNORTE. ....	41
2.6	Análisis Bases de datos de los sistemas de semaforización.....	43
	Validación de sistemas de semaforización (Visita de campo):.....	42
2.7	Cálculo de energía consumida por EMELNORTE.....	45
2.8	Recolección de datos.....	46
2.8.1	Ubicación de Reguladores de Trafico.....	46
2.8.2	Instalación de los analizadores 1744.....	47
2.8.3	Datos del consumo de energía de la empresa distribuidora EMELNORTE (Actualizado).....	49
2.9	Estimación del consumo de energía del sistema de semaforización Ajaví 2.....	54
2.9.1	Cálculo del valor estimado del consumo real de energía del sistema de semaforización .....	54
Capitulo 3	.....	58
3	Análisis de energía consumido por el sistema de semaforización alimentador Ajaví 2 ...	58
3.1	Determinar los costos económicos del sistema de semaforización .....	58
3.2	Identificación de equipos y sistemas de consumo .....	59
3.2.1	Elementos del Sistema de semaforización Actual .....	59

3.2.2	Perfil de carga del sistema de semaforización .....	61
3.3	Comparación del Consumo de Energía sistema de semaforización Actual y el resultado del estudio. ....	64
3.4	Pérdidas no técnicas ocasionadas por los sistemas de semaforización.....	65
3.4.1	Pérdidas no técnicas mensuales en el sistema de semaforizacion alimentador Ajaví 2.....	65
3.4.2	Pérdidas no técnicas anuales en el sistema de semaforizacion alimentador Ajaví 269	
3.4.3	Causas de las pérdidas no técnicas en el sistema de semaforización.....	71
3.5	Análisis de costos del sistema de semaforización.....	72
3.6	Desarrollo de estrategia de mejora.....	73
	Formulario de conexión de acometida Sistema de semaforización .....	74
	Conclusiones.....	76
	Recomendaciones .....	77
	Referencias.....	78
	Anexos 1 .....	81
	Anexo 2.....	86
	Anexos 3 .....	89
	Anexos 4 .....	89
	Anexos 5 .....	91
	Anexo 6.....	93
	Anexo 7.....	96
	Anexo 8.....	103

## Indicé de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Estructura del Semáforo</i> .....	3
<b>Figura 2</b> Características Adicionales de Semáforos Vehiculares .....	6
<b>Figura 3</b> Clasificación de los semáforos .....	7
<b>Figura 4</b> Sistema de Control Distribuido .....	10
<b>Figura 5</b> Sistema de Control Centralizado.....	11
<b>Figura 6</b> Pérdidas de Energía en el Sistema eléctrico.....	12
<b>Figura 7</b> <i>Pérdidas no Técnicas de Energía</i> .....	14
<b>Figura 8</b> Ubicación Subestación Ajaví (información obtenida de la base de datos de EMELNORTE).....	19
<b>Figura 9</b> Zona de alimentación de la subestación Ajaví (información obtenida de la base de datos de EMELNORTE).....	20
<b>Figura 10</b> Semáforos alimentados por el alimentador Ajaví 2 (información obtenida de la base de datos de EMELNORTE).....	21
<b>Figura 11</b> Analizador Fluke 1744 .....	22
<b>Figura 12</b> Analizador Fluke 1748 .....	22
<b>Figura 13</b> <i>Regulador de Tráfico Urbano – MFU3000</i> .....	29
<b>Figura 14</b> Regulador de Tráfico Urbano - MFU3000.....	31
<b>Figura 15</b> Semáforo Vehicular.....	31
<b>Figura 16</b> Semáforo Peatonal.....	32
<b>Figura 17</b> Semáforo Direccional.....	33
<b>Figura 18</b> PLCs .....	34

<b>Figura 19</b> Características técnicas del PLCs (acorde a especificaciones técnicas).....	34
<b>Figura 20</b> Secuencia Sistema de SemafORIZACIÓN Vehicular .....	38
<b>Figura 21</b> Secuencia Semáforo Peatonal .....	38
<b>Figura 22</b> Tiempos generales .....	40
<b>Figura 23</b> Conexión Regulador Fluke 1744.....	48
<b>Figura 24</b> Comparativa de Elementos Analizados vs Semáforos totales.....	54
<b>Figura 25</b> Comparativa de resultados base de datos ArcGIS (EMELNORTE) vs Calculo con datos de la base de datos (EMELNORTE) Actualizado .....	57
<b>Figura 26</b> Comparativa de resultados base de datos ArcGIS (EMELNORTE) vs Calculo a partir de los datos obtenidos con los Analizadores .....	57
<b>Figura 27</b> Perfil de Carga calle Eusebio Borrero - Calle Chica Narváez .....	61
<b>Figura 28</b> Perfil de Carga Av. Jaime Rivadeneira -Av. Mariano Costa .....	62
<b>Figura 29</b> Perfil de Carga Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres .....	62
<b>Figura 30</b> Perfil de Carga Av. Jaime Rivadeneira - Juan de Dios Navas .....	63
<b>Figura 31</b> Perfil de Carga calle Pedro Moncayo- Calle Pedro Rodríguez (Luis Cabezas Borja) .....	63
<b>Figura 32</b> Comparación Consumo Actual, Consumo Calculado con la ecuación (1) acorde a regulación No 006/20 (actualizado) y Consumo estimado con el uso de Analizadores.	64
<b>Figura 33</b> Porcentaje de Pérdidas en el Alimentador Ajaví 2.....	66
<b>Figura 34</b> Comparativa contribución del SAPG al consumo del Alimentador Ajaví 2 aguas abajo.....	67
<b>Figura 35</b> Comparativa contribución del sistema de semaforización al consumo de energía del SPAG (Base de datos).....	68

<b>Figura 36</b> Contribución del sistema de semaforización al consumo de energía del SPAG(Actualizado) .....	69
<b>Figura 37</b> Comparativa consumo de energía anual calculado por la empresa distribuidora EMELNORTE vs consumo de energía anual calculada con analizadores .....	70
<b>Figura 38</b> Porcentaje de Pérdidas anuales en el sistema de semaforización alimentador Ajaví 2.....	70

### Indicé de Cuadros

<b>Tabla 1</b> Características técnicas de los semáforos .....	5
<b>Tabla 2</b> Características Analizador Fluke 1744 .....	23
<b>Tabla 3</b> Elementos Instalados en una Intersección (acorde a especificaciones técnicas). 25	
<b>Tabla 4</b> Tabla Parcial de la Ubicación de Semáforos en el Alimentador Ajaví 2 (información obtenida de la base de datos de EMELNORTE).....	26
<b>Tabla 5</b> Tabla Resumen de Semáforos Alimentador Ajaví 2.....	27
<b>Tabla 6</b> .....	27
<b>Tabla 7</b> Ficha técnica Regulador de Tráfico Urbano - MFU3000 .....	30
<b>Tabla 8</b> Extracto de Inventario comparativo de los sistemas de semaforización alimentador Ajaví 2.....	41
<b>Tabla 9</b> Tabla Resumen Comparación de MOVILDELNOR y EMELNORTE.....	42
<b>Tabla 10</b> Extracto de Validación de Ubicaciones y Tipos de Semáforos Instalados en el Alimentador Ajaví 2 .....	43
<b>Tabla 11</b> Resumen de la validación de datos.....	44
<b>Tabla 12</b> Semáforos Alimentador Ajaví 2 EMELNORTE .....	45

<b>Tabla 13</b> Facturación del sistema de semaforización.....	46
<b>Tabla 14</b> Numero de semáforos controlados por reguladores de Trafico .....	47
<b>Tabla 15</b> Resultados Analizador 1: Calle Eusebio Borrero y Calle Chica Narvaez .....	49
<b>Tabla 16</b> Numero de Semáforos Controlados Por el Regulador de Trafico 1 .....	49
<b>Tabla 17</b> Resultados Analizador 2: Av. Jaime Rivadeneira -Av. Mariano Costa.....	50
<b>Tabla 18</b> Resultados Analizador 3: Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres .....	51
<b>Tabla 19</b> Numero de Semáforos Controlados Por el Regulador de Trafico 3 .....	51
<b>Tabla 20</b> Numero de Semáforos Controlados Por el Regulador de Trafico 4 .....	52
<b>Tabla 21</b> Regulador de tráfico 4 Av. Jaime Rivadeneira - Juan de Dios Navas .....	52
<b>Tabla 22</b> Regulador de tráfico 5 Calle Pedro Moncayo- Calle Pedro Rodríguez (Luis Cabezas Borja).....	53
<b>Tabla 23</b> Numero de Semáforos Controlados Por el Regulador de Trafico 5 .....	53
<b>Tabla 24</b> Resultados finales .....	55
<b>Tabla 25</b> Comparativa de resultados base de datos ArcGIS (EMELNORTE) vs Levantamiento.....	60
<b>Tabla 26</b> kWh/mes Estimados de Analizadores.....	60
<b>Tabla 27</b> Ubicación Semáforos Alimentador Ajaví 2(ArcGIS, EMELNORTE).....	81
<b>Tabla 28</b> Inventario Comparativo De Los Sistemas De Semaforización Alimentador Ajaví 2.....	89
<b>Tabla 29</b> Validación de Ubicaciones y Tipos de Semáforos Instalados en el Alimentador Ajaví.....	89
<b>Tabla 30</b> Régimen de Funcionamiento Entre Semana .....	91
<b>Tabla 31</b> Régimen de funcionamiento Fin de Semana .....	92

## Resumen

El objetivo del presente trabajo de grado es analizar las pérdidas no técnicas de energía en sistemas de semaforización, considerando los costos de energía y potencia, esto se logrará mediante el levantamiento y actualización de información para asegurar el cumplimiento de la regulación Nro. ARCERNNR 006/20. Según esta regulación, las empresas distribuidoras deben mantener una base de datos actualizada del sistema de semaforización y mantener una medición mensual del consumo de energía, si no es posible se debe calcular el consumo de energía acorde a lo establecido en la regulación ya mencionada. La metodología utilizada fue el levantamiento en campo y posterior se utilizó un método comparativo con las bases de información existente entre las bases de datos de la empresa distribuidora EMELNORTE y la empresa MOVILDELNOR para la identificación de elementos no registrados, con la intención de obtener una cifra que represente el porcentaje de información no registrada en la base de datos de la empresa distribuidora EMELNORTE, se procedió a la instalación de medidores Fluke, con el propósito de obtener el consumo de energía en los sistemas de semaforización que permitió poder calcular un estimado del consumo de energía real mensual del sistema de semaforización. Los resultados reflejaron una desactualización del 64% de la base datos, junto con un consumo de energía no considerado del 60% identificado como pérdidas no técnicas de energía. La desactualizada presente en las bases de datos del sistema de semaforización compromete la capacidad de efectuar un cálculo preciso del consumo de energía. la actualización y la adopción de una metodología apropiada permitirá calcular adecuadamente el consumo de energía del sistema de semaforización, conforme a los lineamientos establecidos en la regulación Nro. ARCERNNR 006/20 denominada “Prestación del servicio del alumbrado público”.

Palabras claves: Pérdidas no técnicas, semáforo, sistema de semaforización, regulación ARCERNNR, EMELNORTE.

### **Abstract**

The objective of the present degree work is to analyze no-technical energy losses in traffic light system, considering energy costs and power consumption. This is achieved by collecting and updating information for compliance with regulation Nro. ARCERNNR 006/20. According to this regulation, distribution companies are required to maintain an updated database for the traffic light system and conduct monthly measurement of energy consumption. If this is not feasible, an estimation of energy consumption should be calculated in accordance with the provisions of the mentioned earlier regulation. The methodology used was the field survey and later was used the application of a comparative method with the information bases existent between the databases of the distribution company EMELNORTE and the company MOVILDELNOR, for the identification of unregistered elements with the objective of obtain a quantity what represents the percentage of outdated in the database of the distribution company EMELNORTE, if I realize a field survey and installation of fluke meters, with purpose of calculating the energy consumption of the traffic light system the results reflected a 64% outdated database, along with an unconsidered 60% of energy consumption identified as no technical energy losses. The outdated presence in the database of the traffic light system compromises the ability to make an accurate calculation of consumption. The updating and adoption of an appropriate methodology will allow the energy consumption of the traffic light system to be properly calculated, in accordance with the guidelines set out in the regulation Nro. ARCERNNR 006/20 called “Provision of public lighting service”.



Keywords: losses no-technical, traffic light, traffic light system, regulation ARCERNNR EMELNORTE.

## **Introducción**

El Ministerio de Energía y Minas ha aumentado los esfuerzos para implementar herramientas y aplicativos para un análisis técnico en los sistemas de distribución de las empresas distribuidoras para lograr actualizar los valores de pérdidas actuales de los sistemas de iluminación y semaforización que se encuentran en las regulaciones y normas, las empresas distribuidoras han encontrado que estas pérdidas afectan los estudios de flujo haciendo que estos no converjan y al mismo tiempo no exista una distribución de cargas adecuada en los alimentadores(Ayala et al., 2020).

El Ministerio de Energía y Minas estableció normas que serán cumplidas por las empresas distribuidoras, sin embargo, las empresas distribuidoras usan criterios distintos establecidos en la regulación Nro. ARCERNNR 006/20 para el cálculo de la energía suministrada a los SAPG sin medición, utilizando valores aproximados de consumo de potencia, tiempos de encendido y apagado de los elementos del sistema, sin tomar en cuenta el régimen de funcionamiento de los elementos durante el día, la falta de información en sus registros del tipo de semáforos y potencias, se refleja en las pérdidas técnicas registradas en la empresa distribuidora (Ayala et al., 2020).

Regulación Nro. ARCERNNR 006/20 (2020), dice que “La Policía Nacional y/o autoridad de tránsito competente como responsable del sistema de semaforización y seguridad ciudadana, previo a la instalación de los sistemas de semaforización y seguridad ciudadana, coordinar con las empresas eléctricas distribuidoras, la provisión del servicio de energía eléctrica. Construir, operar y mantener los sistemas de semaforización y de seguridad ciudadana. Reportar a las empresas

eléctricas distribuidoras, los planos eléctricos geo-referenciados, diagramas eléctricos, especificaciones técnicas y número de sistemas de semaforización y seguridad ciudadana” (p.9).

Las pérdidas en los sistemas de semaforización son principalmente causadas por qué no existe una medición de los consumos de energía, lo que resulta contraproducente para la empresa EMELNORTE, de acuerdo con la regulación Nro. ARCERNNR 006/20 la Policía Nacional y/o con la Autoridad de Transporte Competente deben entregar a la Empresa Distribuidora las coordenadas de ubicación, características técnicas, número de semáforos y equipos instalados y coordinar la instalación de equipos de control y el suministro eléctrico. La energía consumida por el sistema de semaforización es estimada o medida, en el caso de tener la posibilidad de no ser medida por causas técnicas o económicas, estas serán calculadas considerando el tiempo de funcionamiento de los equipos en función de sus características técnicas, equipos adicionales, tipo de iluminación y funcionamiento (resolución\_nro.\_arcernnr-029-2020-signed.pdf, s. f.).

El sistema de semaforización son poco vigilados ya que son colocados por la agencia nacional de tránsito, la falta de comunicación entre las empresas ocasiona que se instalen los sistemas de semaforización sin la debida entrega de diseños, estudios, características técnicas a la empresa de distribución de energía eléctrica, la instalación y construcción de estos sistemas se dan sin la previa aprobación y coordinación con la empresa de esta modificación, con esta información la empresa puede determinar la energía para el consumo de estas y así saber determinar las pérdidas que existe en este sistema(Cornejo, s. f.,2021).

EMELNORTE presenta pérdidas de energía en un 10.03% a diciembre del 2021, este valor está dentro de los límites establecidos por el Ministerio de energía y minas, en este porcentaje se incluyen las pérdidas de energía en el sistema de Alumbrado público en general que incluyen

dentro de estos las pérdidas del sistema de semaforización. (Informe rendición de cuentas 2021.pdf, s. f.).

### **Planteamiento del problema**

En la ciudad de Ibarra los últimos años ha aumentado el número de vehículos, de agosto del año 2021 en comparación a agosto del 2022 se ve un aumento de 13.652 vehículos nuevos, este incremento representa un 30.9% según la asociación de empresas automotrices del Ecuador, con ello la seguridad vehicular es muy importante por lo que se han instalado más semáforos para precautelar la seguridad de peatones y conductores, los semáforos nuevos instalados representan una nueva demanda de energía eléctrica que se deberá abastecer. Entidades como la Policía Nacional, autoridades de tránsito y Ministerio de Transporte y obras públicas son las encargadas de realizar estudios, diseños. Estos estudios y diseños deben ser entregados a la Empresa de distribución eléctrica EMELNORTE para su aprobación, luego de ser aprobados pueden ser construidos e implementados los nuevos sistemas de semaforización.

Acorde a la regulación Nro. ARCERNNR 006/20 denominada “Prestación del servicio del alumbrado público” señala que el suministro de energía para el sistema de semaforización deberá ser proporcionada por la empresa EMELNORTE.

MOVILDELNOR es la Empresa encargada del sistema de semaforización en la ciudad de Ibarra, en ocasiones realiza estudios y diseños de nuevos sistemas de semaforización y posteriormente construye y/o implementa estos sistemas, los estudios y diseños de los nuevos sistemas de semaforización no son entregados a EMELNORTE para su aprobación en cumplimiento a la regulación Nro. ARCERNNR 006/20 que señala que la Empresa distribuidora de energía debe revisar y aprobar los diseños y estudios del sistema de semaforización, debido a

esto surge el problema de que no estén registrados los semáforos, consumos de energía, características técnicas en la Empresa EMELNORTE debido a esto su base de datos no está actualizada. La información de los semáforos es importante para determinar la demanda de energía en este sistema, su potencia, consumo de energía, ubicación geográfica, elementos adicionales de control y si mantienen un equipo de medición para el registro de consumo de energía, esto no ha permitido a la empresa determinar las pérdidas totales de energía y cumplir con las normas establecidas en la regulación Nro. ARCERNNR 006/20 denominada “Prestación del servicio del alumbrado público” capítulo 2 Competencias Institucionales que señala que las empresas distribuidoras deben tener bases de datos actualizadas de los elementos que conforman el sistema de semaforización y equipos de seguridad cada uno de estos deben estar georreferenciadas en el sistema de información geográfica, medir y registrar mensualmente el consumo de energía de los elementos que conforman el sistema de semaforización, en caso de que no pueda ser medida por causas técnicas y/o económicas, esta se debe calcular.

La empresa EMELNORTE calcula la energía consumida por el sistema de semaforización acorde a lo establecido en la regulación Nro. ARCERNNR 006/20 artículo 12 “Determinación de la energía de Alumbrado Público” que establece como debe ser calculado el consumo de energía sin medidor, esta señala que la empresa EMELNORTE debe considerar los tiempos en que el sistema esté en funcionamiento, es decir permanezca encendido, las características del tipo de semáforo, luminaria, equipos adicionales y su régimen de operación.

El número de sistemas de semaforización alimentados por la subestación Ajaví es desconocido debido a lo anteriormente descrito, al no conocer el número de semáforos se desconoce sus características, lo que afecta el cálculo del consumo de energía. La Empresa

EMELNORTE al no tener un valor exacto de la energía consumida y contar con solo un valor estimado del consumo de energía del sistema, no permite calcular y determinar el valor real de pérdidas de energía en el sistema de semaforización.

### **Problema de Investigación**

¿Cómo evaluar las pérdidas en el sistema de semaforización en la empresa EMELNORTE?

### **Objetivos**

#### **Objetivo General**

- Realizar un análisis de pérdidas en sistemas de semaforización considerando, los costos de energía y potencia mediante el levantamiento y actualización de información para el cumplimiento de la normativa.

#### **Objetivos Específicos**

- Describir el sistema de semaforización para determinación de las características técnicas y tipos de semáforos utilizados, tipos de control y las normas.
- Diagnosticar los semáforos que se encuentran dentro de la zona de estudio para el registro de los consumos de energía y potencia.
- Analizar los datos obtenidos del sistema de semaforización para la determinación de las pérdidas totales en el sistema de semaforización.

## **Justificación**

El sistema de semaforización está en constante crecimiento para mejorar la movilidad vehicular en la ciudad y precautelar la seguridad de peatones y conductores, los nuevos semáforos representan una nueva carga al sistema de semaforización que debe ser suministrada por la Empresa distribuidora de energía EMELNORTE, con el tiempo se han instalado semáforos sin la previa aprobación de la Empresa EMELNORTE incumpliendo las normativas establecidas en la resolución Nro. ARCERNNR 029-2020, regulación Nro. ARCERNNR 006/20 capítulo 3 competencias institucionales artículo 5 esta regulación estipula que se deben entregar diseños y estudios a la empresa distribuidora de energía para su aprobación previo a la instalación del sistema de semaforización, medir y registrar el consumo de energía, tener registrado la ubicación, mantener una base de datos actualizada del sistema semaforización y equipos adicionales de seguridad en él (SIG) sistema de información Geográfica. Actualmente, no se mantiene una medición y registro del sistema de semaforización y equipos adicionales incumpliendo la regulación ARCERNNR 006-20.

La empresa EMELNORTE para el cobro del consumo de energía suministrada al sistema de semaforización calcula acorde a lo establecido a la regulación ARCERNNR 006-20, calcula la energía consumida con base en el tiempo que los equipos brinden dicho servicio, tipo de iluminación, y el régimen de funcionamiento para obtener el consumo de energía, este valor no es el real por el motivo que hay diferentes tipos de semáforos como los peatonales, vehiculares con diferentes consumos de energía que no permite tener un valor aproximado al real, la validación de la información existente en EMELNORTE y MOVILDELNOR permitirá conocer la potencia y registrar el consumo de energía que permitirá calcular el valor real de los consumos y determinar

las pérdidas totales en el sistema de semaforización(resolución\_nro.\_arcernnr-029-2020-signed.pdf, s. f.).

La información de las características técnicas como potencia, ubicación de semáforos en el área de estudio proporcionada por la empresa EMELNORTE y MOVILDELNOR permitirá saber qué tipos de semáforos, potencia y régimen de funcionamiento tienen los semáforos, en la zona de alimentación del alimentador Ajaví 2, mediante una visita de campo se identificará y validará semáforos que no estén dentro de la base de datos que consumen energía afectando el balance energético, los consumos que no son contabilizadas son consideradas pérdidas de energía. El análisis de pérdidas en la Empresa EMELNORTE permitirá determinar las pérdidas totales del sistema de semaforización en el alimentador Ajaví 2 en estudio para el debido cumplimiento de la regulación Nro. ARCERNNR 006/20.

### **Alcance**

Este proyecto está orientado a realizar un análisis de pérdidas en la zona del alimentador Ajaví 2, a partir de la información técnica del sistema de semaforización existente en la empresa EMELNORTE y MOVILDELNOR. La información de los semáforos proporcionada por MOVILDELNOR que es la entidad encargada del sistema de semaforización, será comparada con los datos de la información disponible en las bases de datos de EMELNORTE.

Con la finalidad de validar la información de las bases de datos se realizarán un levantamiento en campo, para el levantamiento se utilizará la georreferenciación existente en las bases de datos, el levantamiento en campo se realizará con la finalidad de identificar el tipo de

semáforo instalado, estos pueden ser semáforos peatonales, para bicicletas, direccionales que se encuentran en funcionamiento y elementos adicionales de control que conforman el sistema de semaforización, con la finalidad de evaluar los parámetros técnicos que se encuentran en las bases de datos.

En el caso de Identificar semáforos que no están en las bases de datos permitirá realizar la medición para registrar la energía consumida que no son consideradas por la empresa EMELNORTE los semáforos que no constan en la base de datos afectan al balance energético de la empresa, con los datos obtenidos permitirá estimar las pérdidas totales del sistema de semaforización que pertenece al alimentador Ajaví 2 que se analizará, además. Se elaborará un registro que se entregará a MOVILDELNOR, encargada del sistema de semaforización donde se deberá adjuntar las características del sistema de semaforización como potencia, voltaje de funcionamiento, ubicación geográfica, características técnicas de los elementos de seguridad adicionales con el objetivo de mantener la base de datos actualizada cumpliendo con la resolución Nro. ARCERNNR 029/2020 en su apartado correspondiente a la regulación Nro. ARCERNNR 06/20 capítulo 2 artículo 5.



# CAPÍTULO 1

## Descripción del sistema de semaforización y Normativas

### 1.1 Regulaciones referentes al sistema de semaforización

La agencia de regulación y control de energía y recursos no renovables (ARCERNNR) es la entidad encargada de regular, fiscalizar, controlar y auditar actividades que involucren los recursos energéticos y naturales no renovables en el Ecuador.

La ARCERNNR emitió la regulación Nro. ARCERNNR – 006/20 llamada “Prestación de Servicios de Alumbrado Público General”, esta regulación tiene como objetivo “Normar las condiciones técnicas y comerciales que permitan a las empresas eléctricas distribuidoras proporcionar el servicio de alumbrado público general con calidad y eficiencia” (*resolución\_nro.\_arcernnr-029-2020*, 2020, p. 7).

Esta establece responsabilidades que deben ser cumplidas por las empresas eléctricas distribuidoras, consumidores finales regulados y no regulados, los gobiernos autónomos, Policía Nacional o Autoridades responsables del sistema de semaforización, Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

#### ***1.1.1 Responsabilidades institucionales, consumidores y usuarios del sistema de semaforización.***

Las Empresas Distribuidoras prestarán el servicio de suministro de energía eléctrica a los sistemas de semaforización y sistemas de seguridad, estas deberán mantener una base de datos actualizada de semáforos, equipos y elementos de seguridad en el sistema de información geográfico (SIG). Revisar y aprobar los estudios y diseños del sistema de semaforización, deberán solicitar las coordenadas de ubicación, especificaciones técnicas, número de semáforos y equipos instalados y, además, garantizar el suministro de energía para las infraestructuras del sistema de

semaforización y seguridad ciudadana (*Regulación Y Control – Agencia de Regulación Y Control de Energía Y Recursos Naturales No Renovables, 2020*).

La Policía Nacional y/o Autoridades de Tránsito competente, en la ciudad de Ibarra el responsable de este servicio es MOVILDELNOR, le corresponde la instalación de nuevos sistemas de semaforización y seguridad ciudadana, éste debe coordinar con la empresa distribuidora el suministro de la energía eléctrica para este servicio, reportar los planos eléctricos previamente referenciados, diagramas eléctricos, especificaciones eléctricas y técnicas, número de semáforos del sistema y sistema de seguridad ciudadana (*Regulación Y Control – Agencia de Regulación Y Control de Energía Y Recursos Naturales No Renovables, 2020*).

### ***1.1.2 Determinación de la energía consumida por el sistema de semaforización.***

#### **1.1.2.1 Determinación con Medidor de Energía.**

En el caso de que el sistema de semaforización pueda ser medido, el consumo de energía será determinado con el medidor. Los costos y provisión de medidores para las mediciones serán asumidas por la empresa eléctrica distribuidora, estos serán de uso exclusivo para el registro de consumo de energía, en caso de la instalación de otro tipo de medidores (TC, Trafomix, TP) la instalación y costos serán asumidos por el patrocinador de la obra (*Regulación Y Control – Agencia de Regulación Y Control de Energía Y Recursos Naturales No Renovables, 2020*).

#### **1.1.2.2 Determinación sin Medidor de Energía.**

Los sistemas de semaforización, que no pueden ser medidos por razones económicas y/o técnicas, se deberá determinar mensualmente mediante la base de información SIG, considerando la carga total del número de luminarias por tipo, instaladas en el alimentador, multiplicadas por el factor de utilización, el número de horas del mes efectivas, el tiempo que los equipos brinden el

servicio, es decir, permanezcan encendidos, las características de cada tipo de luminaria, equipos asociados y su sistema de funcionamiento típico.

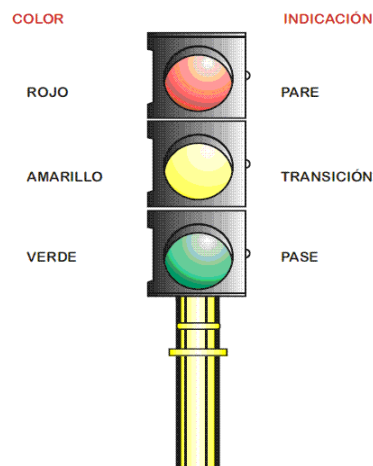
La energía consumida del sistema de semaforización se deberá sumarse junto con otros valores como la energía medida y estimada por el alumbrado público en general en el alimentador principal y alumbrado ornamental intervenido (*Regulación Y Control – Agencia de Regulación Y Control de Energía Y Recursos Naturales No Renovables, 2020*).

## 1.2 Semáforos.

Los semáforos son dispositivos diseñados para controlar el flujo de vehículos, peatones, bicicletas en una intersección o avenida de una manera ordenada y regulada, precautelando la seguridad. Compuesto de tres señales luminosas con los colores rojo, amarillo y verde estos son complementados, con un sistema de advertencia acústica. El conjunto de estos se conoce como sistema de semaforización en la **Figura 1** se observa el semáforo (Santiago, 2019)

### Figura 1

#### *Estructura del Semáforo*



*Nota.* Adaptada de gráfico *El semáforo*, 360 minutos  
, 2023 (<http://360minutos.blogspot.com/2010/11/el-semaforo.html>).

El semáforo es de vital importancia e influencia en el control vehicular y seguridad, cada color tiene su significado como se muestra en la figura 4, Debido al enorme impacto de los semáforos sobre el flujo vehicular, la elección del semáforo adecuado se debe realizar mediante un previo estudio debido a que existen diferentes semáforos para diferentes objetivos según el sitio y flujo vehicular (Osorio, 2018).

### **1.2.1 Tipos de semáforos**

**Semáforos vehiculares:** Controlan y regulan el tránsito de vehículos en vías e intersecciones, este se compone por tres módulos de luces: rojo, amarillo y verde. Se clasifican en dos, los semáforos de tiempos predeterminados o fijos y los semáforos activados por el tráfico o accionados (parcial o totalmente accionados) (RTE INEN 004 - Parte 5, 2012).

**Semáforos Peatonales:** Controlan y regulan el paso de peatones, este se compone por dos módulos de luces: rojo y verde, suelen estar sincronizados con los semáforos vehiculares (RTE INEN 004 - Parte 5, 2012).

**Semáforos Bici rutas:** Controlan y regulan el paso de bicicletas en ciclovías, este se compone por dos módulos de luces: rojo y verde (*solutraffic,2020*).

**Semáforos direccionales:** Controlan e indican el momento indicado para ejecutar un giro, ya sea derecha o izquierda, consta de módulos led en forma de flecha, los colores pueden ser rojos, amarillos y verde (RTE INEN 004 - Parte 5, 2012).

**Semáforos inteligentes:** Es aquel semáforo que detecta el aumento o disminución de flujo vehicular a través de sensores, y en función de parámetros ya establecidos, modifica el tiempo de paso y/o detección (Carlos, 2017).

**Semáforos contadores:** Es un elemento adicional a los semáforos vehiculares, su función es realizar la cuenta regresiva para que los peatones circulen con seguridad, su sistema es

automático y se va ajustando conforme va realizando la lectura del cruce lo que graba en una memoria (*solutraffic,2020*).

### 1.2.1.1 Especificaciones técnicas de los semáforos

Los semáforos están compuestos por módulos led, la potencia de cada modelo depende del color y el tamaño, el consumo de energía depende del régimen de funcionamiento del semáforo (*Ayala&Cueva,2015*).

En la **Tabla 1**

Características técnicas de los semáforos se muestran las potencias consumidas por los módulos led del semáforo, cada módulo consume una potencia diferente según el color que este tenga puede ir desde 7w hasta 10w, en estos valores no se toman en cuenta los consumos de energía del sistema de control.

**Tabla 1**

*Características técnicas de los semáforos*

	Semáforo vehicular	Semáforos Peatonales	Semáforos Bici rutas	Semáforos direccionales	Semáforos contadores
Voltaje de operación	AC 85V/265V 12 / 24 VDC.	AC85V/265V 12 / 24 VDC.	AC85V/265V 12 / 24 VDC.	AC85V/265V 12 / 24 VDC.	AC85/265V
Frecuencia	50 /60 HZ	50 /60 HZ	50 /60 HZ	50 /60 HZ	, 50/60 Hz
Distorsión armónica total (THD)	15%	15%	15%	15%	15%
Consumo Módulos led (Amarillo, Verde, Rojo)	8W - 10W	7W – 10W	7W – 10W	7W – 10W	< 10 W
Factor de potencia	> 0.92	> 0.92	> 0.92	> 0.92	> 0.92

*Nota. Equipos de semaforización - soluttraffic, (2020)*

En semáforos vehiculares dependiendo del diámetro del módulo led y el número de leds dentro del módulo se puede tener diferentes potencias como se observa en la figura.

**Figura 2**

*Características Adicionales de Semáforos Vehiculares*

No. de Leds	Diámetro	Color	Int. Luminosa	Longitud de Onda	Distancia de visión	Angulo de visión	Consumo en Watts	T° Operación
61	200 mm	Rojo	≥ 400Cd	620 - 630 nm	≥ 300 mts	↓ 30° ↔ 30°	≤ 7 W	-40° / +80°
		Amarillo	600Cd	590 - 594 nm				
		Verde	600Cd	503 - 508 nm				
90	200 mm	Rojo	≥ 400Cd	625 - 630 nm	≥ 300 mts	↓ 30° ↔ 30°	≤ 9 W	-40° / +80°
		Amarillo	≥ 600Cd	585 - 590 nm				
		Verde	≥ 600Cd	503 - 508 nm				
168	300 mm	Rojo	≥ 400Cd	620 - 630 nm	≥ 500 mts	↓ 30° ↔ 30°	≤ 15 W	-40° / +80°
		Amarillo	≥ 800Cd	590 - 590 nm				
		Verde	≥ 800Cd	503 - 508 nm				

*Nota. Tomada de gráfico Módulos de trabajo, SOLUTRAFFIC,2020(Equipos de semaforización - soluttraffic).*

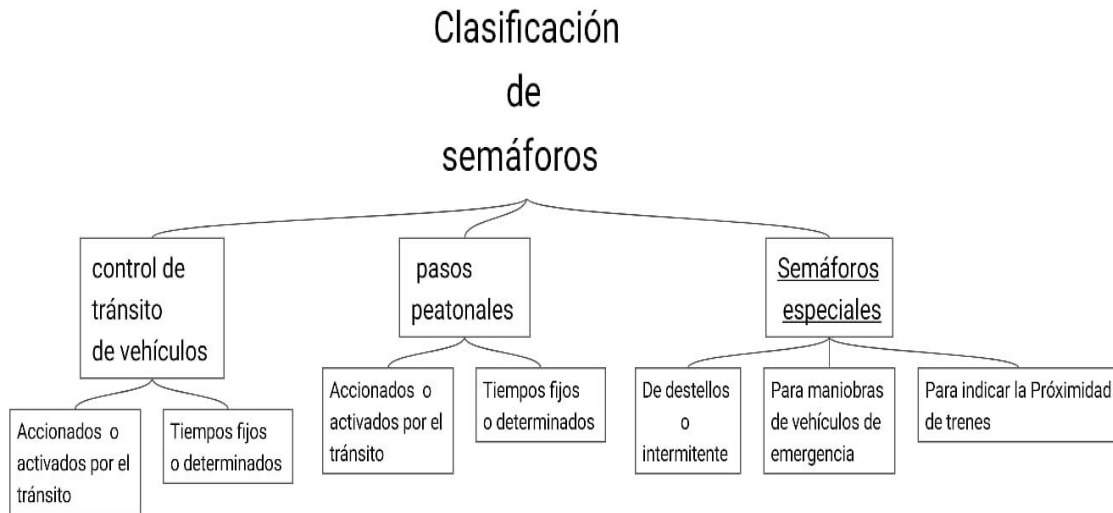
Los semáforos tienen una vida útil aproximadamente de 7.000 horas, considerando que se utilicen las 24 horas seguidas del día y el régimen de funcionamiento donde los módulos led no están encendidas todo el tiempo, los módulos led podrían funcionar 12 meses (Ayala, 2015).

A continuación, en la **Figura 3** se observa la clasificación de los semáforos.

### 1.2.1.2 Clasificación de semáforos

Figura 3

*Clasificación de los semáforos*



*Nota.* Adaptada de gráfico *Clasificación de semáforos*, Hurtado, 2018 (Implementación de un sistema automatizado para el control de semáforos Inteligentes).

### 1.2.2 Sistemas de semaforización

Es el sistema que regula los tiempos de uno o más semáforos de acuerdo con las condiciones reales de tráfico de forma automática. En los sistemas de semaforización hay diferentes tipos destinados al control automático del sistema, estos consisten en señales de tráfico, red de ordenadores, coordinación aplicada a través de diferentes técnicas basándose en tiempos e interconexión con cables.

Los sistemas de control son cada vez más inteligentes, según Martínez Anoroza (2017) “son capaces de tomar decisiones considerando diferentes parámetros de entrada como: Flujo de vehículos, Velocidades medias e Identificación de calles, entre otros”.

### **1.2.2.1 Elementos del sistema de semaforización inteligente**

**Sensor de movimiento:** Equipo electrónico que se activa con movimientos físicos. Son generalmente utilizados en sistemas de seguridad (Gomes, 2019).

**Sensor de tráfico U-FLOW:** Sensor que detecta el flujo vehicular en tiempo real, velocidad y ocupación de vehículos que circulan por el carril o vía, los clasifica por velocidad y tamaño (Gomes, 2019).

**RFID:** Sistema que capta y guarda la información proporcionada por los tags o transponder, el objetivo principal de este equipo es identificar y transmitir la ubicación del objeto empleando radiofrecuencia, este utiliza antenas para recibir y enviar información (Gomes, 2019).

**Control inalámbrico de semáforos inteligentes:** Controla el flujo vehicular junto con los semáforos, estos contienen la programación del régimen de funcionamiento, horarios, planes (Gomes, 2019).

**Antenas receptoras y transmisoras:** Permiten transmitir y receptar señales de radio (Gomes, 2019).

**Repetidoras de frecuencia:** Se encarga de transportar señales al centro de control para procesarlas (Gomes, 2019).

### **1.2.3 Sistema de control de semáforos**

Coordina las acciones de los semáforos individuales para conseguir operaciones objetivas en la red de tráfico. Los sistemas de control consisten en señales de tráfico de intersecciones, esta red de comunicaciones junta las señales, y un procesador o red de computadores gestiona el sistema, este se coordina de diferentes formas y técnicas, incluyendo interconexión con cables y



base de tiempo. Proporciona una conexión a un sistema de tráfico que entrega señales en tiempo real a los conductores, características para mejorar el flujo vehicular, acceso al control de la intersección para operaciones y mantenimiento (Giovanny & Ricardo, 2014).

### **1.2.3.1 Componentes de un sistema de control de tránsito**

Los sistemas de control de tránsito se componen por:

**Control semafórico:** Este centro contiene equipos que realiza la conexión entre el semáforo y el equipo de control de la intersección, tiene equipos y paneles del sector que realizan el monitoreo y control de las vías e intersecciones, el objetivo de este es verificar el funcionamiento de los semáforos y proporciona la programación necesaria para los elementos de control.

**Control local:** Equipo que controla los semáforos en intersecciones y vías, su programación depende de la tecnología utilizada, estos pueden ser diodos, controladores, microcontroladores, estos equipos funcionan con energía que se le suministra por una acometida eléctrica.

**Acometida eléctrica:** La función principal es suministrar energía a los elementos de control y semáforos, en el caso en que los elementos de control y semáforos pierdan el suministro de energía, estos se quedarán sin energía.

**Semáforos:** La función principal es mostrar las indicaciones(señales).

**Cámaras de tráfico:** Son utilizadas para monitorizar de manera constante el tráfico vehicular en las ciudades, estas permiten controlar el tráfico en tiempo real y son fuente de información de tráfico para las entidades encargadas del control de tránsito. Pueden ser radares y/o cámaras (Gómez, 2019).

### **1.2.4 Tipos de sistemas de control de semáforos**

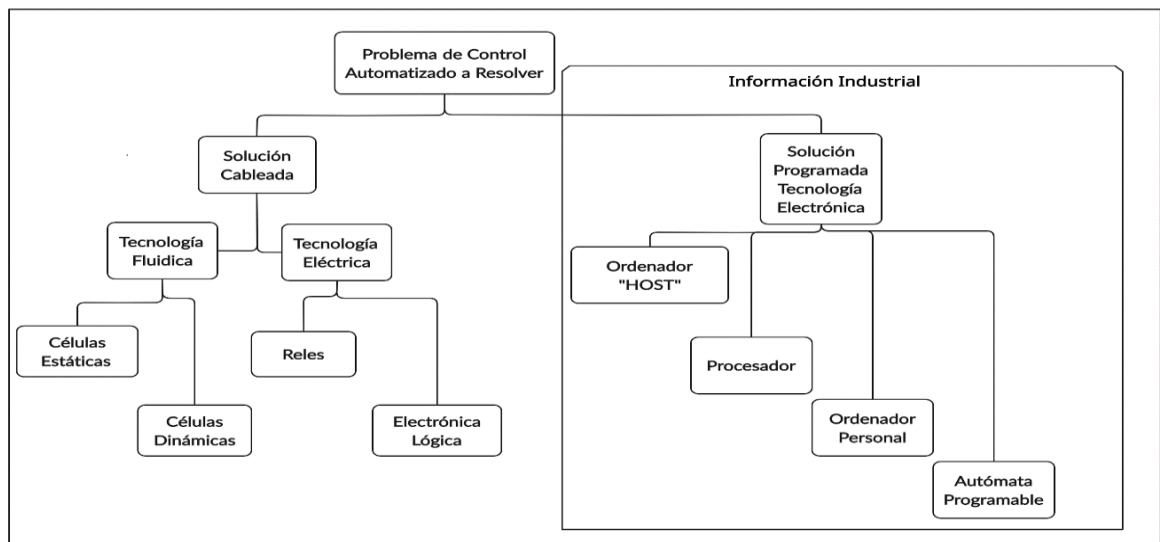
Es el sistema que recibe variables de entrada y sus respuestas son de acuerdo con las acciones de estas, se denominan variables salidas, a continuación, se numeran algunas de ellas.

### 1.2.4.1 Sistema de control distribuido

Son los sistemas donde el controlador de intersecciones es responsable de controlar de forma manual o remota de un equipo, controla las decisiones en la intersección. Estos sistemas pueden ser circuitos, ya sean grandes o pequeños, permite mantener una comunicación entre una red y un panel de control local en tiempo no real como en la Ethernet y una red en tiempo real cuya función es ser un controlador de red de área. Este sistema utiliza variables de control distribuido compuesto para controlar múltiples elementos, de este modo este sistema puede implementarse en diversos ambientes, como se observa en la **Figura 4** (Giovanny & Ricardo, 2014).

**Figura 4**

*Sistema de Control Distribuido*



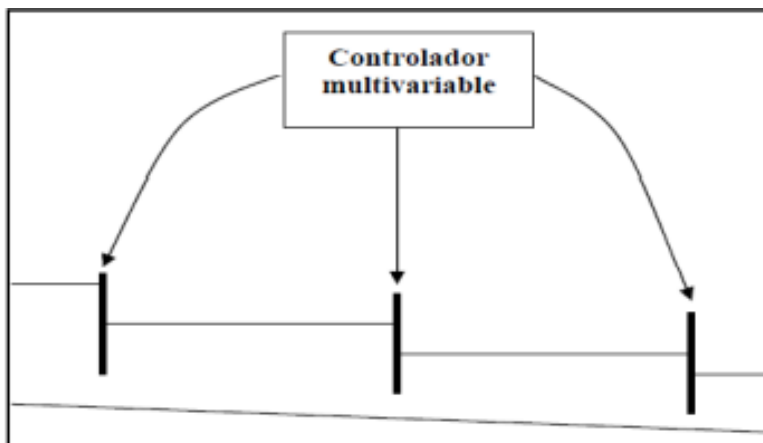
*Nota.* Adaptado de gráfico Sistema de control Distribuido, Giovanny & Ricardo ,2014(“Diseño E Implementación De Semáforos En Lugares Estratégicos Y Vulnerables Del Cantón La Maná, Provincia De Cotopaxi).

#### 1.2.4.2 Sistema de control centralizado

En este sistema las decisiones las toma un ordenador central que toma el control y dirige las acciones individuales de los controladores, realiza y establece los cálculos necesarios para producir salidas, se envían a los actuadores finales. Cada intersección requiere un controlador estándar y una unidad de interfaz, no ejecuta funciones de software. Este sistema depende de redes de comunicación estable, ordenadores estables, debido a que la comunicación se actúa en tiempo real al igual que los comandos de control, proporciona una respuesta en tiempos mínimos de la vigilancia, se puede observar en la **Figura 5** (Giovanny & Ricardo, 2014).

#### Figura 5

*Sistema de Control Centralizado*



*Nota.* Adaptado de gráfico Sistema de control Distribuido, Giovanny & Ricardo ,2014(“Diseño E Implementación De Semáforos En Lugares Estratégicos Y Vulnerables Del Cantón La Maná, Provincia De Cotopaxi).

#### 1.2.4.3 Sistema coordinado de semáforos

Es aquel sistema que no tiene interconexiones físicas a los controladores en tiempo base, los mismos funcionan como relojes precisos que son programados para responder a diferentes

situaciones de acuerdo con la hora del día, estos sistemas coordinados se conforman de un grupo de equipos de señalización muy precisos interconectados por instrumentos, número de desfase y el reparto de tiempo, Este actúa como el controlador maestro, coordina el tiempo para los controladores adicionales del sistema (Giovanny & Ricardo, 2014).

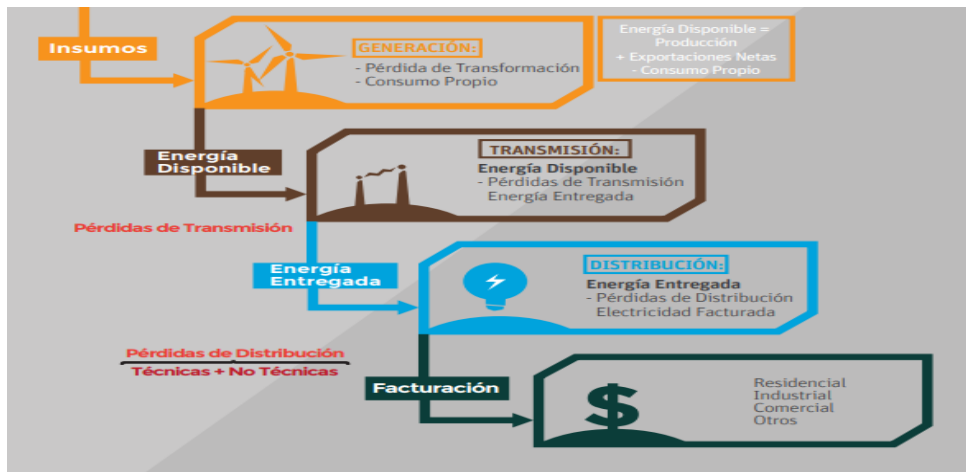
### 1.3 Pérdidas de energía

Las pérdidas de energía son inherentes a los procesos normales que se dan dentro del sistema eléctrico, estos se dan en todos los procesos, desde que se genera la energía hasta llegar a los consumidores finales, las etapas del sistema son generación, transformación, transmisión, transformación, distribución, tal como se observa en la

**Figura 6** (Reasco, 2019).

**Figura 6**

*Pérdidas de Energía en el Sistema eléctrico*



*Nota.* Adaptada de gráfico *Pérdidas en el flujo del sistema eléctrico*, de Raúl Jiménez. et al, 2014 (Electricidad perdida Dimensionando las pérdidas de electricidad en los sistemas de transmisión y distribución en América Latina y el Caribe).

Las pérdidas son equivalentes a la diferencia de la energía adquirida por la empresa distribuidora o la energía que entra al sistema y la energía que es entregada o facturada, este valor es una componente importante en la medición de la eficiencia técnica del sistema, las pérdidas en el transporte son una medida de la eficiencia técnica correspondiente al sistema, mientras que las pérdidas vinculadas a factores no técnicos se relacionan a la eficacia operativa de la infraestructura en transmisión y distribución (Guamán & Sigüenza, 2023).

### ***1.3.1 Tipos de pérdidas de energía.***

Se divide en dos categorías: el primer tipo son las pérdidas técnicas que se presentan en todos los elementos del sistema eléctrico, mientras que el segundo tipo son las pérdidas no técnicas que se refiere a la energía eléctrica no pagada o no facturada.

#### **1.3.1.1 Pérdidas técnicas**

Se dan en el sistema eléctrico por diferentes fenómenos físico al realizar el transporte de energía, estos son inevitables y se dan de forma natural, las pérdidas son la energía desaprovechada o disipada en los equipos, líneas de transmisión y distribución (Ayala,2020).

Generalmente, es manifestada en forma de calor provocada por el aumento de la temperatura en los conductores o máquinas instaladas en la red. Esta es disipada por el aire y no es aprovechada por el sistema eléctrico, se pueden clasificar dos tipos de pérdidas, las pérdidas técnicas fijas y las pérdidas técnicas variables (Munguía, 2018).

***Pérdidas técnicas fijas.*** Se dan al energizar las líneas de transmisión y/o transformadores, estas pérdidas se presentan mediante ruido y calor, principalmente por corrientes parasitas o histéresis, las pérdidas fijas son proporcionales al voltaje de la línea e independientes al flujo de potencia, no son afectadas por la carga que fluye en el sistema, dependen de la calidad de la línea de transmisión (Andrés, 2019).

**Pérdidas técnicas variables.** Son las pérdidas que se dan debido al flujo de potencia en líneas de transmisión y transformadores, estas pérdidas se relacionan a la impedancia de línea, resistencia de contacto y pérdidas por efecto joule, son directamente relacionadas con la demanda (Munguía, 2018).

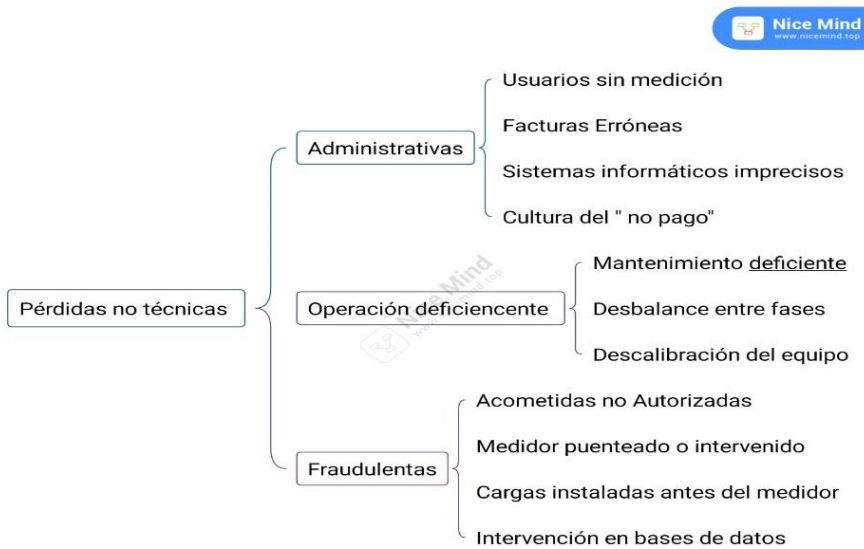
### 1.3.1.2 Pérdidas no técnicas.

Se dan principalmente por factores externos al sistema eléctrico, como la energía suministrada a los consumidores finales que no es facturada o pagada, los consumos no medidos, los medidores defectuosos, las lecturas erróneas y en el caso los robos de energía como se muestra en la

**Figura 7** los diferentes tipos de pérdidas no técnicas (Freire, 2019).

**Figura 7**

*Pérdidas no Técnicas de Energía*



*Nota.* Clasificación de las pérdidas no técnicas.

Las pérdidas no técnicas se atribuyen a diferentes factores y causas como:

- a) Robo de energía eléctrica: Realizada por los usuarios finales alterando los instrumentos de medición o realizando conexiones directamente a la red antes del medidor.
- b) Errores de Administrativas: Son las que tienen que ver con errores de medición o contabilización de la energía eléctrica consumida por sistemas auxiliares como el sistema de alumbrado público, transformadores, subestaciones, entre otras.
- c) Acometidas sin medidor: Clientes de las empresas eléctricas distribuidoras que no cuentan con un medidor a este tipo de clientes, la energía consumida facturada es estimada.
- d) Clientes sin contrato: Son los usuarios que tienen una conexión a la red sin tener un contrato ni medidor, los usuarios que se conectan después de haber sido desconectados de la red por falta de pago que luego de un tiempo se conectan de nuevo a la red sin previa aprobación.
- e) Irregularidad en la facturación: Causa pérdidas económicas directas a la empresa
- f) Electricidad no contabilizada: dentro de estas se incluyen las señales de tránsito, semaforización, suministro a zonas de bajos ingresos, asentamientos informales.
- g) Errores de medición, se dan por medidores en mal estado o por errores al tomar las lecturas por parte del personal de las Empresas eléctricas de distribución.
- h) Falta de pago: Este tipo de pérdidas causa pérdidas económicas directas a la empresa, es principalmente causada por el consumidor.

Los consumos de energía no medidos por las empresas eléctricas de distribución son calculadas o estimados, lo que indica un consumo mayor al que realmente se está consumiendo, esta situación es traducida a pérdidas financieras directas para la empresa eléctrica (Carrasco, 2021)

## Capítulo II

### 2 Estado actual de sistema de semaforización

En el capítulo actual se analizó la información técnica del estado actual del sistema de semaforización, alimentado por la subestación Ajaví, se realizó la recolección de dos bases de datos con información técnica del sistema de semaforización, la información fue proporcionada por EMELNORTE y MOVILDELNOR, se utilizó el software ArcGIS con la información de EMELNORTE de los cuales se obtuvo los siguientes datos la ubicación, tipo de semáforo, número de semáforos y voltaje de los dispositivos pertenecientes al sistema de semaforización en las diferentes ubicaciones de la zona que alimenta el alimentador Ajaví 2, al igual MOVILDELNOR proporciono información del sistema de semaforización de la cual se obtuvo los siguientes datos la ubicación, tipo de semáforo, número de semáforos, esto permitió validar la información de las dos empresas.

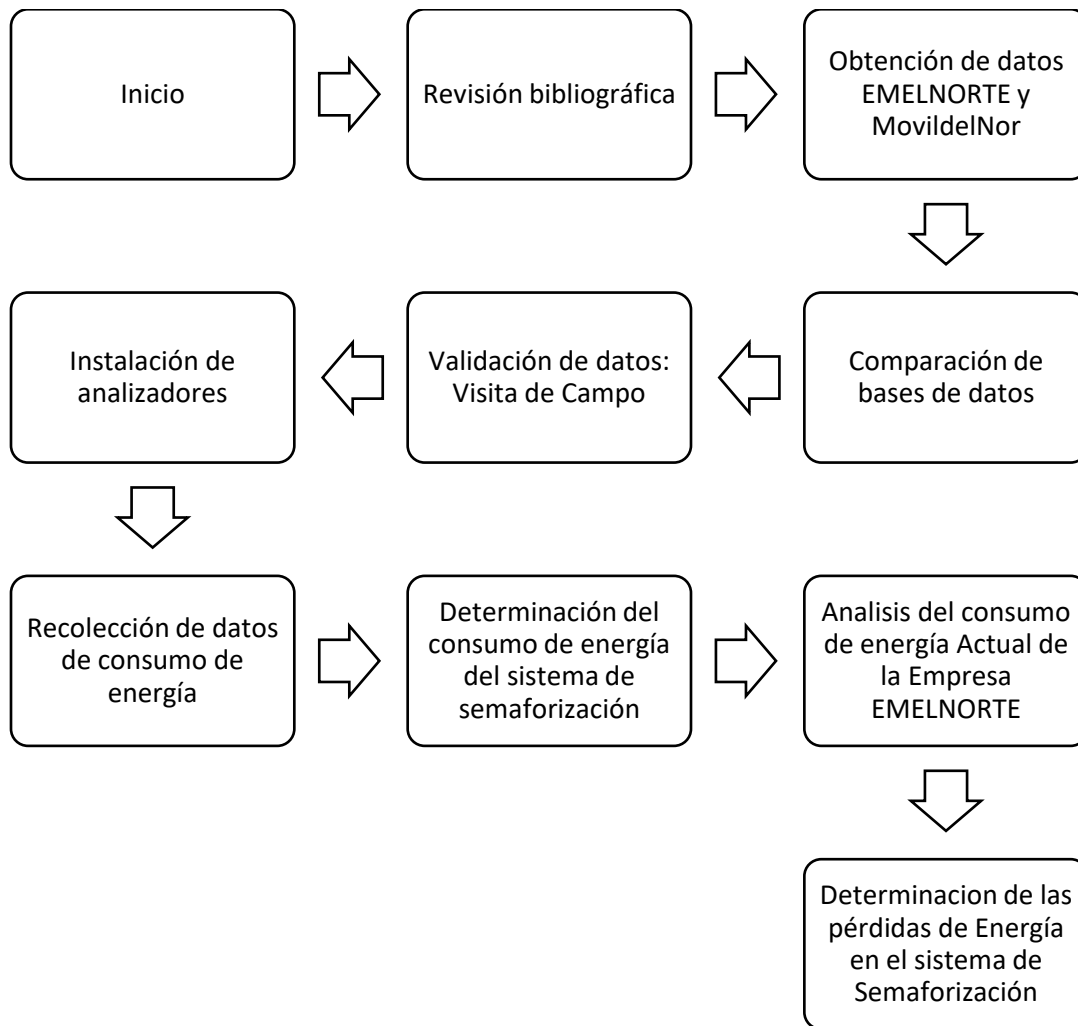
La validación se realizó comparando las dos bases de datos para encontrar el número de semáforos instalados en el alimentador Ajaví 2 de la Empresa de distribución EMELNORTE, así como los tipos que se encuentren instalados, sistemas de control y semáforos que no estén constando en la información recolectada de EMELNORTE, A partir de estos resultados se realizó una constatación o validación a través de una visita de campo en cada ubicación de los semáforos para tener un número real de los semáforos instalados en la zona que alimenta el alimentador Ajaví 2.

Una vez realizado la validación se procedió a realizar la recolección de datos de consumo de energía de un grupo de semáforos, utilizando analizadores Fluke para recolectar los datos de consumo de energía en un periodo de 7 días. Esto me permitirá conocer el consumo de los



semáforos instalados en el alimentador Ajaví 2. Una vez obtenidos los consumos de energía de los semáforos instalados se procedió a calcular con el número de semáforos que constan en la base de datos de EMELNORTE el consumo de energía actual que se está teniendo en el alimentador Ajaví 2.

A partir de los datos obtenidos se analizará tanto el consumo de calculado actual por la empresa distribuidora EMELNORTE y los datos de consumo de energía por los analizadores para la estimación del consumo de energía a partir de estos, se determinará las pérdidas de energía, adicional se propondrá un formulario para la actualización de la base de datos en cumplimiento a la regulación 002/06. En la siguiente figura se muestra por medio de un diagrama de bloques los pasos a ejecutar para lograr el objetivo del capítulo.



## 2.1 Determinación de área de estudio

El análisis se realizó en el alimentador 2 de la subestación Ajaví 2, en este alimentador se analizará los sistemas de semaforización que están siendo alimentados por el alimentador, en las siguientes secciones se podrá observar el tramo de media y bajo voltaje que se estudió para realizar el análisis.

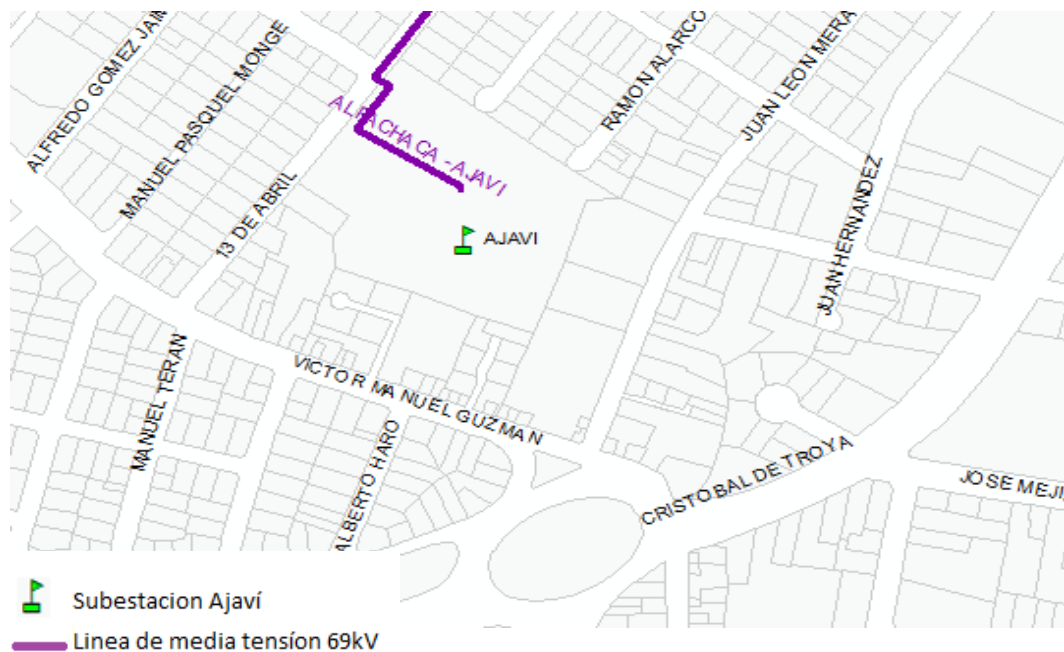
## 2.2 Subestación Ajaví

El análisis de pérdidas en el sistema de semaforización se realizará en uno de los alimentadores de la subestación Ajaví, específicamente en el alimentador 2. La subestación está ubicada en el barrio Ajaví grande de la Ciudad de Ibarra, en las calles Av. 13 de abril y Víctor Manuel Guzmán.

La subestación está compuesta por un transformador de potencia reductor de 69/13.8 kV, en conexión Dyn1, con una potencia de 10/12,5 MVA, en la salida de bajo voltaje tiene instalado cinco alimentadores primarios, que se denominan J1, J2, J3, J4, J5 a un voltaje de 13,8kV. En la **Figura 8** y **Figura 9** se puede observar el sector en el que se encuentra ubicado la subestación ajaví, la misma que está compuesto por 5 alimentadores

### Figura 8

*Ubicación Subestación Ajaví (información obtenida de la base de datos de EMELNORTE).*



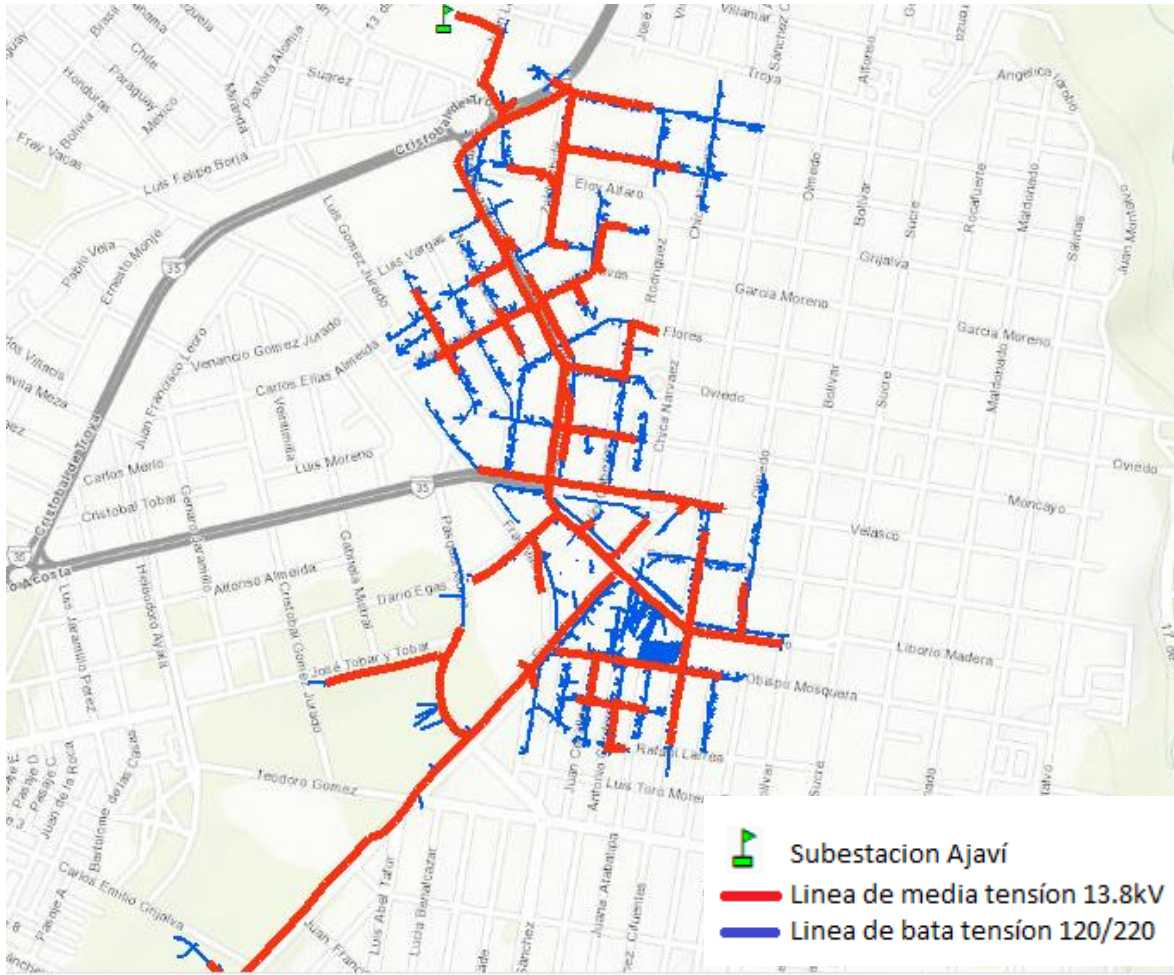
*Nota: Ubicación de la subestación Ajaví calles Av. 13 de abril y Víctor Manuel Guzmán.*

Fuente(EMELNORTE).

En la **Figura 9** se muestra el circuito del alimentador 2 en la subestación Ajaví.

### Figura 9

*Zona de alimentación de la subestación Ajaví (información obtenida de la base de datos de EMELNORTE).*



*Nota: se muestra de color rojo el tramo de medio voltaje y Azul el tramo de bajo voltaje.*

Fuente(EMELNORTE).

### 2.2.1 Alimentador Ajavi 2

El alimentador Ajavi 2 es uno de los 5 alimentadores que constituyen la subestación Ajaví esta alimenta a un gran sector de la ciudad de Ibarra. En la **Figura 10** se muestra el diagrama unifilar del alimentador Ajavi 2 donde se define la troncal principal aérea y la ubicación de los sistemas de semaforización que están energizados por el alimentador, información obtenida de la base de datos de EMELNORTE.

**Figura 10**

*Semáforos alimentados por el alimentador Ajavi 2 (información obtenida de la base de datos de EMELNORTE).*



*Nota.* La Ubicación de los sistema de semaforización correspondientes al alimentador Ajavi 2.

Fuente(EMELNORTE).

### 2.3 Analizador Fluke 1744

**Figura 11**

*Analizador Fluke 1744*



**Figura 12**

*Analizador Fluke 1748*



Es un dispositivo electrónico usado constantemente para el análisis y solucionar diferentes problemas relacionados con la calidad eléctrica. Permite obtener parámetros básicos: voltaje, corriente, potencia (activa, reactiva y aparente), factor de potencia, energía, medida de armónicos de voltaje y corrientes (hasta 50 grados de desequilibrio), eventos de voltaje, transmitir señales y ver los datos de manera gráfica o numérica para luego ser registrados y compartidos (Fluke, 2023).

Su capacidad de registrar al mismo tiempo 500 factores durante un periodo de 85 días detectando y guardando eventos dentro de este periodo de tiempo. La manera de visualizar toda la información que este registra es proporcionada por el mismo equipo cuyo nombre es el PQ Log que está incluido en el equipo, este equipo tiene garantía de dos años bajo las condiciones indicadas en el manual (Fluke, 2023).

**Tabla 2**

*Características Analizador Fluke 1744*

Condiciones de uso	
	50Hz, 60Hz
Condiciones de referencia	Secuencia de fase: f1, f2, f3 Intervalo de medición: 10 minutos Alimentación: 88V-265V
Medición de voltaje y corriente	Entrada VI P-N: máx. 480 V AC
Voltaje de alimentación	Entrada VI P-P: máx. 830 V AC Voltaje máx. sobrecarga 1,2 VI Conexión: P-P O P-N una o tres fases

---

	Voltaje nominal: $\leq 999\text{kV}$
Entrada de corriente para pinzas (dependiendo de la corriente se tiene diferentes pinzas dependiendo de la carga)	Rango de entrada II L1 o A, L2 o B, L3 o C, N: 15 A/150 A/ 1500 A 3000 A CA Rango de medidas: 0,75 A – 3000 A CA Conexión: Tres fases, tres fases +neutro, dos fases L1 o A y L3 o C (método medida 2 W), conector de 7 polos

---

Su protección es IP65 bajo la norma EN 60529

Sus principales aplicaciones son: Análisis de perturbaciones, Verificación de la calidad de energía, estudio de calidad eléctrica, estudios de carga, evaluación de la calidad y potencia de energía eléctrica (Fluke, 2023).

## 2.4 Software ArcGIS

ArcGIS es un programa que permite realizar diferentes actividades como recopilar, administrar, analizar, distribuir y compartir información de la geográfica de un determinado lugar. Este software es usado por empresas eléctricas para el análisis y gestión de sus activos, presenta varias características como las siguientes:

- Permite el acceso a información de la red con plataformas geoespaciales
- Permite tener un inventario de la red con la localización de cada activo e instalación
- Permite añadir la ubicación a todos los datos y maximiza los activos



### 2.4.1 Ubicaciones de los Sistemas de semaforización del alimentador ajaví 2

En el alimentador ajaví 2 están registrados sistemas de semaforización, estos están constituidos por:

- A) Un regulador de tráfico urbano que constituye el sistema de control completo.
- B) Semáforos vehiculares.
- C) Semáforos peatonales.
- D) Semáforos direccionales.

En la **Tabla 3** se detalla los equipos que se encuentran instalados en una intersección típica de un sistema de semaforización alimentado por el alimentador ajaví 2, esta cambia de acuerdo a la intersección donde esté conectado el sistema de semaforización y el flujo de vehículos de la intersección. Estos semáforos son instalados previo a la realización de un estudio hecho por la empresa MOVILDELNOR.

**Tabla 3**

*Elementos Instalados en una Intersección (acorde a especificaciones técnicas).*

Elementos instalados en las intersecciones	Regulador de tráfico MFU3000 marca SICE industria europea (española)
Grupos que maneja el regulador	12 grupos
Alimentación	110 V
Fases que maneja el Regulador	Fase 1 Av. Mariano Acosta Fase 2 flecha de giro Fase 3 calle Gabriela Mistral
Número de Cabezales Peatonales	8
Número Báculos troncocónicos	4
Número Columnas vehiculares	4
Número Columnas peatonales	4
Número Cabezales con flechas de giro	2
Número Cabezales semafóricos vehiculares de 1/300 2/200	4

En la **Tabla 4** se muestra los semáforos instalados en el alimentador Ajaví 2, en la que se detalla las horas de funcionamiento y el tipo de semáforo instalado, como se puede observar en la Ubicación se detalla tres o cuatro por intersección estos son parte del mismo sistema de semaforización, además se detalla el puesto del transformador al que están conectados.

#### 2.4.1.1 Base de datos EMELNORTE

La **Tabla 4** presentada es un extracto de la tabla general, misma que se encuentra en el ANEXO 1, **Tabla 31**.

#### Tabla 4

*Tabla Parcial de la Ubicación de Semáforos en el Alimentador Ajaví 2 (información obtenida de la base de datos de EMELNORTE).*

No.	Alimentador	Ubicación	PUESTO. TRANSFDISTOB JECTID	HORASFU NC1	Fase Conexión	Tipo de Semáforo
1	ALIM-AJAVÍ 2	Mejía y Chica Narvárez	20880	24	BC	Vehicular
2	ALIM-AJAVÍ 2	Mejía y Chica Narvárez	20880	24	BC	Vehicular
3	ALIM-AJAVÍ 2	Mejía y Chica Narvárez	20880	24	BC	Vehicular
4	ALIM-AJAVÍ 2	Mejía y Chica Narvárez	20880	24	BC	Vehicular
5	ALIM-AJAVÍ 2	Borrero y Rodríguez	29781	24	BC	Vehicular
6	ALIM-AJAVÍ 2	Borrero y Rodríguez	29781	24	BC	Vehicular
7	ALIM-AJAVÍ 2	Borrero y Rodríguez	29781	24	BC	Vehicular
8	ALIM-AJAVÍ 2	Borrero y Rodríguez	29781	24	BC	Vehicular
9	ALIM-AJAVÍ 2	Borrero y Rodríguez	29781	24	BC	Vehicular
10	ALIM-AJAVÍ 2	Borrero y Rodríguez	29781	24	BC	Vehicular

11	ALIM-AJAVÍ 2	Borrero y Chica Narváez	20880	24	BC	Vehicular
12	ALIM- AJAVÍ 2	Borrero y Chica Narváez	20880	24	BC	Vehicular

*Nota.* En la **Tabla 5** se muestra un resumen de datos del alimentador Ajaví 2, según información que reposa en la base de datos de EMELNORTE.

### Tabla 5

*Tabla Resumen de Semáforos Alimentador Ajaví 2.*

Número de Semáforos Vehicular	138
Cámara de Vigilancia	15

*Nota.* Resumen del total de la **Tabla 4**.

#### 2.4.1.2 Información del inventario de semáforos proporcionada por MOVILDELNOR.

La **Tabla 6** se presenta el inventario de los semáforos proporcionada por la empresa MOVILDELNOR con la cual se va a realizar el trabajo de grado presente, donde constan el tipo y número de semáforos se encuentran instalados en la ciudad de Ibarra así como el regulador de tráfico que controla los semáforos.

### Tabla 6

*Tabla Parcial de la Ubicación de Semáforos en el Alimentador Ajaví 2 (información obtenida del Inventario de MOVILDELNOR).*

MOVILDELNOR						
Intersección	Báculos Semafóricos	Postes Semafóricos	Cabezales Semafóricos (Vehiculares)	Cabezales Peatonales	Acústicos	Marca/ Regulador
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres	03 báculos	03 postes	06 cabezales Vehiculares	03 peatonales	02 acústicos	Sice

Av. Jaime Rivadeneira - Calle Carlos Elías Almeida	03 báculos	03 postes	07 cabezales Vehiculares	04 peatonales	02 acústicos	
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Juan D. Navas	03 báculos	02 postes	06 cabezales Vehiculares	02 peatonales	02 acústicos	Sice
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Juan Flores	03 báculos	03 postes	07 cabezales Vehiculares	04 peatonales	02 acústicos	

*Nota.* Los datos son proporcionados por MOVILDELNOR Fuente (MOVILDELNOR).

## 2.5 Sistemas de Semaforización del alimentador Ajaví 2.

Los sistemas de semaforización alimentados por el alimentador Ajaví 2 están compuestos por los siguientes elementos.

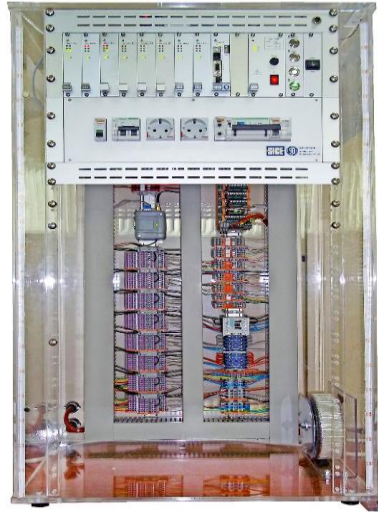
### a) Regulador de Tráfico Urbano – MFU3000:

Es un equipo electrónico diseñado para controlar un grupo de semáforos en una intersección o cruce en una vía pública, este consta de diferentes métodos de control de los cuales elegir y su funcionamiento puede ser por fases o por grupos (*regulador de tráfico urbano - mfu3000*, s.f.).

- Control manual
- Control automático (selección: planes Horarios, datos de tráfico)
- Control Centralizado
- Control Adaptativo

## Figura 13

### *Regulador de Tráfico Urbano – MFU3000*



*Nota.* Adaptado de gráfico Regulador de Tráfico Urbano – MFU3000, Sice, s.f.([https://www.sice.com/sites/Sice/files/2016-10/TU\\_REGULADOR\\_ESP\\_\(7\).pdf](https://www.sice.com/sites/Sice/files/2016-10/TU_REGULADOR_ESP_(7).pdf)).

#### Características

- Plataforma hardware CPU, basada en un microprocesador ARM. Además, está diseñado con periféricos y dispositivos que permiten una conectividad total (LAN, USB y Ethernet).
- Soporta máximo tres CPU principales, cada uno para distintas funcionalidades y dos microprocesadores por módulo de salida para dos grupos semafóricos.
- Aplicaciones embebidas para sistemas operativos en tiempo real.
- Modulo GPS (Opcional) para sincronización horaria.
- Comunicaciones Inalámbricas (GSM, GPRS, UMTS).
- Control centralizado mediante canal remoto Ethernet LAN.
- Mantenimiento multi- interfaces mediante canal local (RS232, LAN, USB, GSM, GPRS, UMTS, BLUETOOTH).

- Operación de niveles de acceso.
- Transmisión de alarmas y eventos SMS (Correo electrónico adicional).
- Control de luminarias incandescentes, focos leds, halógenas.
- Reducción nocturna de flujo opcional.
- Compatibilidad.

**Tabla**

7

*Ficha técnica Regulador de Tráfico Urbano - MFU3000*

---

**CPU principal:** Arquitectura ARM 32 bits.

---

**Voltaje de alimentación:** 85 a 264 V

**Frecuencia:** 50/60 Hz

**Corriente máxima por salida:** 6,3 A

**Entradas digitales:** 512 DI (propósito general)

**Salidas digitales:** 128 DO (propósito general)

**Entradas analógicas:** 3 AI

**Voltaje de suministro a las salidas:** 230 V, 42 V, 110 V, 125 V con posibilidad de control de luminosidad (“Dimming”)

**Comunicaciones:** RS232/RS485 / Ethernet

**Puerto USB:** 2 puertos USB (1 slave + 1 master)

**Módulos GPRS y GPS:** opcionales

**Salidas de potencia:** 192 (agrupadas en grupos semafóricos Rojo/ Ambar/ Verde y en grupos de mando directo). Total 64 grupos

**Rango de temperaturas de funcionamiento:** entre -10 °C y +60 °C (estándar)

---

*Nota.* Regulador De Tráfico Urbano - Mfu3000 (s.f.).

### **Figura 14**

Regulador de Tráfico Urbano - MFU3000



*Nota.* Foto de regulador tomada en la visita de campo.

- b) ***Semáforo vehicular:*** Controlan y regulan el tránsito de vehículos en vías e intersecciones, este se compone por tres módulos de luces: rojo, amarillo y verde, se compone de 3 módulos led.

### **Figura 15**

*Semáforo Vehicular*



*Nota.* Foto de Semáforo vehicular tomada en la visita de campo

- c) ***Semáforo Peatonal***: Controlan y regulan el paso de peatones, este se compone por dos módulos de luces: rojo y verde, estos están sincronizados con los semáforos vehiculares.

**Figura 16**

*Semáforo Peatonal*



*Nota.* Foto de Semáforo peatonal tomada en la visita de campo

- d) ***Semáforo direccional***: Controlan e indican el momento indicado para realizar un giro, ya sea derecha o izquierda, consta de módulos led en forma de flecha, los colores pueden ser rojos, amarillos y verde.



## Figura 17

### *Semáforo Direccional*



*Nota.* Foto de Semáforo direccional tomada en la visita de campo

- e) ***Detectores de vehículos:*** Este dispositivo registra el movimiento de vehículos para luego comunicar al Sistema de Control, informa continuamente al dispositivo controlador si hay o no un vehículo en movimiento, esto permite adquirir datos para medir la intensidad y el tiempo de ocupación.
  
- f) ***PLCs:*** Elemento que se utiliza para el control del sistema de semaforización, este se encuentra dentro del regulador de tráfico, este realiza el control local, este utiliza secuencias fijas u coordinados por otros equipos como PLCs o centros de control.

## Figura 18

PLCs



Este PLCs tiene las siguientes características proporcionadas por la empresa MOVILDELNOR.

## Figura 19

Características técnicas del PLCs (acorde a especificaciones técnicas)

Display	
with display	Yes
Installation type/mounting	
Mounting	on 35mm DIN rail, 6 spacing units wide
Supply voltage	
Rated value (DC)	
• 12 V DC	Yes
• 24 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	10.8 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Time of day	
Time switching clocks	
• Number	333
• Power reserve	480 h
Digital inputs	

Nota. Adaptada de gráfico Siemens data sheet,2018(Siemens 6AG1052-1MD00-2BA7).

Number of digital inputs	8; of which 4 can be used in analog mode (0 to 10 V); max. load 9 A per relay @ all DI @ +55 °C to +60 °C; max. load 1 A per relay @ all DI @ > +60 °C; max. load 3 A per relay @ half the number of DI @ > +60 °C
<b>Digital outputs</b>	
Number of digital outputs	4; Relays
Short-circuit protection	No; external fusing necessary
<b>Relay outputs</b>	
Switching capacity of contacts	
— with inductive load, max.	3 A
— with resistive load, max.	10 A; max. last 9 A per relay @ all DI @ +55 °C to +60 °C; max. load 1 A per relay @ all DI @ > +60 °C; max. load 3 A per relay @ half the number of DI @ > +60 °C

*Nota.* Adaptada de gráfico Siemens data sheet,2018(Siemens 6AG1052-1MD00-2BA7).

- g) **Cámaras de vigilancia:** Cámara de vigilancia utilizada para la adquisición de información del estado del flujo vehicular en las intersecciones más congestionadas, las cámaras de vigilancia no están en la información adquirida en MOVILDELNOR.
- h) **Dispositivos de advertencia acústica:** Es el dispositivo audible que emite un sonido para indicar a las personas con discapacidad visual cuándo es seguro cruzar la calle mientras que el dispositivo visual (Semáforo peatonal) para peatones muestra el pictograma de paso (verde).
- i) **Botones Capacitivo:** Al presiona uno de sus dispositivos sensibles al tacto, se envía una señal para una solicitud de cruce de peatones al controlador.

### **2.5.1 Sistema De Control Del Tráfico Urbano – Adimot**

Este sistema de control es el utilizado actualmente en las ciudad de Ibarra, este sistema está basado en el sistema de control centralizado desarrollado por SICE empresa que presto el servicio de la instalación de este sistema en la ciudad, Además de la gestión centralizada, el sistema permite, la operación e integración sistemas como el control de acceso y el establecimiento de prioridades. Detección de infracciones, transporte público, Información proporcionada al usuario a través de (aplicaciones), el uso de tableros de mensajes y cámaras de vigilancia de tráfico (SICE, s.f.).

La plataforma permite un control centralizado total para mejorar y gestionar la movilidad de la ciudad. Mejorando los estándares de servicio y aumentando la eficiencia energética, reduciendo retrasos al tener datos completos en tiempo real. Una base crucial para ADIMOT. El sistema es fundamental para un óptimo mantenimiento y funcionamiento del sistema semafórico. Este está enfocado tanto para los operadores como para los empleados dedicados a la ingeniería de tráfico (SICE, s.f.).

### **2.5.2 Régimen de funcionamiento**

Los semáforos están compuestos por tres módulos de luces led que forman un semáforo, cada color de led tiene un significado, dependiendo de los estudios realizados se pueden añadirse hasta 6 módulos (INEN, 2012).

Los semáforos vehiculares tienen tres módulos de luces de tres colores instalados verticalmente con la siguiente secuencia rojo, amarillo o ámbar, verde, se le puede añadir símbolos extras como flechas con los mismos colores. En el caso de los semáforos peatonales consta de dos

módulos (un módulo contador y un módulo de una figura de un hombre) de color rojo y verde, las figuras pueden ser fijas o móviles, cada módulo de luces tiene un significado (INEN, 2012).

- *Luz roja con lente circular:* Este color significa deténgase inmediatamente detrás de la línea de pare. En el caso de una luz roja con el símbolo de una lecha roja fija tiene como significado que el flujo vehicular que circula en dirección de la flecha debe detenerse en la línea de pare. Luz roja intermitente es similar a la señal vertical de pare, deben detenerse obligatoriamente y luego proseguir con precaución (INEN, 2012).
- *Luz amarilla con lente circular:* Este color significa que el derecho de circular que otorga la luz verde se termina y que la luz roja se enciende inmediatamente, el flujo vehicular debe reducir la velocidad y detenerse. Flecha amarilla fija tiene el mismo significado que la luz amarilla fija, luz amarilla intermitente los vehículos pueden seguir circulando por la intersección si no hay peligro de accidentes o colisión (INEN, 2012).
- *Luz verde con lente circular:* este color significa que los vehículos deben circular recto, flecha verde fija los vehículos pueden circular en la dirección de la flecha (INEN, 2012).

La secuencia de operación de los colores que utilizadas son:

- a) Semáforos vehiculares: verde- amarillo- rojo- verde.
- b) Semáforos peatonales con figuras fijas: verde- rojo intermitente- rojo fijo- verde.
- c) Semáforos peatonales con figuras dinámicas: luces rojo, amarillo o ámbar, rojo.

En la **Figura 20** se puede observar las secuencias anteriormente mencionadas de las intersecciones y calles.

**Figura 20**

*Secuencia Sistema de Semaforización Vehicular*



*Nota.* La secuencia puede variar de acuerdo con la intersección, una de ellas puede ser una secuencia de 4 tiempos. Tomada de gráfico Secciones o módulos para semáforos vehiculares, de INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), 2012(Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004:2012 Parte 5).

**Figura 21**

*Secuencia Semáforo Peatonal*



*Nota.* Tomada de gráfico Semáforos peatonales de la mano u hombre, de INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), 2012(Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004:2012 Parte 5).

Los semáforos que se encuentran en las intersecciones están sincronizados, los tiempos en que estos están programados en cada estado son diferentes entre la calle principal y la calle secundaria de este modo cuando en la principal está en verde la secundaria está en rojo, lo mismo pasa con los semáforos direccionales y los peatonales.

Los semáforos peatonales están sincronizados con el semáforo vehicular, mientras el semáforo vehicular está en verde el semáforo peatonal está en verde con su respectiva cuenta regresiva, el conteo puede ser desde 37 segundos hasta 47 segundos dependiendo de la intersección en que este se encuentre, cuando el semáforo está en rojo el peatonal también está en rojo, en el momento que termina el conteo hay 3 segundos en el que cambia de estado el semáforo vehicular.

La configuración en que se encontraron los semáforos es diferente, se encontraron semáforos en donde su configuración era un semáforo peatonal y un semáforo vehicular, dos semáforos vehiculares y un semáforo peatonal, dos semáforos vehiculares y dos peatonales, también se encontraron semáforos donde solo se encontró con un semáforo peatonal o un semáforo vehicular.

Los tiempos de cada estado depende del sistema de control, en este caso es el regulador de tráfico urbano – MFU3000. El regulador es programado de acuerdo con el estudio realizado por MOVILDELNOR, este regulador permite diseñar varias estrategias de control por grupos de semáforos, en cualquiera de sus modos de funcionamiento, ya sea en secuencia fija o variable, sensores u detectores de vehículos permite regular los tiempos en que los semáforos cambian de estado, esto sucede de forma autónoma o controlado por el centro de control que vigila el funcionamiento de los sistemas de semaforización.

El tiempo en las secuencias variables en que los semáforos cambian de estado es en respuesta al flujo vehicular que tengan en las intersecciones, ya sea entre semana, fines de semana y feriados. Se ha tomado varias muestras de los tiempos en diferentes intersecciones del área de estudio en donde se pudo observar que los tiempos cambian dependiendo del flujo de vehículos, la intersección, el día y la noche. En el Anexo 5 se muestra los tiempos.

**Figura 22**

*Tiempos generales*

Tipo de semáforo	Duración de encendido Rojo(seg)	Duración del encendido Verde(seg)	Duración del encendido Amarillo(seg)
Vehicular	47	47	3
Peatonal	47	47	
Direccional	47	47	

En las calles principales se pudo notar que el tiempo del estado de los módulos de color verdes son más largos y los estados de los módulos rojo son más cortos, lo contrario pasa en las calles secundarias donde el estado de los módulos rojos es el más largo para poder dar tiempo a que circulen los vehículos en la calle principal.

En la noche el funcionamiento de los semáforos cambia de estado a intermitente (rojo intermitente; amarillo intermitente) la hora en que se pone en intermitencia depende si es entre semana de lunes a jueves, viernes a sábado y domingos, este estado significa precaución, se incluyen los semáforos direccionales, esto se puede ver en el anexo 6 los semáforos peatonales en la noche se apagan.



Una vez pasado las 4:59 los semáforos vuelven a funcionar de forma normal, todo esto puede cambiar de acuerdo con el control de la empresa MOVILDELNOR, el control del sistema de semaforización se realiza mediante un control y monitoreo remoto y local, de acuerdo a los estudios realizados en las intersecciones pueden tener una secuencia fija de acuerdo a el flujo vehicular y en otras intersecciones los tiempos pueden ir variando de acuerdo a la necesidad del flujo vehicular. MOVILDELNOR siempre está monitoreando el sistema de semaforización en el centro de semaforización verificando el estado del sistema de semaforización.

### **2.5.3 Determinación de energía consumida utilizada por la empresa EMELNORTE.**

Considerando que los sistemas de semaforización no tienen un sistema de medición instalado, el cálculo se realiza mediante la determinación mensual del consumo de energía mediante la base de información SIG, considerando la carga total del número de luminarias por tipo instaladas en el alimentador, multiplicadas por el factor de utilización y el número de horas del mes efectivo. Utilizando la formula (ARCERNNR, 2020).

$$Energia_{eap} = T * \sum_{i=1}^n Ni * f_{ui} * (P_i + CA_i) \quad (1)$$

$$f_{ui} = \frac{\text{horas uso de la luminaria}(i)}{24 \text{ horas}}$$

$Energia_{eap}$  =Energía estimada por alimentador principal.

$T$  = número de horas del mes calculadas (menos las horas de interrupciones dada en ese mes).

$n$  =tipos de luminarias distintas por alimentador principal.

$P_i$ =potencia de las luminarias en función del tipo (i).

$CA_i$  =consumo de elementos auxiliares para luminarias(i). El máximo valor dependerá del tipo de luminaria instalada considerando la **Tabla 8**.

$N_i$  = número de luminaria considerando su tipo(i).

$f_{ui}$  = factor de utilización de acuerdo con el tipo de luminaria (0.5 para alumbrado en general, igual o menor a 1 para alumbrado ornamental, semaforización y pasos deprimidos).

### **Tabla 8**

*Potencia máxima en auxiliares de luminarias*

Potencia (W)	Potencia máxima en auxiliares de luminarias de vapor de sodio de alta presión (%)	Potencia máxima en auxiliares de luminarias LED (%)
$P \leq 70$	16	10
$70 < P \leq 100$	15	10
$100 < P \leq 150$	13	10
$P > 150$	12	10

*Nota.* Tomado de “Potencia máxima en auxiliares de luminarias”, ARCERNNR,2020, regulación Nro. ARCERNNR 006/20 denominada “Prestación del servicio del alumbrado público”, p.20 ([Regulacion-006-20.pdf \(controlrecursosyenergia.gob.ec\)](#)).

Para la determinación del consumo de energía en sistemas de semaforización que no puedan ser medidos por razones económicas y/o técnicas, el cálculo se deberá realizar considerando el tiempo que los equipos brinden el servicio, es decir, permanezcan encendidos, las

características de cada tipo de luminaria, equipos asociados y su sistema de funcionamiento típico (ARCERNNR, 2020).

## **2.6 Análisis Bases de datos de los sistemas de semaforización**

El análisis de los sistemas de semaforización alimentados por el alimentador ajaví 2 se realizó analizando dos bases de datos, EMELNORTE y MOVILDELNOR para validar la información de las dos bases de datos y determinar el número exacto de semáforos instalados en el alimentador ajaví 2, los sistemas de semaforización están constituidos principalmente por los elementos anteriormente mencionados (elementos actualmente utilizados por MOVILDELNOR).

En la **Tabla 9** se muestra un extracto donde se puede ver la comparación de las dos bases de datos (EMELNORTE y MOVILDELNOR) detallando el número de semáforos y tipos instalados en cada intersección y los reguladores usados para el control del área de estudio. Información extraída y contrastada de EMELNORTE y MOVILDELNOR. La tabla presentada es un extracto de la tabla general, misma que se encuentra en el ANEXO 1.

**Tabla 9***Extracto de Inventario comparativo de los sistemas de semaforización alimentador Ajaví 2*

<b>INVENTARIO COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DE SEMAFORIZACIÓN ALIMENTADOR AJAVÍ 2 EMELNORTE Y MOVILDELNOR</b>									
<b>MOVILDELNOR</b>					<b>EMELNORTE</b>				
<b>Intersección</b>	<b>Cabezales Semafóricos (Vehiculares)</b>	<b>Cabeza les Peaton ales</b>	<b>Acústicos</b>	<b>Marca/Regulador</b>	<b>Cabezales Semafóricos (Vehiculares)</b>	<b>Cabeza les Peaton ales</b>	<b>Acústicos</b>	<b>Reguladores</b>	
1	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres	6	3	2	Sice	6	0	0	0
2	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Carlos Elías Almeida	7	4	2	Sice	7	0	0	0
3	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Juan D. Navas	6	2	2	Sice	7	0	0	0
4	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Juan Flores	7	4	2	Sice	6	0	0	0
5	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Pedro Moncayo	7	4	1	Sice	7	0	0	0

La **Tabla 10** se observa que las bases de datos de EMELNORTE solo están inventariados un tipo de semáforo (semáforos Vehiculares) y el tiempo (24 Horas) que estos están encendidos.

A diferencia que en la base de datos de MOVILDELNOR donde constan el tipo de semáforos y reguladores instalados.

Al realizar la suma de todos los tipos de semáforos y semáforos acústicos se obtuvo un total de 265 semáforos tanto vehiculares, peatonales, acústicos, junto a los Reguladores en la base de datos de MOVILDELNOR, a comparación de los 138 Semáforos vehiculares instalados en las diferentes intersecciones de las bases de datos de EMELNORTE y MOVILDELNOR.

**Tabla 10**

*Tabla Resumen Comparación de MOVILDELNOR y EMELNORTE*

	MOVILDELNOR	EMELNORTE
Semáforos vehiculares	135	138
Semáforos Peatonales	88	0
Semáforos Acústicos	42	0
Semáforos Direccionales	0	0
Reguladores	SICE	0

*Nota.* Se omitió el número las cámaras de seguridad, el cual consta de 15 unidades.

**Validación de sistemas de semaforización (Visita de campo):** Una vez verificada las dos bases de datos se realizó una visita de campo a cada intersección con el fin de validar el número y tipo de semáforos que se encuentran en las bases de datos en la zona de estudio, una vez validada la información se obtuvo el siguiente resultado presentado en el extracto de la **Tabla 11**. La tabla general se muestra en el anexo 4

**Tabla 11**Extracto de *Validación de Ubicaciones y Tipos de Semáforos Instalados en el Alimentador Ajaví*

2

Validación Visita de Campo						
	Intersección	Cabezales Semafóricos (Vehiculares)	Cabezales Peatonales	Cabezales Direccionales	Acústicos	Reguladores
1	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres	6	2		2	1
2	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Carlos Elías Almeida	7	4	1	2	1
3	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Juan D. Navas	6	4	1	2	1
4	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Juan Flores	6	4	1	1	1
5	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Pedro Moncayo	6	4	1	2	1
6	Av. Jaime Rivadeneira - Av. Mariano Costa	8	7	5	2	1
7	Calle Eusebio Borrero - Calle Pedro Rodríguez	5	4	0	2	1
8	Calle Eusebio Borrero - Calle Chica Narváez	4	4	0	2	1
9	Calle Mejía - Calle Chica Narváez	4	4	0	1	1

10	Calle Juan De Velasco - Calle Sánchez Y Cifuentes	4	4	0	2	1
----	--	---	---	---	---	---

*Nota.* El total de semáforos de todos los tipos es mayor que en las bases de información EMELNORTE y MOVILDELNOR.

La visita de campo se encontraron tres diferentes tipos de semáforos (vehiculares, peatonales, direccionales) como se observa en la **Tabla II**, se encuentra registrado un regulador de tránsito que controla 2 intersecciones. Se observó que el número de semáforos instalados es mayor a los que se tiene registrados en la empresa EMELNORTE. Además, se encontró semáforos que no se encontraron en ninguna de las dos bases de datos, los semáforos en las intersecciones que tienen en un paréntesis el nombre de la empresa que están registrados.

En la **Tabla 12** se muestra el número de semáforos instalados en el alimentador Ajaví de EMELNORTE, MOVILDELNOR y el número obtenido en la visita de campo. Al realizar una resta del número de semáforos que consta en EMELNORTE y el número obtenido de la visita de campo, se obtuvo 234 semáforos y advertencias acústicas que la empresa EMELNORTE no tiene conocimiento de estos semáforos instalados en el alimentador Ajaví 2, Además. De no saber los diferentes tipos de semáforos y no tiene registrados los reguladores en su base de datos.

**Tabla 12**

*Resumen de la validación de datos*

	MOVILDELNOR	EMELNORTE
Semáforos vehiculares	135	171
Semáforos Peatonales	88	124
Semáforos Acústicos	42	56
Semáforos Direccionales	0	21
Reguladores	SICE	16

*Nota.* La información es el resultado del análisis de las dos bases de datos EMELNORTE y MOVILDELNOR.

## 2.7 Cálculo de energía consumida por EMELNORTE

Aplicando la ecuación (1) se calculó del consumo de energía en el sistema de semaforización de la empresa distribuidora EMELNORTE, tomando los datos proporcionados por EMELNORTE donde la potencia  $P_i$  de los semáforos es 14W,  $T$  es el tiempo de funcionamiento del mes 12 horas por 30 días siendo 360 horas,  $N_i$  es número de semáforos vehiculares instalados, 138 que se encuentran en el alimentador Ajaví 2,  $n$  se consideró 1 ya que solo se encontró un tipo de semáforo en la base de datos de la empresa distribuidora EMELNORTE, el factor de utilidad de acuerdo regulación Nro. ARCERNNR 006/20 denominada “Prestación del servicio del alumbrado público” se considera 1 y  $CA_i$  se consideró 10% del valor de la potencia de los semáforos de acuerdo a la regulación ARCERNNR 006/20. se obtuvo el valor que se muestra en la **Tabla 13**. considerando que la empresa EMELNORTE no cobra la energía consumida por el sistema de semaforización, este sistema solo es medido o se calcula el consumo de energía tal como se contempla en la regulación Nro. ARCERNNR 006/20 denominada “Prestación del servicio del alumbrado público”.

**Tabla 13**

*Semáforos Alimentador Ajaví 2 EMELNORTE*

Semáforos Alimentador Ajaví 2 EMELNORTE	
Potencia total kWh	Energía kWh
2.125	765.072



El consumo total actual del sistema de semaforización de EMELNORTE con el número de semáforos actuales en la base de datos es de 765.072kW/h mes, además se tomó en cuenta el precio del kWh que se está cobrando al alumbrado público en general para tener una idea del valor económico que representa para la empresa distribuidora EMELNORTE, se cobra por el transporte o valor por el kWh teniendo un precio de 3.46130 centavos de dólar.

**Tabla 14**

*Facturación del sistema de semaforización*

	<i>kWfact.</i>	<i>Costo</i>	<i>Total, Facturado \$</i>
<b><i>Semáforos Alimentador Ajaví 2 EMELNORTE</i></b>	<b><i>765.07</i></b>	<b><i>0.034613</i></b>	<b><i>26.48</i></b>

## **2.8 Recolección de datos**

Una vez analizado y validado las bases de datos se realizó la instalación de analizadores Fluke 1744 y 1748 en las siguientes intersecciones: Calle Eusebio Borrero - Calle Chica Narváez, Av. Jaime Rivadeneira -Av. Mariano Costa y Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres donde se encuentran ubicados los reguladores de tráfico, cabe recalcar que cada regulador de tráfico controla 12 grupos semafóricos como se explicó en el funcionamiento.

El proceso de programación y Descarga (ver Anexo 2)

### **2.8.1 Ubicación de Reguladores de Trafico**

En la siguiente **Tabla 15** se muestra el número de regulados y el número de semáforos que controla cada regulador del sistema de semaforización.

**Tabla 15**

*Numero de semáforos controlados por reguladores de Trafico*

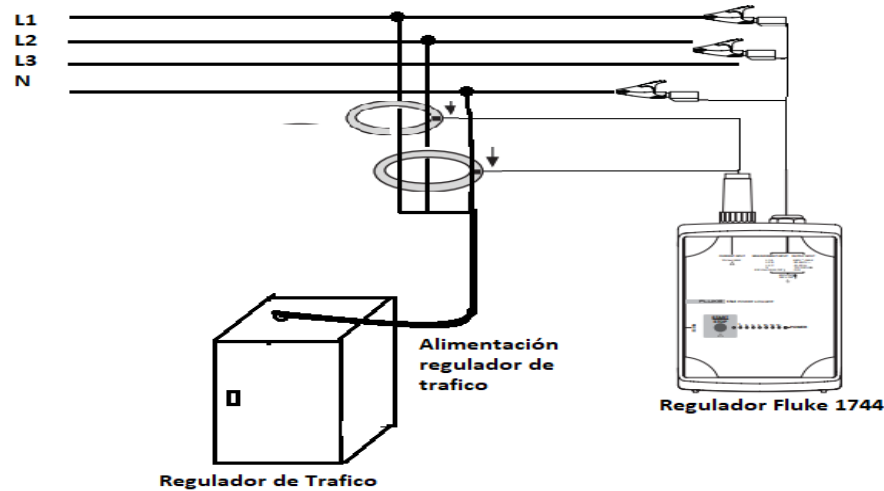
Regulador	Semáforo Vehicular	Semáforo Peatonal	Semáforo Direccional	Señal Acústica
1	11	7	1	2
2	11	8	2	4
3	14	4	2	4
4	10	4		4
5	8	8		4
6	8	8		4
7	8	8		4
8	12	7	2	4
9	10	8		4
10	8	8	4	2
11	15	8		4
12	8	7		4
13	12	9		3
14	14	8	4	3
15	12	5		2
16	8	6	3	3
Total	171	124	21	56

### **2.8.2 Instalación de los analizadores 1744**

La instalación de los analizadores se realizó en dos periodos de 7 días cada uno, El primero registro se realizó Durante un periodo de 7 días de acuerdo con la regulación ARCERNNR No. 002/20 Calidad de Servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica “en este periodo registre el consumo de energía diario de los reguladores y semáforos conectados a estos reguladores la conexión utilizada se puede ver en la siguiente **Figura 23** Conexión Regulador Fluke 1744.

## Figura 23

### Conexión Regulador Fluke 1744



*Nota. Conexión Analizador Fluke 1744 para red monofásica de fase partida.*

La conexión del regulador se realizó de la siguiente manera las pinzas ya tiene asignado la secuencia L1, L2, L3 y N de modo que hay que colocar en las fases correspondiente al igual que el neutro, la conexión de las pinzas de corrientes se realiza del mismo modo teniendo en cuenta la dirección de la corriente ya que esta tiene una flecha que indica la dirección de la corriente en que debe fluir como consejo esta flecha debe apuntar a la dirección en que este la carga en este caso en la dirección en que estaba el regulador de tráfico.

En la instalación del Analizador tome en cuenta el tipo de red ya sea monofásica o trifásica en la que está conectado el regulador, el principal motivo de esta consideración es la variación del voltaje nominal que tienen estas dos redes 120V monofásico y 127V trifásico que tenga el equipo ya puede ser monofásico, bifásico o trifásico por lo que se puede utilizar una, dos o tres pinzas al

igual que las pinzas de corriente con esto me asegure de tener un buen análisis de la energía de los reguladores.

### 2.8.3 Datos del consumo de energía de la empresa distribuidora EMELNORTE (Actualizado)

Los datos obtenidos al término del periodo de 7 días arrojo los siguientes datos que se observan en las siguientes tablas y el análisis realizado de los datos obtenidos de los analizadores.

#### Analizador 1

**Ubicación:** Calle Eusebio Borrero - Calle Chica Narváez.

**Tabla 16**

*Resultados Analizador 1: Calle Eusebio Borrero y Calle Chica Narvaez*

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Total/Semana
Potencia. Total (kW)	27.79	27.74	27.76	27.67	29.08	26.96	27.70	194.73
Tot Energía (kWh)	4.63	4.62	4.62	4.61	4.84	4.49	4.61	32.45

**Tabla 17**

*Numero de Semáforos Controlados Por el Regulador de Trafico 1*

# intersección	Semáforos			
	Vehiculares	Peatonales	direccionales	Acústicos
Calle Eusebio Borrero - Calle Pedro Rodríguez	6	4		2
Calle Eusebio Borrero - Calle Chica Narváez	4	4		2
Calle Mejía - Calle Chica Narváez	4	4		2

Tomando en cuenta el número de semáforos instalados en el regulador y con los datos de consumo de energía obtenidos se determinó que los semáforos de este regulador consumen una energía de 4.63kWh/día. Sabiendo que un mes tiene en promedio de 30 días, el consumo de energía en este regulador es de 139.09 kWh/mes.

## Analizador 2

**Ubicación:** Av. Jaime Rivadeneira -Av. Mariano Costa

**Tabla 18**

*Resultados Analizador 2: Av. Jaime Rivadeneira -Av. Mariano Costa*

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Total/semana
Potencia Total (kW)	33.15	32.88	33.98	33.53	32.18	32.55	32.18	230.48
Energía Total (KWh)	5.52	5.48	5.66	5.59	5.36	5.42	5.36	38.41

*Nota.* En el momento en de realizar la medición con el analizador se observó que algunos elementos están dañados o están fuera de servicio.

**Tabla 19**

*Numero de Semáforos Controlados Por el Regulador de Trafico 2*

# intersección	# Semáforos			
	Vehiculares	Peatonales	direccionales	Acústicos
Av. Jaime Rivadeneira -Av. Mariano Costa	8	7	5	2
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Pedro Moncayo	6	4	1	2

*Nota.* Se considera que todos los elementos están en funcionamiento.

Tomando en cuenta el número de semáforos instalados en el regulador y con los datos de consumo de energía obtenidos se determinó que los semáforos de este regulador consumen una

energía de 5.48kWh/día. Sabiendo que un mes tiene en promedio de 30 días, el consumo de energía en este regulador es de 164.63 kWh/mes.

### Analizador 3

**Ubicación:** Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres

**Tabla 20**

*Resultados Analizador 3: Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres*

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Total /semana
Potencia Total (kW)	16.74	17.28	17.20	16.73	16.11	16.32	16.63	117.01
Tot Energía (KWh)	2.79	2.88	2.87	2.79	2.69	2.72	2.77	19.50

**Tabla 21**

*Numero de Semáforos Controlados Por el Regulador de Trafico 3*

# intersección	# Semáforos			
	Vehiculares	Peatonales	direccionales	Acústicos
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres	6	3	0	2
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Carlos Elías Almeida	7	4	1	2

Nota. El calculo se realizo considerando que 6 semáforos peatonales y 3 advertencias acusticas estaban fuera de funcionamiento.

Tomando en cuenta el número de semáforos instalados en el regulador y con los datos de consumo de energía obtenidos se determinó que los semáforos de este regulador consumen una

energía de 2.78kWh/día. Sabiendo que un mes tiene en promedio de 30 días, el consumo de energía en este regulador es de 83.59 kWh/mes.

#### **Analizador 4**

**Ubicación:** Av. Jaime Rivadeneira - Juan de Dios Navas

**Tabla 22**

*Numero de Semáforos Controlados Por el Regulador de Trafico 4*

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Total, Semanal
Potencia Total (kW)	22.71	21.84	21.77	24.73	23.06	22.19	22.63	158.96
Tot Energía (kWh)	3.78	3.64	3.62	4.12	3.84	3.69	3.77	26.49

**Tabla 23**

*Regulador de tráfico 4 Av. Jaime Rivadeneira - Juan de Dios Navas*

# Intersección	# Semáforos			
	Vehiculares	Peatonales	direccionales	Acústicos
Av. Jaime Rivadeneira – Juan de Dios Navas	5	2	1	2
Av. Jaime Rivadeneira – Juan José Flores	6	4	1	2

Tomando en cuenta el número de semáforos instalados en el regulador y con los datos de consumo de energía obtenidos se determinó que los semáforos de este regulador consumen una energía de 3.78kWh/día. Sabiendo que un mes tiene en promedio de 30 días, el consumo de energía en este regulador es de 113.54kWh/mes.

## Analizador 5

**Ubicación:** Calle Pedro Moncayo- Calle Pedro Rodríguez (Luis Cabezas Borja)

**Tabla 24**

*Regulador de tráfico 5 Calle Pedro Moncayo- Calle Pedro Rodríguez (Luis Cabezas Borja)*

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Total/Semana
Potencia Total (kW)	17.0	17.15	17.14	18.36	17.94	16.69	17.08	121.44
Tot Energía (kWh)	5	2.86	2.85	3.06	2.99	2.78	2.84	20.24

**Tabla 25**

*Numero de Semáforos Controlados Por el Regulador de Trafico 5*

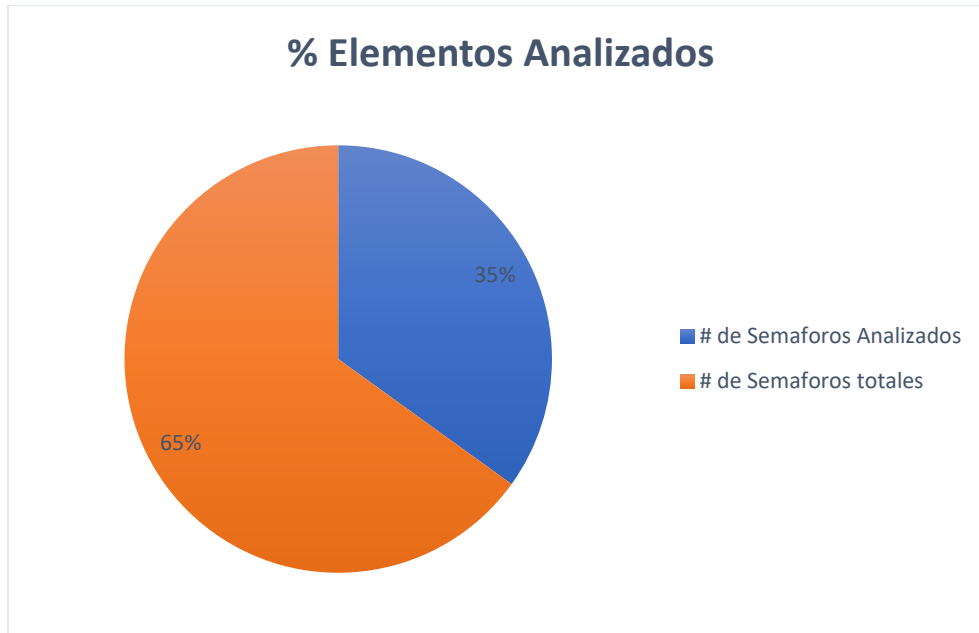
# intersección	# Semáforos			
	Vehiculares	Peatonales	direccionales	Acústicos
Calle Pedro Moncayo- Calle Pedro Rodríguez (Luis Cabezas Borja)	4	3		2
Calle Pedro Moncayo - Calle Chica Narváez	4	4		2

Tomando en cuenta el número de semáforos instalados en el regulador y con los datos de consumo de energía obtenidos se determinó que los semáforos de este regulador consumen una energía de 2.89kWh/día. Sabiendo que un mes tiene en promedio de 30 días, el consumo de energía en este regulador es de 86.74kWh/mes. La **Figura 24** muestra el número de los semáforos analizados.



**Figura 24**

*Comparativa de Elementos Analizados vs Semáforos totales*



## **2.9 Estimación del consumo de energía del sistema de semaforización Ajaví 2**

A continuación, utilizando la ecuación (1) se presenta el calcula estimado a partir de los datos obtenidos de los analizadores del consumo de energía del sistema de semaforización del alimentador Ajaví 2 de la empresa EMELNORTE

### **2.9.1 Cálculo del valor estimado del consumo real de energía del sistema de semaforización**

Para el cálculo estimado real del consumo de semaforización del alimentador Ajaví 2 se utilizó la Ecuación (1) en cumplimiento a la regulación Nro. ARCERNNR 006/20 denominada “Prestación del servicio del alumbrado público” tomando las siguientes consideraciones

**T:** se tomó 17 horas de funcionamiento y 7 en funcionamiento intermitente siendo un total de 24h y se multiplicó por 30 días con esto se obtuvo el valor de las horas del mes de funcionamiento.

**Ni:** el número de semáforos instalados considerando el tipo

**n:** el tipo de semáforos en este caso son (semáforos vehiculares, semáforos peatonales, semáforos direccionales, señales o semáforo acústico).

**Pi:** Se tomo le valor estimado a partir de los datos obtenidos con los analizadores.

**C*Ai*:** se consideró el 10% en todos los tipos de semáforo, excepto en los reguladores de tráfico y señales o semáforos acústicos.

El factor de utilidad se consideró 1 en cumplimiento a la regulación Nro. ARCERNNR 006/20 denominada “Prestación del servicio del alumbrado público”, el consumo estimado real a partir de los datos reales obtenidos por los analizadores es de 1927.77kWh/mes.

A continuación, en la **Tabla 26** se presenta la comparación de los resultados con los datos obtenidos en la validación de las bases de datos utilizando la potencia utilizada en la empresa EMELNORTE.

**Tabla 26**

*Resultados finales*

	1	2	3
	Calculo con la Base de datos (EMELNORTE)	Calculo con datos de la base de datos (EMELNORTE) Actualizado	Calculo a partir de los datos obtenidos con los Analizadores
Potencia total kW	2.12	4.26	2.67
Energía kWh/mes	765.07	1536.48	1927.77

Como se muestra en la **Tabla 26**, la comparativa de los resultados de potencia y energía mensual considerando que en la Columna 1 se muestra el calculo utilizadando la base de datos de la empresa distribuidora EMELNORTE Actualmente. Considerando los 138 semáforos vehiculares, una potencia de 14W, el tiempo es de 12 horas y se consideró 30 días del mes, el consumo de estos semáforos es de 765.072 kWh/mes

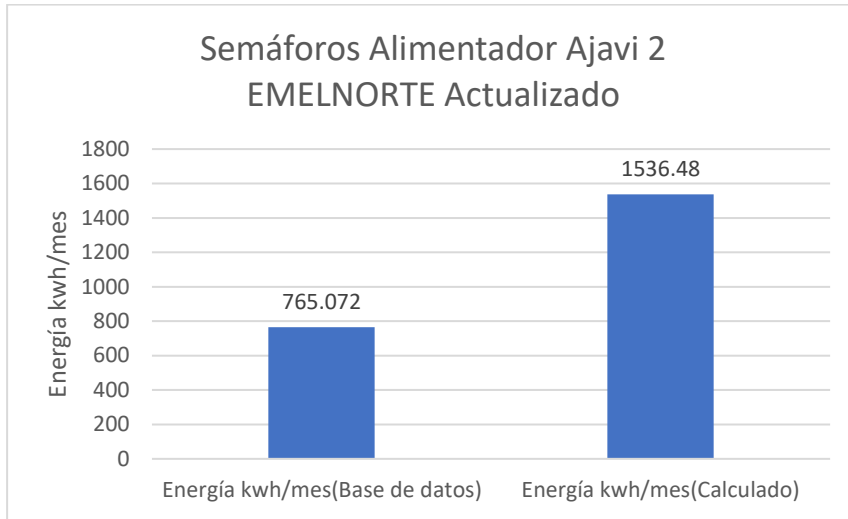
La Columna 2 se muestra el calculo considerando la actualizacion del numero de semáforos actualizada despues del levantamiento y se utilizo el numero de horas de la base de datos actual que es de 12h. la potencia máxima de 10W de acuerdo con especificaciones técnicas de estos, pueden tener los módulos leds que componen los semáforos, obteniendo un resultado de 1536.48kWh/mes

La Columna 3 se observa el calculo estimado a partir de los datos reales de consumo obtenidos de los analizadores considerando que estos toman en cuenta el regimen de funcionamiento y el nuemro de horas realez que estan ensendidos los semáforos. Los datos obtenidos de los analizadores instalados durante un periodo de 7 días son los siguientes, el tiempo empleado es 17 horas de funcionamiento normal y 7 horas de funcionamiento intermitente, se determinó la potencia de los semáforos para el cálculo obteniendo el resultado de 1927.77kWh/mes, considerando esto el consumo estimado real del sistema de semaforización del alimentador Ajaví 2 es mucho mayor al cálculo por la empresa EMELNORTE Actualmente.

En las siguientes figuras se muestra una comparativa de los resultados anteriormente descritos.

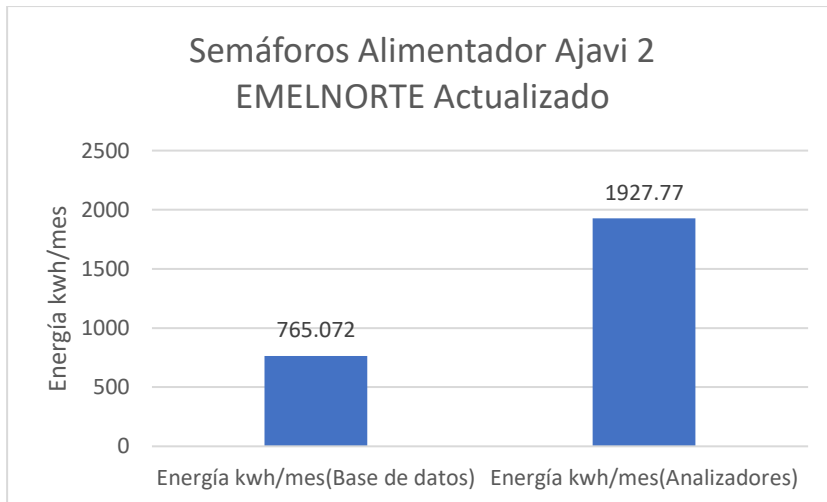
**Figura 25**

*Comparativa de resultados base de datos ArcGIS (EMELNORTE) vs Calculo con datos de la base de datos (EMELNORTE) Actualizado*



**Figura 26**

*Comparativa de resultados base de datos ArcGIS (EMELNORTE) vs Calculo a partir de los datos obtenidos con los Analizadores*



## Capítulo 3

### Análisis del consumo de energía del sistema de semaforización

#### 3 Análisis de energía consumido por el sistema de semaforización alimentador Ajaví 2

En el actual capítulo se realizó el análisis después de obtener los datos del consumo de energía del sistema de semaforización en diferentes ubicaciones y haber realizado el calculado estimado del consumo de energía total consumida en un mes del sistema de semaforización en el alimentador Ajaví 2 obtenido con los analizadores.

##### 3.1 Determinar los costos económicos del sistema de semaforización

Es importante saber que las pérdidas de energía pueden ser técnicas o no técnicas en el sistema eléctrico de distribución, estas pérdidas no técnicas representan un costo económico para la empresa, Se determino los costos económicos anuales del sistema de semaforización (Villarruel, 2019, p. 39).

##### Ecuación 2: Costos de pérdidas de potencia

$$C_{PO} = P_{po} * C_d \quad (2)$$

##### Ecuación 3: Costos de pérdidas de energía

$$C_{en} = P_{en} * C_e \quad (3)$$

##### Ecuación 4: Costos de operación anualizados y traídos al presente

$$C_{ta} = \left( \frac{T_d}{1-(1+T_d)^{-n}} \right) * C_t + C_{om} * C_t \quad (4)$$

##### Ecuación 5: Costos anuales totales

$$C_{anual\ total} = C_{po} + C_{en} + C_{ta} \quad (5)$$

$P_{po}$ : Pérdidas de potencia (kW/mes).

$P_{en}$ : Pérdidas de energía(kWh/mes).

$C_d$ : Costos de la demanda (US\$/kW/mes).

$C_e$ : Costos de la energía (US\$/kWh/mes).

$C_{po}$ : Costos de pérdidas de potencia (US\$/mes).

$C_{en}$ : Costos de pérdidas de potencia (US\$/mes).

$C_{ta}$ : Costo amortizado anual de inversión más costo de operación y mantenimiento de línea (US\$).

$T_d$ : Tasa de descuento (%).

$C_{om}$ : Costo de operación y mantenimiento (%).

n: Vida útil(años) (Villarruel, 2019, p. 39).

### **3.2 Identificación de equipos y sistemas de consumo**

El sistema de semaforización en el alimentador Ajaví 2 está compuesto por los siguientes tipos de semáforos y regulador.

- a) semáforo peatonal
- b) semáforo direccional
- c) Señales acústicas
- d) Regulador de Tráfico Urbano – MFU3000

#### **3.2.1 Elementos del Sistema de semaforización Actual**

En la **Tabla 27** se observa el número de semáforos que constan en la base de datos EMELNORTE y el resultado de la validación y levantamiento de las dos bases de datos, se observa los elementos del sistema de semaforización tanto semáforos vehiculares, semáforos peatonales y

semáforos direccionales, se muestra que en la base de datos de la empresa distribuidor EMELNORTE no se están considerados los reguladores de tráfico.

**Tabla 27**

*Comparativa de resultados base de datos ArcGIS (EMELNORTE) vs Levantamiento*

	Base de datos ArcGIS EMELNORTE	Levantamiento del Sistema de semaforización
Semáforos vehiculares	138	171
Semáforos Peatonales	0	124
Semáforos Direccionales	0	21
Semáforos Acústicos	0	56
Reguladores	0	16

En la tabla anterior se observa el número de semáforos instalados en el alimentador Ajaví 2 en la primera columna se denota el valor obtenido de la base de datos de la empresa distribuidora EMELNORTE y el segundo es el resultado del levantamiento en campo junto con la validación realizada en las dos bases de datos (EMELNORTE y MOVILDELNOR).

La **Tabla 28** presenta los resultados obtenidos por los analizadores del consumo de energía, estos se utilizaron para la estimación del consumo de energía total del sistema de semaforización del alimentador Ajaví 2.

**Tabla 28**

*kWh/mes Estimados de Analizadores*

Regulador	Energía kWh/Semana	Energía kWh/mes
Regulador 1	32.4556	139.09
Regulador 2	38.414	164.63
Regulador 3	19.5060	83.59
Regulador 4	26.4945	113.54
Regulador 5	20.2412	86.74

El consumo total de los analizadores se estimó utilizando la ecuación (1) a partir de los datos reales obtenidos por los analizadores en los diferentes lugares donde se instalaron, obteniendo un consumo mensual del sistema de semaforización del alimentador Ajaví 2 de 1927.77kWh/mes.

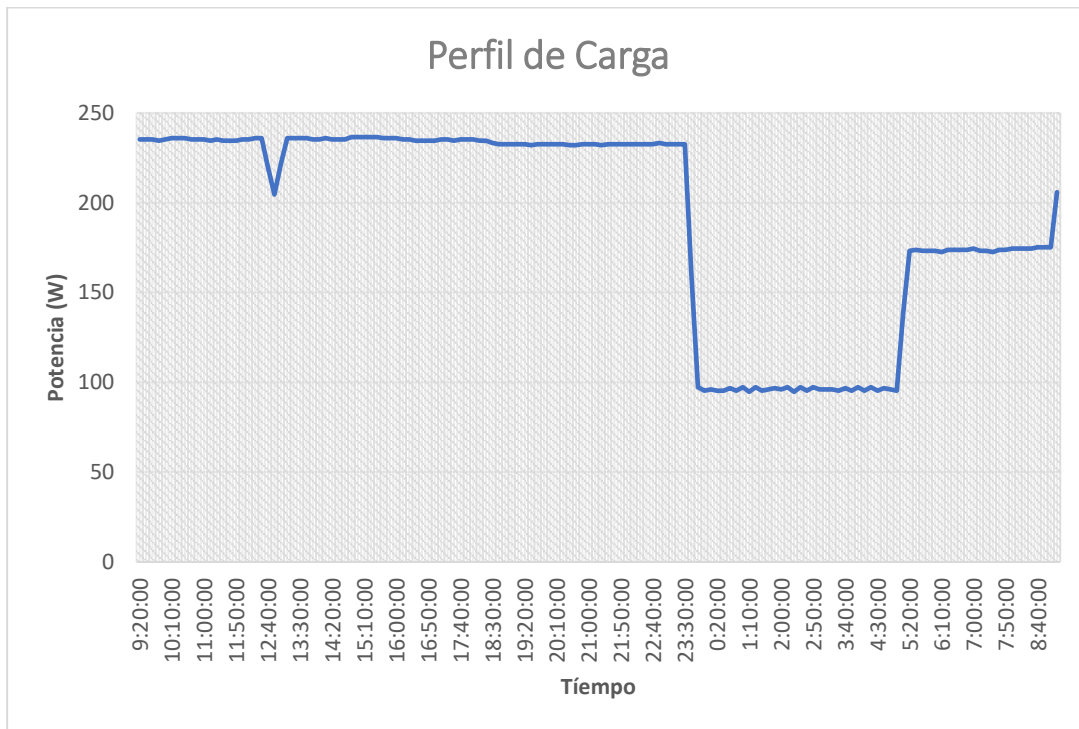
### 3.2.2 Perfil de carga del sistema de semaforización

Los sistemas de semaforización tienen un régimen de funcionamiento que los mantienen funcionando las 24 horas del día, para conocer trabaja el sistema de semaforización y como consume energía a lo largo del día. se puede observar en la figura con se comporta la carga mediante esta figura determine si el consumo de energía es continuo o si es variable al transcurso del tiempo.

#### Regulador 1

Figura 27

Perfil de Carga calle Eusebio Borrero - Calle Chica Narváez

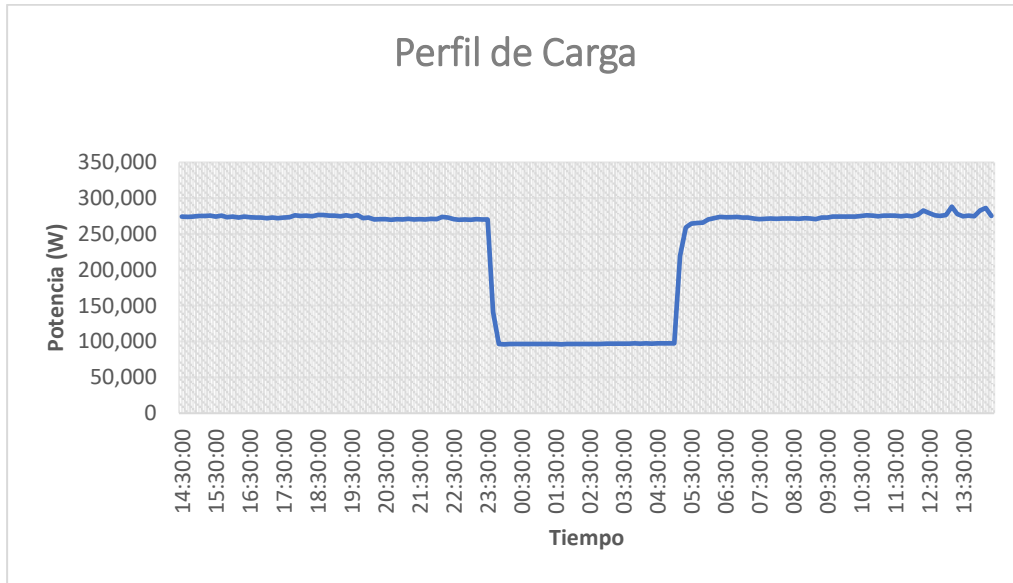




## Regulador 2

Figura 28

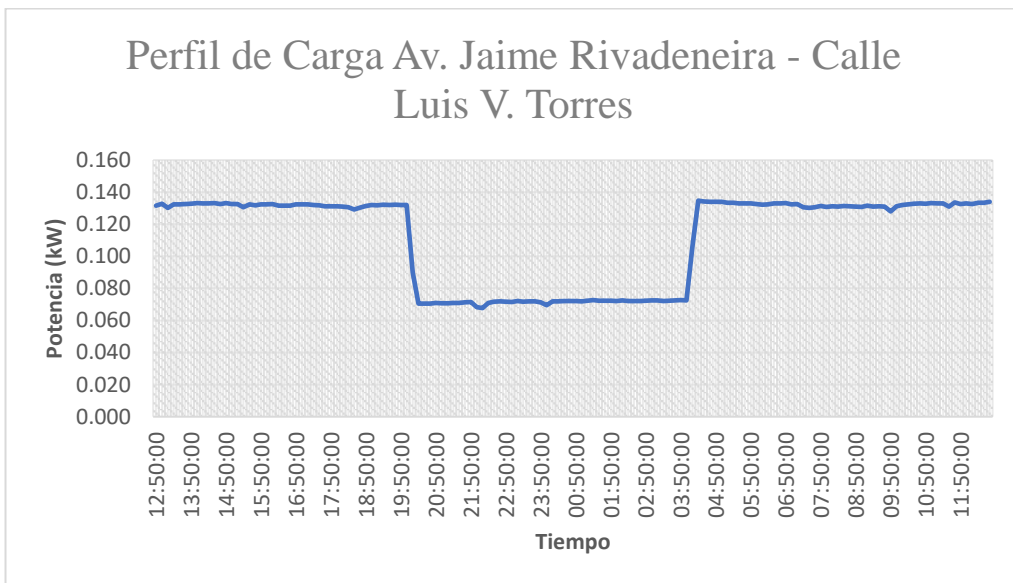
Perfil de Carga Av. Jaime Rivadeneira -Av. Mariano Costa



## Regulador 3

Figura 29

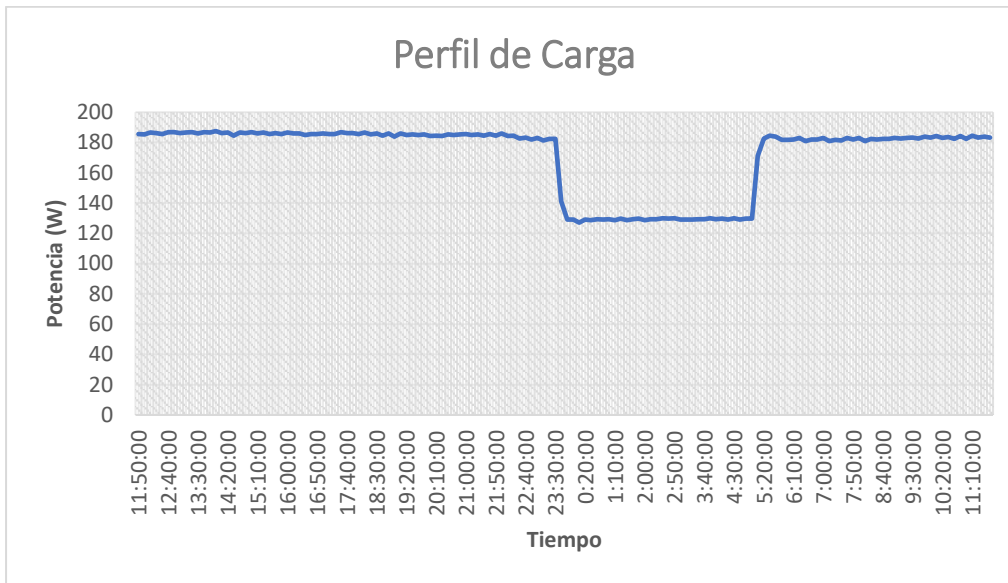
Perfil de Carga Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres



## Regulador 4

Figura 30

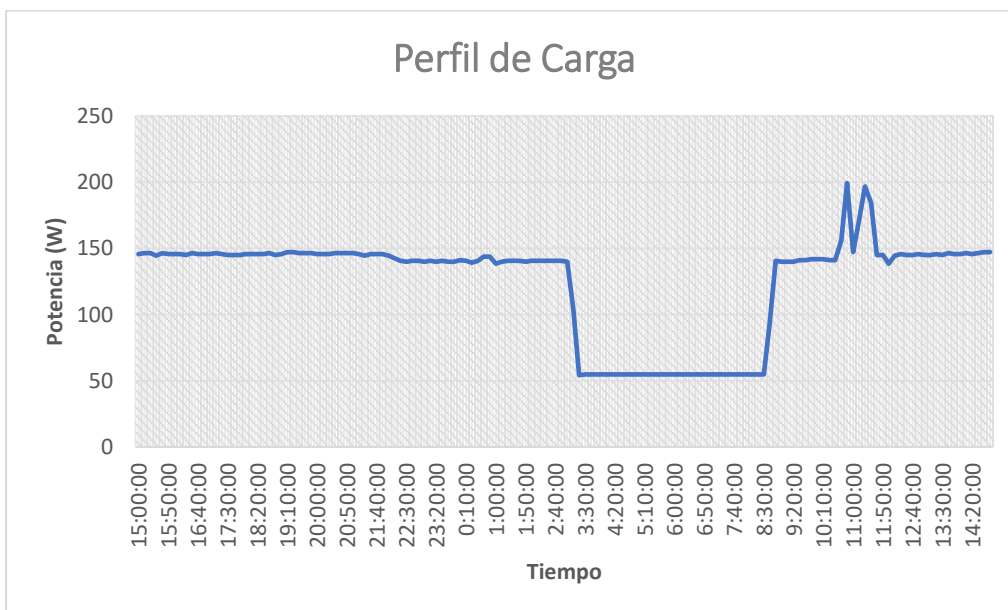
Perfil de Carga Av. Jaime Rivadeneira - Juan de Dios Navas



## Regulador 5

Figura 31

Perfil de Carga calle Pedro Moncayo- Calle Pedro Rodríguez (Luis Cabezas Borja)



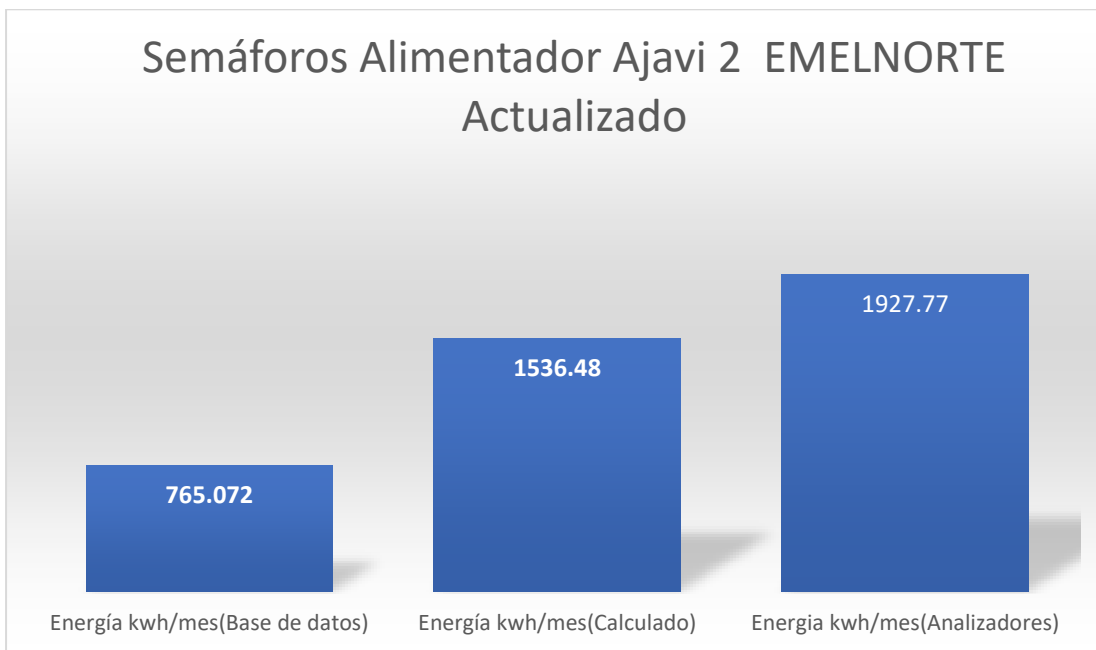
En las figuras anteriores se observa que el consumo de energía es irregular denotando que en el día se tiene un consumo de energía superior al de la noche que se representan por los valles en las gráficas.

### 3.3 Comparación del Consumo de Energía sistema de semaforización Actual y el resultado del estudio.

En la siguiente figura se observa el consumo en ambos casos.

#### Figura 32

*Comparación Consumo Actual, Consumo Calculado con la ecuación (1) acorde a regulación No 006/20 (actualizado) y Consumo estimado con el uso de Analizadores.*



En la **Figura 32** se observan tres barras de los consumos de energía donde la primera barra corresponde a el consumo de energía en kWh/mes, este valor se calculó a partir de la ecuación (1) utilizada actualmente por la empresa distribuidora EMELNORTE, con los datos de la base de datos

actual la cual cuenta con 138 semáforos vehicular y una potencia de 14W y el tiempo de funcionamiento mensual de 360 horas mensuales, se utilizaron los mismos parámetros de factor de utilidad y 10% de pérdidas.

La segunda barra corresponde al valor calculado con el número de semáforos validada (171 semáforos vehiculares, 124 semáforos peatonales, 21 semáforos direccionales, 56 Advertencias acústicas y 16 reguladores) se considerando el tiempo de 360 horas mensuales, una potencia de 10W esta es la potencia máxima puede tener un el semáforo acorde a las especificaciones técnicas.

La tercera barra corresponde a la estimación real del consumo de energía real calculado utilizando los datos reales de consumo de energía obtenidos por los analizadores, en los reguladores donde se instalaron.

### **3.4 Pérdidas no técnicas ocasionadas por los sistemas de semaforización**

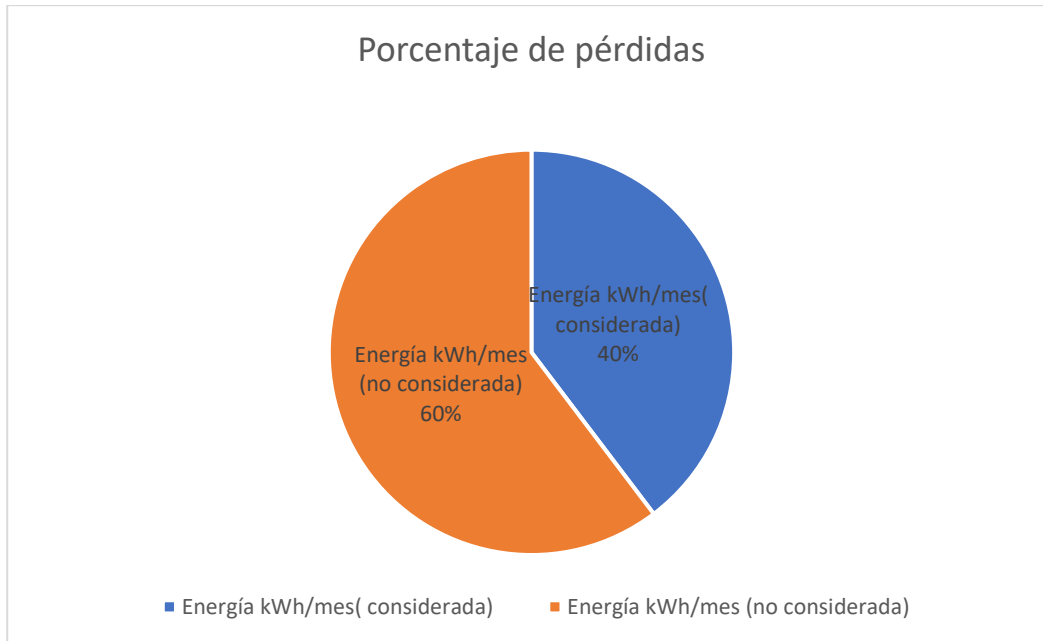
Actualmente el sistema de semaforización tiene un consumo de energía calculado el de 765.12 kWh/mes, al realizar la medición con los analizadores y determinar el consumo total estimado en base a los valores reales del consumo de energía, se obtuvo un valor 1927.77 kWh/mes.

#### ***3.4.1 Pérdidas no técnicas mensuales en el sistema de semaforizacion alimentador Ajaví 2***

En la **Figura 33** se puede observar el porcentaje de energía que se está considerando como consumo de energía total calculado del alimentador Ajaví 2 de color azul, el valor real estimado obtenido con los datos de los analizadores se puede ver de color naranja.

**Figura 33**

*Porcentaje de Pérdidas en el Alimentador Ajaví 2*



En la **Figura 33** se observa que las pérdidas en el sistema de semaforización son de 1162.698kWh/mes que corresponde a un 60% de la energía consumida por el sistema de semaforización, este porcentaje se traduce a pérdidas no técnicas para la empresa distribuidora EMELNORTE.

El consumo de energía considerado como pérdidas no técnicas determinado en este trabajo de grado en el sistema de semaforización del alimentador Ajaví 2 no es considerado en el balance energético como consumo del sistema de alumbrado público en general si no que al realizar el balance energético se traducen a pérdidas no técnicas.

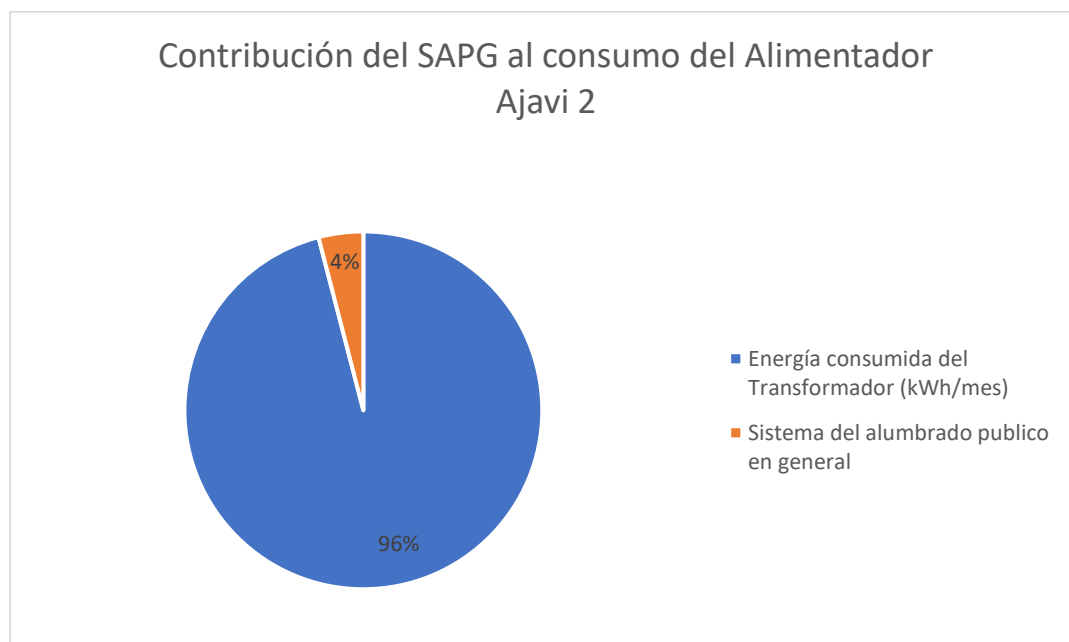
La empresa distribuidora EMELNORTE presenta las pérdidas de energía tanto técnicas como no técnicas dentro del balance energético anualmente, estos valores deben ser argumentadas y sustentados y se presentan a la ARCERNNR entidad que regula y controla las actividades relacionadas con los servicios públicos de energía eléctrica y alumbrado público, la ARCERNNR

estableció niveles de pérdidas admisibles que la empresa distribuidora debe cumplir por ende el análisis y determinación de las pérdidas en el sistema de semaforización del alimentador Ajaví 2 permitirá a la empresa distribuidora estimar las pérdidas en los demás alimentadores de las subestaciones y reconocer estas pérdidas de energía no reconocidas como parte del sistema de alumbrado público en general y reducir las pérdidas presentadas a la ARCERNNR dentro del balance energético que es presentado anualmente permitiéndole a la empresa alejarse de los niveles límites admisibles de pérdidas de energía. (*Agencia de Regulación Y Control de Electricidad | Ecuador - Guía Oficial de Trámites Y Servicios, 2021*).

La energía consumida en el alimentador Ajaví 2 es 1032.059 MWh/mes considerando que el consumo del sistema de semaforización es parte del consumo de energía del Sistema de Alumbrado Público General (SAPG) en la **Figura 34** se muestra la contribución de este con el consumo de energía del alimentador.

#### **Figura 34**

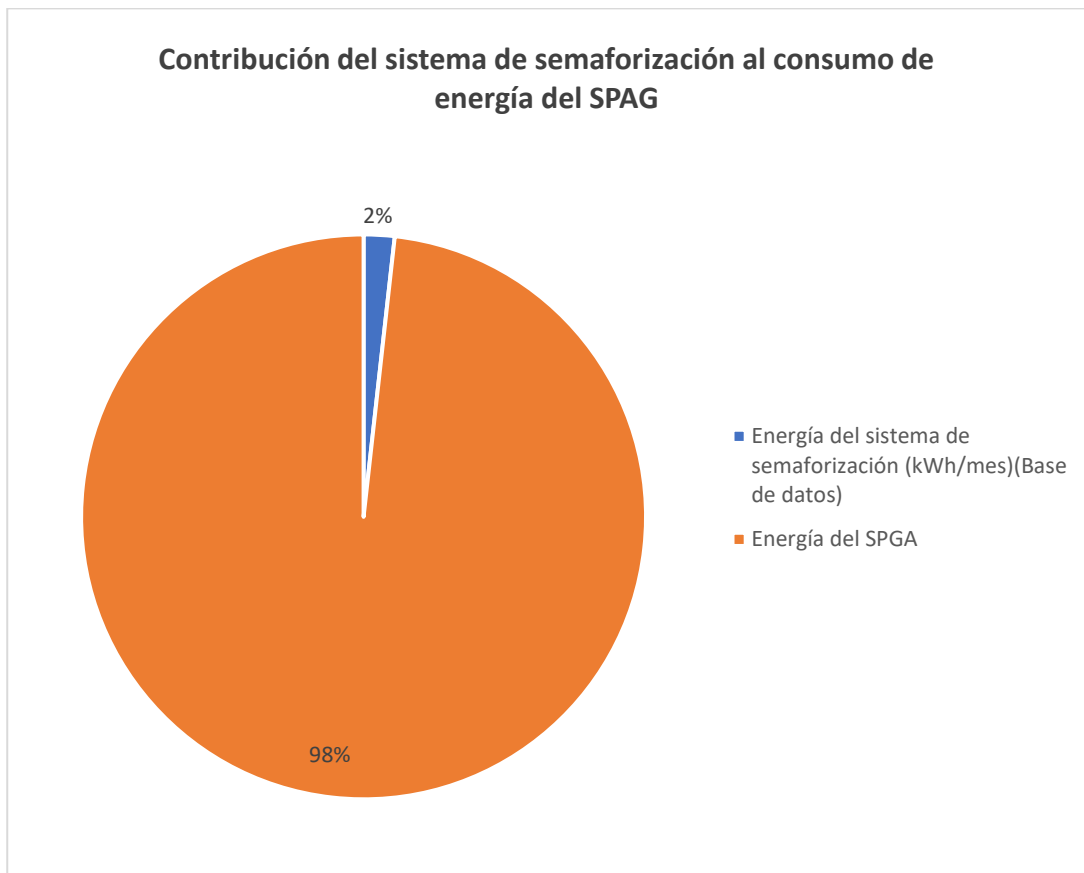
*Comparativa contribución del SAPG al consumo del Alimentador Ajaví 2 aguas abajo.*



De acuerdo con la regulación Nro. ARCERNNR – 006/20 llamada “Prestación de Servicios de Alumbrado Público General” el consumo de energía del sistema de semaforización forma parte del consumo del sistema de alumbrado público general (SAPG) considerando esto se obtuvo el gráfico con la información de la base de datos.

**Figura 35**

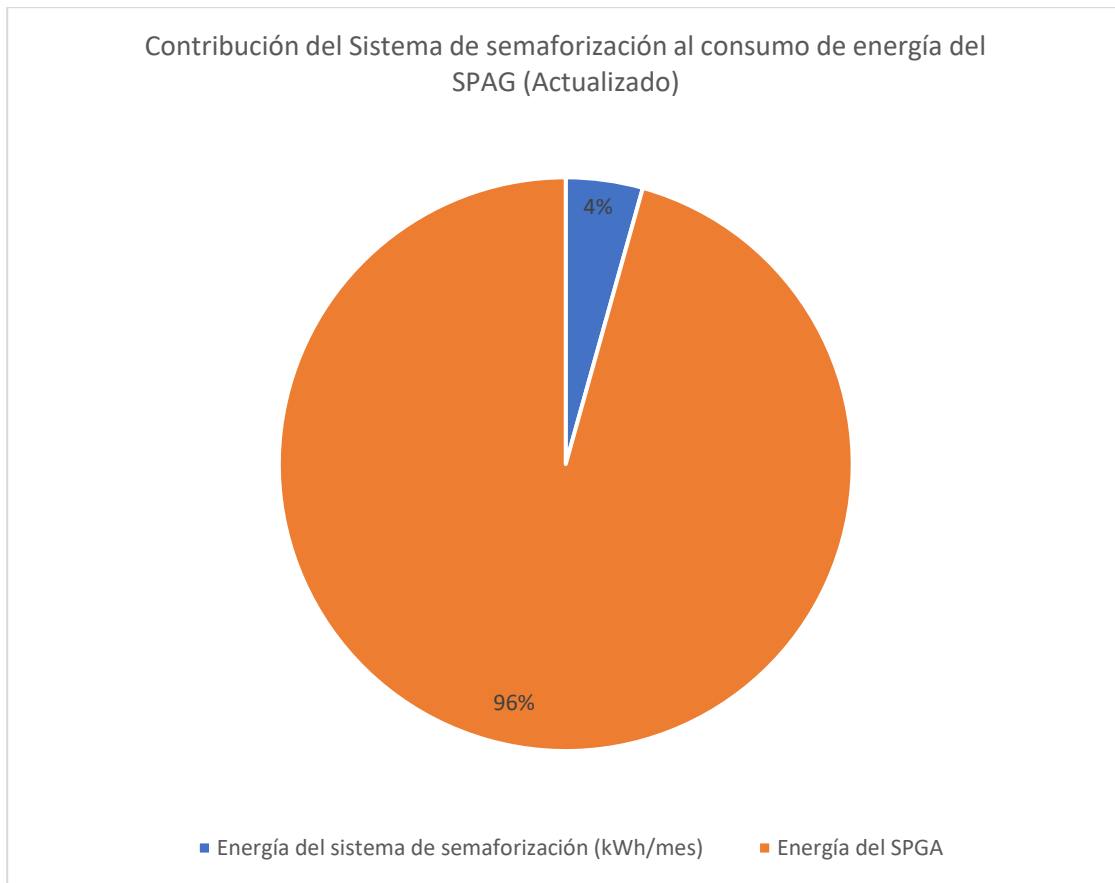
*Comparativa contribución del sistema de semaforización al consumo de energía del SPAG (Base de datos)*



El siguiente la **Figura 36** muestra porcentaje de contribución del consumo de energía estimado después del levantamiento de información al consumo de energía del SAPG.

### Figura 36

*Contribución del sistema de semaforización al consumo de energía del SPAG(Actualizado)*



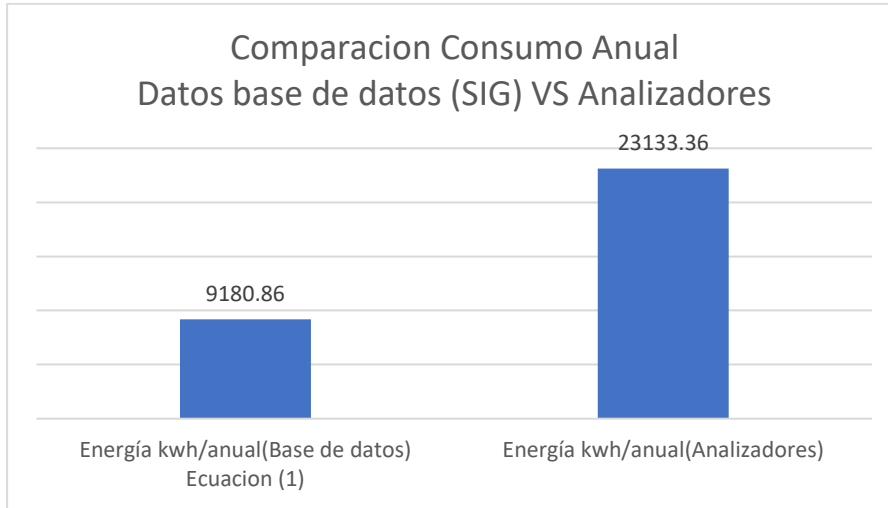
#### **3.4.2 Pérdidas no técnicas anuales en el sistema de semaforización alimentador Ajaví 2**

El consumo de energía mensual del sistema de semaforización calculado por la empresa distribuidora EMELNORTE es del 765.12 kWh/mes y el obtenido utilizando los datos de consumo de energía de los analizadores, se obtuvo un valor 1927.77 kWh/mes, estos valores extrapolados a un año se pueden observar en la siguiente **Figura 37**.



**Figura 37**

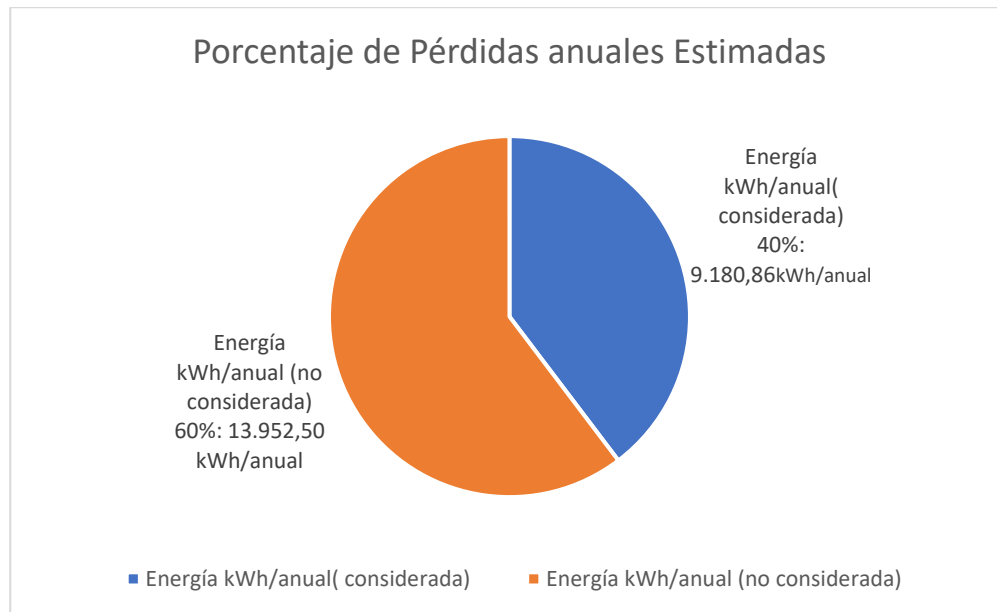
*Comparativa consumo de energía anual calculado por la empresa distribuidora EMELNORTE vs consumo de energía anual calculada con analizadores*



Considerando estos valores se determinó las pérdidas anuales que se tendría en la empresa distribuidora EMELNORTE. Esto se puede observar en la siguiente **Figura 38**.

**Figura 38**

*Porcentaje de Pérdidas anuales en el sistema de semaforización alimentador Ajaví 2*



### ***3.4.3 Causas de las pérdidas no técnicas en el sistema de semaforización***

Al analizar el sistema de semaforización y la base de datos de la empresa distribuidora EMELNORTE determine las siguientes posibles causas de las pérdidas que se dan en el sistema de semaforización del alimentador Ajaví 2.

- a) El tiempo utilizado en el cálculo de consumo de energía en el sistema de semaforización no toma en consideración el régimen de funcionamiento del sistema de semaforización, estos pueden ser de régimen permanente en el día e intermitente en la noche.
- b) La información entregada correspondiente a los sistemas de semaforización como especificaciones técnicas, coordenadas de ubicación y numero de semáforos instalados no son los correctos. En consecuencia, la base de datos de la empresa distribuidora EMELNORTE correspondiente al sistema de semaforización no se encuentra actualizada en comparación a la base de datos de MOVILDELNOR.
- c) La información incompleta de la Ubicación de reguladores, acometida e instalación del sistema de semaforización afecta al sistema ArcGIS por lo siguiente, el regulador que cumple la función de control local de los semáforos, controla los diferentes grupos semafóricos lo que quiere decir que puede controlar una o más intersecciones. La ubicación de los sistemas de semaforización en ArcGIS no toma en cuenta esto por lo que existen semáforos que son pertenecientes al circuito del alimentador Ajaví 2 que no son visibles o no están ubicados en este si no en otro circuito.

### 3.5 Análisis de costos del sistema de semaforización

El costo de la energía kWh que se cobra a los sistemas de alumbrado público en general y sistemas de semaforización es de 0.034613\$, este valor es referente al precio por kW, como lo indica la regulación estos servicios un derecho público por ende no se deben cobrar o facturar el consumo de energía. Para la empresa distribuidora EMELNORTE con el precio actual y la con la base de datos actual representa un valor de 26.48\$.

A Continuación, se observa en la tabla 29 el valor facturado en los reguladores de tráfico analizados.

**Tabla 29**

*Análisis económico de reguladores de trafico*

Regulador	kWfact	Costo	<b>Total, Facturado \$</b>
Regulador 1	139.09	<b>0.034613</b>	4.8143222
Regulador 2	164.63	<b>0.034613</b>	5.6983382
Regulador 3	83.59	<b>0.034613</b>	2.8933007
Regulador 4	113.54	<b>0.034613</b>	3.92996
Regulador 5	86.74	<b>0.034613</b>	3.0023316
Total	587.59		20.3382527

El total facturado del después de obtener el valor estimado de consumo del sistema de semaforización se presenta una comparativa del valor con la base de datos y el valor con el levantamiento o actualización.

**Tabla 30**

*Comparativa de costos actuales vs levantamiento*

	<b>KWfact.</b>	<b>costo</b>	<b>TOTAL, FACTURADO</b>
<b>Semáforos EMELNORTE (Base de datos)</b>	<b>765.07</b>	<b>0.034613</b>	<b>26.48</b>
<b>Semáforos EMELNORTE Actualizado</b>	<b>1,927.77</b>	<b>0.034613</b>	<b>66.72</b>

Considerando que las pérdidas en el sistema son de 1162.698 kWh/mes y utilizando la ecuación (3) el valor equivalente en facturación de las pérdidas es de 40.24\$ mensuales, Utilizando la formula (2) se estimó el costo por pérdidas de potencia en el sistema de semaforización dándonos un resultado de 0.01916\$, se debe considerar de que la potencia en la base de datos de la empresa distribuidora EMELNORTE la potencia la correcto y que la potencia utilizada para determinar las pérdidas de potencia es la estimada real a partir de los datos de los analizadores.

Considerando esto y utilizando la ecuación (4) tenemos un costo de operación anualizados traídos al presente de 2. 034613\$.De la ecuación (5) tenemos un costo mensual total de 42,29\$ que no se factura mensualmente en la empresa distribuidora EMELNORTE del sistema de semaforización del alimentador Ajaví 2.

### **3.6 Desarrollo de estrategia de mejora**

La actualización de la base de datos del sistema de semaforización de la empresa distribuidora EMELNORTE permitirá tener un valor de la energía consumida más cercano al real como se puede ver **Figura 26** a diferencia en la energía calculada con los datos actualizados, energía la calcula con la información actual que tienen la empresa distribuidora EMELNORTE tienen una diferencia notable.

La elaboración de un formulario de conexión a la red permitirá mejorar la actualización y cálculo de energía en la empresa distribuidora EMELNORTE lo que permitirá disminuir las pérdidas en este sistema de semaforización, a continuación, se presenta una propuesta de formulario para cumplir con este objetivo.

## Formulario de conexión de acometida Sistema de semaforización

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del encargado técnico solicitante: \_\_\_\_\_

Nombre de la Empresa solicitante: \_\_\_\_\_

1. Información de la ubicación del semáforo: \_\_\_\_\_

Nombre de la calle/intersección: \_\_\_\_\_

Ciudad/localidad: \_\_\_\_\_

Coordenadas GPS (opcional): \_\_\_\_\_

2. Información del Equipo de Semáforos: \_\_\_\_\_

Tipo de suministro (Monofásico, Trifásico): \_\_\_\_\_

Cantidad de semáforos (cantidad total en el sistema de semaforización): \_\_\_\_\_

Tipo de semáforo: \_\_\_\_\_

Identifique el número de semáforos por tipo

Semáforo Vehicular	Semáforo Vehicular	Semáforo Vehicular	Señal acústica

Marca/modelo del semáforo: \_\_\_\_\_

Potencia nominal del semáforo (en Watts) por cada tipo: \_\_\_\_\_

Semáforo Vehicular	Semáforo Vehicular	Semáforo Vehicular	Señal acústica

3. Información del regulador de Trafico

Tipo de suministro (Monofásico, Trifásico): \_\_\_\_\_

Voltaje requerido: \_\_\_\_\_

Potencia del regulador de tráfico (en watts): \_\_\_\_\_

Cantidad de semáforos controlados por el regulador:

4. Documentos adjuntos

- Planos del sistema de semaforización con ubicación de los semáforos.
- Especificaciones técnicas del sistema de semaforización

-----

Firma del representante de la empresa

Al momento de la realización de este trabajo de grado se actualizo la regulación Nro. ARCERNNR – 006/20 llamada “Prestación de Servicios de Alumbrado Público General”, entro en ejecución la regulación Nro. ARCERNNR – 007/23 llamada “ Normativa para la prestación de Servicios de Alumbrado Público General” se analizó la nueva regulación llegando a la conclusión que las regulación concernientes a los sistemas de semaforización se mantenían constantes de acuerdo a esto no se realizó cambios en el trabajo de grado, se recomienda para trabajos futuros trabajar con la nueva regulación Nro. ARCERNNR – 007/23.

## Conclusiones

En resumen, a través de la descripción detallada del sistema de semaforización realizada en campo, se logró comprender y documentar las características técnicas de los semáforos utilizados, así como los métodos de control y las normas que guían su funcionamiento. Esta base de conocimiento proporciona el fundamento necesario para abordar los siguientes objetivos y contribuye a una mejor comprensión del consumo de energía asociado a este sistema, por lo que es imperativo que las empresas distribuidoras cuenten con información actualizada de los sistemas de semaforización. Así mismo es necesario la aplicación adecuada de la regulación Nro. ARCERNNR – 006/20 llamada “Prestación de Servicios de Alumbrado Público General”.

En conclusión, el diagnóstico exhaustivo de las variables, tipo de luminaria, sistema de control, régimen de funcionamiento (ciclos de funcionamiento) y características técnicas de los semáforos permitió obtener información crucial sobre los consumos de energía y potencia, evidenciando el incumplimiento de la regulación ARCERNNR – 006/20 al no registrar componentes y elementos del sistema de semaforización reflejando un porcentaje elevado de elementos no registrados y catalogados en la base de datos del sistema de semaforización siendo este del 64%, el consumo de energía calculado del sistema de semaforización es de 765.07 kWh/mes obtenido con los datos del sistema de semaforización. a partir de los datos de consumo de energía obtenidos con los analizadores se determinó el consumo mensual estimado real del sistema de semaforización 1927.78kW/mes, con los dos datos se determinó que la empresa distribuidora EMELNORTE no considera el 60% de la energía que consume el sistema de semaforización en el alimentador Ajaví 2 siendo este de 1162.698kWh/mes, causado principalmente por la desactualización de la base de datos, este valor de energía es considerado

como pérdidas no técnicas al no ser considerado como parte del consumo de energía del sistema de semaforización al realizar el balance energético, aumentando el porcentaje de pérdidas de la empresa distribuidora EMELNORTE acercándolo a los niveles admisibles de pérdidas establecidos por la ARCERNNR.

## **Recomendaciones**

El análisis realizado en este trabajo de grado resalto la importancia de mantener una base de datos actualizada para la realización del cálculo del balance energético en el sistema de semaforización del alimentador Ajaví 2. Es necesario la aplicación de la norma en cada alimentador de las subestaciones esto permitirá mantener una base de datos actualizada y la realización del cálculo del consumo energía más precisa cumplimiento con la regulación Nro. ARCERNNR – 006/20 llamada “Prestación de Servicios de Alumbrado Público General”.

El análisis del funcionamiento de los sistemas de semaforización es necesario para el registro de los consumos de energía y potencia, la manera más adecuada sería disponer de un canal directo y adecuado para la entrega de información entre las empresas con la respectiva competencia como dicta la actual regulación.

El análisis profundo de pérdidas en todos los alimentadores de las subestaciones permitirá la determinación precisa el consumo de energía real en cada subestación. Este proceso contribuirá a la reducción del porcentaje de pérdidas de energía no técnicas reportado por la empresa distribuidora EMELNORTE en su balance energético ante la ARCERNNR.



El planteamiento de un análisis de factibilidad de la implementación de un sistema automatizado de registro del consumo de energía en los sistemas de semaforización, mediante instalación de sistemas automatizados que permitan el registro del consumo de energía en los sistemas de semaforización, Smart grids u medidores inteligentes que registren y envíen información del consumo de energía de los semáforos automáticamente a una base de datos digital creada específicamente para el registro del consumo de energía del sistema de semaforización.

## Referencias

- Estefanía, P. P. (2020). *“PROPUESTA DE UN MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN Y REPARTICIÓN*. Latacunga: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI .
- 2.-Informe-Analisis-y-Determinacion-del-Costo-del-SAPG-2022.pdf*. (s. f.).
- Carlos, P. P. J. (2017). Análisis Comparativo Del Sistema Tradicional De Semaforización Vs Una Propuesta De Semaforización Inteligente, Para La Reducción Del Congestionamiento Vehicular, En La Ciudad De Guayaquil.
- Regulación Nro. Arcernnr-007/23. (2023). Arcernnr, 36.
- Santiago, G. Q. F. (2019). Ingeniero En Electrónica Digital Y Telecomunicaciones.
- Anguilero, J. I. M. (2018). *Aplicación Y Evaluación De Las Metodologías Para El Cálculo De Pérdidas Técnicas En Baja Tensión Para Redes De Distribución De Energía Eléctrica De El Salvador*.

Ayala López, R. A. (2020). *Análisis de las pérdidas de potencia y energía en las lámparas y sus componentes y determinación del tiempo de funcionamiento del sistema de alumbrado público* [BachelorThesis, Quito, 2020.].

<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20811>

Ayala, R. A., Otero, P. E., & Calle, V. E. (2020a). *Power and energy losses calculation methodology in the public lighting system of Ecuador Metodología de cálculo de pérdidas de potencia y energía en el sistema de alumbrado público del Ecuador*. 17, 9.

Giovanny, C. P. S., & Ricardo, F. P. A. (2014). *"Diseño E Implementación De Semáforos En Lugares Estratégicos Y Vulnerables Del Cantón La Maná, Provincia De Cotopaxi."*

("Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi: Diseño e ... - UTC")

Girón Ontaneda, I. A. (2019). *Diseño de una red soterrada de medio voltaje, bajo voltaje y alumbrado público del centro de la ciudad de Ibarra para la Empresa Eléctrica Regional Norte* [BachelorThesis]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9588>

Gustavo Ayala Rada, & Wilson Cueva Jarrin. (2015). *Modelado de un Sistema de Semaforización de Bajo Costo, Basado en Tecnología LED y Energías Renovables, Utilizando Señales de Sensores Digitales y Algoritmos Computacionales para la Gestión de Tráfico Vehicular y Peatonal* [Universidad Católica De Santiago De Guayaquil].

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/4466/1/T-UCSG-PRE-TEC-IECA-38.pdf>

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/4466/1/T-UCSG-PRE-TEC-IECA-38.pdf>

López, R. A. A., Valladares, P. E. O., & Martínez, H. N. A. (s. f.). *Análisis De Las Pérdidas De Potencia Y Energía En Las Lámparas Y Sus Componentes Y Determinación Del Tiempo De Funcionamiento Del Sistema De Alumbrado Público*. 165.

Reasco, F. A. F. (2014). Estudio De Pérdidas Técnicas De Energía Eléctrica En La Subestación San Gabriel De La Empresa Eléctrica Regional Norte S. A. *Universidad Técnica Del Norte*, 90.

Reasco, F. A. F. (2019). *Modelado de un Sistema de Semafización de Bajo Costo, Basado en Tecnología LED y Energías Renovables, Utilizando Señales de Sensores Digitales y Algoritmos Computacionales para la Gestión de Tráfico Vehicular y Peatonal*. 90.

*T-UCSG-PRE-TEC-IECA-38.pdf*. (s. f.). Recuperado 7 de febrero de 2023, de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/4466/1/T-UCSG-PRE-TEC-IECA-38.pdf>

Vaca Peñafiel, A. V. (2011). *Propuesta de un Método para la Determinación y Repartición de Costos por Servicio de Alumbrado Público* [BachelorThesis, QUITO/EPN/2011]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3812>

Villavicencio Bellolio, C. A., Cardenas Mosquera, G. A., & Hidalgo Silva, L. A. (2018). *Análisis técnico y económico para la reducción de pérdidas técnicas y comerciales de energía en la Empresa Eléctrica Regional Guayas—Los Ríos EMELGUR* [BachelorThesis, Espol]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/44306>

Equipos De Semafización. (2023). Retrieved 30 January 2023, from <https://solutraffic.co/equipos-de-semaforización/>

Andrés. (2019, October 27). *Como reducir las pérdidas de energía en sistemas de distribución*. Electricaplicada. <https://www.electricaplicada.com/pérdidas-sistemas-distribucion/>

*Regulación y Control – Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables*. (2020). [Controlrecursosyenergia.gob.ec](http://controlrecursosyenergia.gob.ec). <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/regulacion-y-control/>

*Regulador De Tráfico Urbano -Mfu3000*. (N.D.). Retrieved March 8, 2023, From

[https://www.sice.com/sites/sice/files/2016-10/Tu\\_Regulador\\_Esp\\_\(7\).pdf](https://www.sice.com/sites/sice/files/2016-10/Tu_Regulador_Esp_(7).pdf).

Fluke. (2023). *Registadores trifásicos de calidad eléctrica de la Serie 1740 de Fluke Memobox*.

Fluke.com. <https://www.fluke.com/es-ec/producto/comprobacion-electrica/calidad-electrica/1740#>

SICE. (s.f.) Sistema De Control Del Tráfico Urbano-Adimot. SICE. (<https://www.sice.com/documentos>)

*Agencia de Regulación y Control de Electricidad / Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios*. (2021). [www.gob.ec](http://www.gob.ec). <https://www.gob.ec/arconel>

## Anexos 1

### Ubicación de Semáforos alimentados por el Alimentador Ajaví 2.

**Tabla 31**

*Ubicación Semáforos Alimentador Ajaví 2(ArcGIS, EMELNORTE).*

No.	Alimentador	Ubicación	PUESTO. TRANSFDIS TOBJECTID	HORAS FUNC1	Fase Conexión	Tipo de Semáforo
1	ALIM-AJAVI 2	Mejía y Chica Narváez	20880	24	BC	Vehicular
2	ALIM-AJAVI 2	Mejía y Chica Narváez	20880	24	BC	Vehicular
3	ALIM-AJAVI 2	Mejía y Chica Narváez	20880	24	BC	Vehicular
4	ALIM-AJAVI 2	Mejía y Chica Narváez	20880	24	BC	Vehicular
5	ALIM-AJAVI 2	Borrero y Rodríguez	29781	24	BC	Vehicular
6	ALIM-AJAVI 2	Borrero y Rodríguez	29781	24	BC	Vehicular
7	ALIM-AJAVI 2	Borrero y Rodríguez	29781	24	BC	Vehicular

8	ALIM- AJAVI 2	Borrero y Rodríguez	29781	24	BC	Vehicular
9	ALIM- AJAVI 2	Borrero y Rodríguez	29781	24	BC	Vehicular
10	ALIM- AJAVI 2	Borrero y Rodríguez	29781	24	BC	Vehicular
11	ALIM- AJAVI 2	Borrero y Chica Narváez	20880	24	BC	Vehicular
12	ALIM- AJAVI 2	Borrero y Chica Narváez	20880	24	BC	Vehicular
13	ALIM- AJAVI 2	Borrero y Chica Narváez	20880	24	BC	Vehicular
14	ALIM- AJAVI 2	Borrero y Chica Narváez	20880	24	BC	Vehicular
15	ALIM- AJAVI 2	Luis Cabezas y Montoya	29720	24	BC	Vehicular
16	ALIM- AJAVI 2	Luis Cabezas y Montoya	29720	24	BC	Vehicular
17	ALIM- AJAVI 2	Luis Cabezas y Montoya	29720	24	BC	Vehicular
18	ALIM- AJAVI 2	Luis Cabezas y Montoya	29720	24	BC	Vehicular
19	ALIM- AJAVI 2	Olmedo y Velasco	29799	24	BC	Vehicular
20	ALIM- AJAVI 2	Olmedo y Velasco	29799	24	BC	Vehicular
21	ALIM- AJAVI 2	Olmedo y Velasco	29799	24	BC	Vehicular
22	ALIM- AJAVI 2	Olmedo y Velasco	29799	24	BC	Vehicular
23	ALIM- AJAVI 2	Velasco y Sanches y Cifuentes	29794	24	B	Vehicular
24	ALIM- AJAVI 2	Velasco y Sanches y Cifuentes	29794	24	B	Vehicular
25	ALIM- AJAVI 2	Velasco y Sanches y Cifuentes	29794	24	B	Vehicular
26	ALIM- AJAVI 2	Velasco y Sanches y Cifuentes	29794	24	B	Vehicular
27	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Jaime Rivadeneira	29717	24	BC	Vehicular
28	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Jaime Rivadeneira	29717	24	BC	Vehicular
29	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Jaime Rivadeneira	29717	24	BC	Vehicular
30	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Jaime Rivadeneira	29717	24	BC	Vehicular
31	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Jaime Rivadeneira	29717	24	BC	Vehicular
32	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Jaime Rivadeneira	29717	24	BC	Vehicular
33	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Jaime Rivadeneira	29717	24	BC	Vehicular
34	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Jaime Rivadeneira	29717	24	BC	Vehicular
35	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Jaime Rivadeneira	29717	24	BC	Vehicular
36	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Jaime Rivadeneira	29717	24	BC	Vehicular
37	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Jaime Rivadeneira	29717	24	BC	Vehicular

38	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Jaime Rivadeneira	29717	24	BC	Vehicular
39	ALIM- AJAVI 2	Fray vacas y AV. Mariano acosta	29707	24	BC	Vehicular
40	ALIM- AJAVI 2	Fray vacas y AV. Mariano acosta	29707	24	BC	Vehicular
41	ALIM- AJAVI 2	Fray vacas y AV. Mariano acosta	29707	24	BC	Vehicular
42	ALIM- AJAVI 2	Fray vacas y AV. Mariano acosta	29707	24	BC	Vehicular
43	ALIM- AJAVI 2	Fray vacas y AV. Mariano acosta	29707	24	BC	Vehicular
44	ALIM- AJAVI 2	Fray vacas y AV. Mariano acosta	29707	24	BC	Vehicular
45	ALIM- AJAVI 2	Fray vacas y AV. Mariano acosta	29707	24	BC	Vehicular
46	ALIM- AJAVI 2	Fray vacas y AV. Mariano acosta	29707	24	BC	Vehicular
47	ALIM- AJAVI 2	Fray vacas y AV. Mariano acosta	29707	24	BC	Vehicular
48	ALIM- AJAVI 2	Fray vacas y AV. Mariano acosta	29707	24	BC	Vehicular
49	ALIM- AJAVI 2	Fray vacas y AV. Mariano acosta	29707	24	BC	Vehicular
50	ALIM- AJAVI 2	Fray vacas y AV. Mariano acosta	29707	24	BC	Vehicular
51	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Moncayo	29707	24	BC	Vehicular
52	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Moncayo	29707	24	BC	Vehicular
53	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Moncayo	29707	24	BC	Vehicular
54	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Moncayo	29707	24	BC	Vehicular
55	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Moncayo	29707	24	BC	Vehicular
56	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Moncayo	29707	24	BC	Vehicular
57	ALIM- AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Moncayo	29707	24	BC	Vehicular
58	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Eugenio espejo	29780	24	B	Vehicular
59	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Eugenio espejo	29780	24	B	Vehicular
60	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Eugenio espejo	29780	24	B	Vehicular
61	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Eugenio espejo	29780	24	B	Vehicular
62	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Eugenio espejo	29780	24	B	Vehicular
63	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Eugenio espejo	29780	24	B	Vehicular
64	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Eugenio espejo	29780	24	B	Vehicular
65	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Sánchez y Cifuentes	29780	24	B	Vehicular
66	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Sánchez y Cifuentes	29780	24	B	Vehicular
67	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Sánchez y Cifuentes	29780	24	B	Vehicular

68	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Sánchez y Cifuentes	29780	24	B	Vehicular
69	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Sánchez y Cifuentes	29780	24	B	Vehicular
70	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Sánchez y Cifuentes	29780	24	B	Vehicular
71	ALIM- AJAVI 2	Sánchez y Cifuentes y Colon	29791	24	B	Vehicular
72	ALIM- AJAVI 2	Sánchez y Cifuentes y Colon	29791	24	B	Vehicular
73	ALIM- AJAVI 2	Sánchez y Cifuentes y Colon	29791	24	B	Vehicular
74	ALIM- AJAVI 2	Sánchez y Cifuentes y Colon	29791	24	B	Vehicular
75	ALIM- AJAVI 2	Colon y Olmedo	29799	24	BC	Vehicular
76	ALIM- AJAVI 2	Colon y Olmedo	29799	24	BC	Vehicular
77	ALIM- AJAVI 2	Colon y Olmedo	29799	24	BC	Vehicular
78	ALIM- AJAVI 2	Colon y Olmedo	29799	24	BC	Vehicular
79	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Olmedo	29800	24	BC	Vehicular
80	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Olmedo	29800	24	BC	Vehicular
81	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Olmedo	29800	24	BC	Vehicular
82	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Olmedo	29800	24	BC	Vehicular
83	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Olmedo	29800	24	BC	Vehicular
84	ALIM- AJAVI 2	Pérez guerrero y Olmedo	29800	24	BC	Vehicular
85	ALIM- AJAVI 2	Sánchez y Cifuentes y Obispo Mosquera	29691	24	BC	Vehicular
86	ALIM- AJAVI 2	Sánchez y Cifuentes y Obispo Mosquera	29691	24	BC	Vehicular
87	ALIM- AJAVI 2	Sánchez y Cifuentes y Obispo Mosquera	29691	24	BC	Vehicular
88	ALIM- AJAVI 2	Sánchez y Cifuentes y Obispo Mosquera	29691	24	BC	Vehicular
89	ALIM- AJAVI 2	Eugenio Espejo y Obispo Mosquera	29691	24	BC	Vehicular
90	ALIM- AJAVI 2	Eugenio Espejo y Obispo Mosquera	29691	24	BC	Vehicular
91	ALIM- AJAVI 2	Eugenio Espejo y Obispo Mosquera	29691	24	BC	Vehicular
92	ALIM- AJAVI 2	Eugenio Espejo y Obispo Mosquera	29691	24	BC	Vehicular
93	ALIM- AJAVI 2	Eugenio Espejo y Obispo Mosquera	29691	24	BC	Vehicular
94	ALIM- AJAVI 2	Eugenio Espejo y Obispo Mosquera	29691	24	BC	Vehicular
95	ALIM- AJAVI 2	Eugenio Espejo y Obispo Mosquera	29691	24	BC	Vehicular
96	ALIM- AJAVI 2	Eugenio Espejo y Obispo Mosquera	29691	24	BC	Vehicular
97	ALIM- AJAVI 2	Eugenio Espejo y Obispo Mosquera	29691	24	BC	Vehicular

98	ALIM- AJAVI 2	Julio Andrade y Rafael Larrea	29740	24	C	Vehicular
99	ALIM- AJAVI 2	Julio Andrade y Rafael Larrea	29740	24	C	Vehicular
100	ALIM- AJAVI 2	Julio Andrade y Rafael Larrea	29740	24	C	Vehicular
101	ALIM- AJAVI 2	Pasquel Monje y Sanches y Cifuentes	29782	24	C	Vehicular
102	ALIM- AJAVI 2	Pasquel Monje y Sanches y Cifuentes	29782	24	C	Vehicular
103	ALIM- AJAVI 2	Pasquel Monje y Sanches y Cifuentes	29782	24	C	Vehicular
104	ALIM- AJAVI 2	Pasquel Monje y Sanches y Cifuentes	29782	24	C	Vehicular
105	ALIM- AJAVI 2	Pasquel Monje y Sanches y Cifuentes	29782	24	C	Vehicular
106	ALIM- AJAVI 2	Pasquel Monje y Sanches y Cifuentes	29782	24	C	Vehicular
107	ALIM- AJAVI 2	Pasquel Monje y Sanches y Cifuentes	29782	24	C	Vehicular
108	ALIM- AJAVI 2	Pasquel Monje y Sanches y Cifuentes	29782	24	C	Vehicular
109	ALIM- AJAVI 2	Pasquel Monje y Sanches y Cifuentes	29782	24	C	Vehicular
110	ALIM- AJAVI 2	Pasquel Monje y Sanches y Cifuentes	29782	24	C	Vehicular
111	ALIM- AJAVI 2	Pasquel Monje y Sanches y Cifuentes	29782	24	C	Vehicular
112	ALIM- AJAVI 2	Pasquel Monje y Sanches y Cifuentes	29782	24	C	Vehicular
113	ALIM- AJAVI 2	Flores y Jaime Rivadeneira	29745	24	C	Vehicular
114	ALIM- AJAVI 2	Flores y Jaime Rivadeneira	29745	24	C	Vehicular
115	ALIM- AJAVI 2	Flores y Jaime Rivadeneira	29745	24	C	Vehicular
116	ALIM- AJAVI 2	Flores y Jaime Rivadeneira	29745	24	C	Vehicular
117	ALIM- AJAVI 2	Flores y Jaime Rivadeneira	29745	24	C	Vehicular
118	ALIM- AJAVI 2	Flores y Jaime Rivadeneira	29745	24	C	Vehicular
119	ALIM- AJAVI 2	Juan Navas y Jaime Rivadeneira	29738	24	B	Vehicular
120	ALIM- AJAVI 2	Juan Navas y Jaime Rivadeneira	29738	24	B	Vehicular
121	ALIM- AJAVI 2	Juan Navas y Jaime Rivadeneira	29738	24	B	Vehicular
122	ALIM- AJAVI 2	Juan Navas y Jaime Rivadeneira	29738	24	B	Vehicular
123	ALIM- AJAVI 2	Juan Navas y Jaime Rivadeneira	29738	24	B	Vehicular
124	ALIM- AJAVI 2	Juan Navas y Jaime Rivadeneira	29738	24	B	Vehicular
125	ALIM- AJAVI 2	Juan Navas y Jaime Rivadeneira	29738	24	B	Vehicular
126	ALIM- AJAVI 2	Carlos Elías Mesa y Jaime Rivadeneira	29727	24	C	Vehicular
127	ALIM- AJAVI 2	Carlos Elías Mesa y Jaime Rivadeneira	29727	24	C	Vehicular



128	ALIM-AJAVI 2	Carlos Elías Mesa y Jaime Rivadeneira	29727	24	C	Vehicular
129	ALIM-AJAVI 2	Carlos Elías Mesa y Jaime Rivadeneira	29727	24	C	Vehicular
130	ALIM-AJAVI 2	Carlos Elías Mesa y Jaime Rivadeneira	29727	24	C	Vehicular
131	ALIM-AJAVI 2	Carlos Elías Mesa y Jaime Rivadeneira	29727	24	C	Vehicular
132	ALIM-AJAVI 2	Carlos Elías Mesa y Jaime Rivadeneira	29727	24	C	Vehicular
133	ALIM-AJAVI 2	Luis Vargas y Jaime Rivadeneira	29758	24	B	Vehicular
134	ALIM-AJAVI 2	Luis Vargas y Jaime Rivadeneira	29758	24	B	Vehicular
135	ALIM-AJAVI 2	Luis Vargas y Jaime Rivadeneira	29758	24	B	Vehicular
136	ALIM-AJAVI 2	Luis Vargas y Jaime Rivadeneira	29758	24	B	Vehicular
137	ALIM-AJAVI 2	Luis Vargas y Jaime Rivadeneira	29758	24	B	Vehicular
138	ALIM-AJAVI 2	Luis Vargas y Jaime Rivadeneira	29758	24	B	Vehicular
139	ALIM-AJAVI 2	Jaime Rivadeneira y Cristóbal de Troya	26419	24	BC	Cámara de Vigilancia
140	ALIM-AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Chica Narváez	26419	24	BC	Cámara de Vigilancia
141	ALIM-AJAVI 2	Eugenio Espejo y Obispo Mosquera	26419	24	C	Cámara de Vigilancia
142	ALIM-AJAVI 2	Pérez guerrero y Sánchez y Cifuentes	26419	24	A	Cámara de Vigilancia
143	ALIM-AJAVI 2	Rafael Larrea y Sánchez y Cifuentes	26419	24	C	Cámara de Vigilancia
144	ALIM-AJAVI 2	Pasquel Monje y Sanches y Cifuentes	26419	24	C	Cámara de Vigilancia
145	ALIM-AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Jaime Rivadeneira	26419	24	BC	Cámara de Vigilancia
146	ALIM-AJAVI 2	AV. Mariano acosta y Jaime Rivadeneira	26419	24	C	Cámara de Vigilancia
147	ALIM-AJAVI 2	Fray vacas y AV. Mariano acosta	26419	24	BC	Cámara de Vigilancia
148	ALIM-AJAVI 2	Borrero y Chica Narváez	26419	24	BC	Cámara de Vigilancia
149	ALIM-AJAVI 2	Juan Navas y Jaime Rivadeneira	26419	24	C	Cámara de Vigilancia
150	ALIM-AJAVI 2	Pasquel Monje y Darío Egas	26419	24	BC	Cámara de Vigilancia
151	ALIM-AJAVI 2	Pérez guerrero y Eugenio espejo	26419	24	B	Cámara de Vigilancia
152	ALIM-AJAVI 2	Mejía y Chica Narváez	26419	24	BC	Cámara de Vigilancia
153	ALIM-AJAVI 2	Jaime Rivadeneira y Luis Vargas	26419	24	C	Cámara de Vigilancia

Fuente: (ArcGIS, EMELNORTE).

## Anexo 2

### MOVILDELNOR

(MOVIL DELNOR)	Intersección	Báculos Semafóricos	Postes Semafóricos	Cabezales Semafóricos (Vehiculares)	Cabezales Peatonales	Acústicos	Marca/ Regulador	Coordenadas
60	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres	03 Báculos	03 Postes	06 Cabezales Vehiculares	03 Peatonales	02 Acústicos	Sice	0.3533, -78.1244
61	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Carlos Elías Almeida	03 Báculos	03 Postes	07 Cabezales Vehiculares	04 Peatonales	02 Acústicos		0.3526, -78.1239
62	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Juan D. Navas	03 Báculos	02 Postes	06 Cabezales Vehiculares	02 Peatonales	02 Acústicos	Sice	0.3518, -78.1236
63	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Juan Flores	03 Báculos	03 Postes	07 Cabezales Vehiculares	04 Peatonales	02 Acústicos		0.3511, -78.1230
64	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Pedro Moncayo	03 Báculos	03 Postes	07 Cabezales Vehiculares	04 Peatonales	01 acústico	Sice	0.3497, -78.1232
65	Av. Jaime Rivadeneira -Av. Mariano Costa	04 Báculos	08 Postes	12 Cabezales Vehiculares	07 Peatonales	02 Acústicos		0.3486, -78.1233
30	Calle Eusebio Borrero - Calle Pedro Rodríguez	0	04 Postes	04 Cabezales Vehiculares	04 Peatonales	02 Acústicos		0.3542, -78.1214
29	Calle Eusebio Borrero - Calle Chica Narváez	0	04 Postes	04 Cabezales Vehiculares	04 Peatonales	02 Acústicos		0.3540, -78.1205
28	Calle Mejía - Calle Chica Narváez	0	04 Postes	04 Cabezales Vehiculares	04 Peatonales	02 Acústicos		0.3549, -78.1204
19	Calle Juan De Velasco - Calle Sánchez Y Cifuentes	0	04 Postes	04 Cabezales Vehiculares	04 Peatonales	02 Acústicos	Sice	0.3483, -78.1206
20	Calle Juan De Velasco - Calle José Joaquín Olmedo	0	04 Postes	04 Cabezales Vehiculares	04 Peatonales	02 Acústicos		0.3481, -78.1197
22	Calle Sánchez Y Cifuentes - Calle Cristóbal Colon	0	04 Postes	04 Cabezales Vehiculares	04 Peatonales	02 Acústicos		0.3473, -78.1207
21	Calle Cristóbal Colon - Calle José Joaquín Olmedo	0	04 Postes	04 Cabezales Vehiculares	04 Peatonales	02 Acústicos	Sice	0.3471, -78.1198
2	Av. Pérez Guerrero - Calle José Joaquín Olmedo	04 Báculos	03 Postes	06 Cabezales Vehiculares	03 Peatonales	02 Acústicos		0.3461, -78.1200
23	Calle Sánchez Y Cifuentes - Av. Pérez Guerrero	04 Báculos	03 Postes	06 Cabezales Vehiculares	03 Peatonales	02 Acústicos	Sice	0.3462, -78.1209
24	Calle Sánchez Y Cifuentes - Calle Obpo. Mosquera	0	04 Postes	04 Cabezales Vehiculares	04 Peatonales	02 Acústicos		0.3455, -78.1210

81	Av. Espejo - Calle Obispo Pasquel Monje	04 Báculos	06 Postes	12 Cabezales Vehiculares	07 Peatonales	03 Acústicos	Sice	0.3443, - 78.1246
80	Av. Espejo - Av. Teodoro Gómez (No consta en EMELNORTE)	04 Báculos	07 Postes	12 Cabezales Vehiculares	08 Peatonales	02 Acústicos	Sice	0.3430, - 78.1257
82	Darío Egas - Pasquel Monje	02 Báculos	04 Postes	04 Cabezales Vehiculares			Sice	0.3469, - 78.1247
35	Calle Pedro Moncayo- Calle Pedro Rodríguez (Luis Cabezas Borja)	0 Báculos	04 Postes	04 Cabezales Vehiculares	04 Peatonales	02 Acústicos		0.3495, - 78.1222
1	Pérez Guerrero - Calle Simón Bolívar	03 Báculos	03 Postes	08 Cabezales Vehiculares	04 Peatonales	02 Acústicos	Sice	0.3460, - 78.1191
31	Sánchez Y Cifuentes - Calle Mejía	0 Báculos	04 Postes	04 Cabezales Vehiculares	04 Peatonales	02 Acústicos		0.3548, - 78.1195
34	Calle Pedro Moncayo - Calle Chica Narváez	0 Báculos	04 Postes	04 Cabezales Vehiculares	04 Peatonales	02 Acústicos	Sice	0.3494, - 78.1213
35	Calle Pedro Moncayo- Calle Pedro Rodríguez	0 Báculos	04 Postes	04 Cabezales Vehiculares	04 Peatonales	02 Acústicos		0.3495, - 78.1222

Fuente (MOVILDELNOR)

### Anexos 3

**Tabla 32**

*Inventario Comparativo De Los Sistemas De Semaforización Alimentador Ajaví 2*

<b>INVENTARIO COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DE SEMAFORIZACIÓN ALIMENTADOR AJAVÍ 2 EMELNORTE Y MOVILDELNOR</b>								
<b>Intersección</b>	<b>MOVILDELNOR</b>				<b>EMELNORTE</b>			
	<b>Cabezales Semafóricos (Vehiculares)</b>	<b>Cabezales Peatonales</b>	<b>Acústicos</b>	<b>Marca/ Regulador</b>	<b>Cabezales Semafóricos (Vehiculares)</b>	<b>Cabezales Peatonales</b>	<b>Acústicos</b>	<b>Reguladores</b>
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres	6	3	2	Sice	6	0	0	0
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Carlos Elías Almeida	7	4	2	Sice	7	0	0	0
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Juan D. Navas	6	2	2	Sice	7	0	0	0
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Juan Flores	7	4	2	Sice	6	0	0	0
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Pedro Moncayo	7	4	1	Sice	7	0	0	0
Av. Jaime Rivadeneira - Av. Mariano Costa	12	7	2	Sice	12	0	0	0

Calle Eusebio Borrero - Calle Pedro Rodríguez	4	4	2	Sice	6	0	0	0
Calle Eusebio Borrero - Calle Chica Narváez	4	4	2	Sice	4	0	0	0
Calle Mejía - Calle Chica Narváez	4	4	2	Sice	4	0	0	0
Calle Juan De Velasco - Calle Sánchez Y Cifuentes	4	4	2	Sice	4	0	0	0
Calle Juan De Velasco - Calle José Joaquín Olmedo	4	4	2	Sice	4	0	0	0
Calle Sánchez Y Cifuentes - Calle Cristóbal Colon	4	4	2	Sice	4	0	0	0
Calle Cristóbal Colon - Calle José Joaquín Olmedo	4	4	2	Sice	4	0	0	0
Av. Pérez Guerrero - Calle José Joaquín Olmedo	6	3	2	Sice	6	0	0	0
Av. Eugenio Espejo y Av. Pérez Guerrero (MOVILDELNOR)	6	3	2	Sice	7	0	0	0
Calle Sánchez Y Cifuentes - Calle Obpo. Mosquera	4	4	2	Sice	4	0	0	0
Calle Sánchez Y Cifuentes - Av. Pérez Guerrero	6	3	2	Sice	6	0	0	0
Av. Espejo - Calle Obispo Pasquel Monje	12	7	3	Sice	12	0	0	0
Av. Espejo - Av. Teodoro Gómez (No consta en EMELNORTE)	12	8	2	Sice	0	0	0	0

Darío Egas - Pasquel Monje	4	0	0	0	0	0	0	0
Calle Pedro Moncayo- Calle Pedro Rodríguez (Luis Cabezas Borja)	4	4	2	Sice	4	0	0	0
Obispo Mosquera y Eugenio espejo (MOVILDELNOR)	0	0	0	0	9	0	0	0
Av. Eugenio Espejo y Rafael Larrea (MOVILDELNOR)	0	0	0	0	3	0	0	0
Calle Pedro Moncayo - Calle Chica Narváez	4	4	2	Sice	0	0	0	0
Av. Fray Vacas Galindo y C. Darío Egas Grijalva (MOVILDELNOR - EMELNORTE)	0	0	0	0	0	0	0	0
Pérez Guerrero - Calle Simón Bolívar	8	4	2	Sice	6	0	0	0
Sánchez Y Cifuentes - Calle Mejía	4	4	2	Sice	0	0	0	0
Av. Fray Vacas Galindo y Joaquín Sandoval (MOVILDELNOR - EMELNORTE)	0	0	0	0	0	0	0	0
Av. Fray Vacas Galindo y Av. Mariano Acosta (MOVILDELNOR)	0	0	0	0	12	0	0	0

*Nota.* Comparación de las dos bases de datos instalados, se detalla el tipo de semáforos y el número instalados en cada intersección, las últimas intersecciones no constan en las bases de datos de MOVILDELNOR pero sí en la base de datos de EMELNORTE. En los paréntesis se describe la base de datos en la que no están inventariada. Fuente: (MOVILDELNOR, EMELNORTE)

## Anexos 4

**Tabla 33**

*Validación de Ubicaciones y Tipos de Semáforos Instalados en el Alimentador Ajaví*

	<b>Intersección</b>	<b>Cabezales Semafóricos (Vehiculares)</b>	<b>Cabezales Peatonales</b>	<b>Cabezales Direccionales</b>	<b>Acústicos</b>
1	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres	6	3		2
2	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Carlos Elías Almeida	7	4	1	2
3	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Juan D. Navas	5	4	1	2
4	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Juan Flores	6	4	1	1
5	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Pedro Moncayo	6	4	1	2
6	Av. Jaime Rivadeneira - Av. Mariano Costa	8	7	5	2
7	Calle Eusebio Borrero - Calle Pedro Rodríguez	6	4	0	2
8	Calle Eusebio Borrero - Calle Chica Narváez	4	4	0	2
9	Calle Mejía - Calle Chica Narváez	4	4	0	2
10	Calle Juan De Velasco - Calle Sánchez Y Cifuentes	4	4	0	2
11	Calle Juan De Velasco - Calle José Joaquín Olmedo	4	4	0	2
12	Calle Sánchez Y Cifuentes - Calle Cristóbal Colon	4	4	0	2
13	Calle Cristóbal Colon - Calle José Joaquín Olmedo	4	4	0	2



14	Av. Pérez Guerrero - Calle José Joaquín Olmedo	6	3	0	1
15	Calle Sánchez Y Cifuentes - Av. Pérez Guerrero	12	5	0	2
16	Calle Sánchez Y Cifuentes - Calle Obpo. Mosquera	4	4	0	2
17	Av. Espejo - Calle Obispo Pasquel Monje	8	6	3	3
18	Av. Espejo - Av. Teodoro Gómez (No consta en EMELNORTE)	8	8	4	2
19	Darío Egas - Pasquel Monje	8	4	0	2
20	Calle Pedro Moncayo- Calle Pedro Rodríguez (Luis Cabezas Borja)	4	3	0	2
21	Obispo Mosquera y Eugenio espejo (MOVILDELNOR)	9	8	0	2
22	Av. Eugenio Espejo y Rafael Larrea (MOVILDELNOR)	3	1	0	1
23	Av. Fray Vacas Galindo y Joaquín Sandoval (MOVILDELNOR - EMELNORTE)	6	4	0	2
24	Av. Fray Vacas Galindo y Av. Mariano Acosta (MOVILDELNOR)	8	4	4	1
	Sánchez Y Cifuentes - Calle Mejía	4	4		2
25	Calle Pedro Moncayo - Calle Chica Narváez	4	4		2
26	Av. Fray Vacas Galindo y C. Darío Egas Grijalva (MOVILDELNOR - EMELNORTE)	7	4		2
27	Calle Sánchez Y Cifuentes - Av. Pérez Guerrero	6	4		2

28	Pérez Guerrero - Calle Simón Bolívar	6	4	2	2
Total		171	124	21	56

*Nota.* El total de semáforos de todos los tipos es mayor que en las bases de información de EMELNORTE y MOVILDELNOR, se divide el número de reguladores por la razón de que cada regulador controla dos intersecciones.

## Anexos 5

**Tabla 34**

### *Régimen de Funcionamiento Entre Semana*

Interseccion	Tipo de semáforo	Duración de encendido Rojo(seg)		Duración del encendido Verde(seg)		Duración del encendido Amarillo(seg)	
		Calle Principal	Calle Secundaria	Calle Principal	Calle Secundaria	Calle Principal	Calle Secundaria
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres	Vehicular	40	60	50	30	3	3
	Peatonal	40	60	45	32		
	Direccional						
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Carlos Elías Almeida	Vehicular	40	60	50	30	3	3
	Peatonal	40	60	45	32		
	Direccional		50			Intermitent	
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Juan D. Navas	Vehicular	40	60	50	30	3	3
	Peatonal	40	60	45	32		
	Direccioal		50			Intermitent	
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Juan Flores	Vehicular	40	60	50	30	3	3
	Peatonal	40	60	45	32		
	Direccioal						
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Pedro Moncayo	Vehicular	40	60	50	30	3	3
	Peatonal	40	60	45	32		
	Direccioal						
Av. Jaime Rivadeneira -	Vehicular	80	58	30	30	3	3

Av. Mariano Costa	Peatonal	50	32	50	32		
	Direccional	90	90	20	20	3	3
Calle Eusebio Borrero - Calle Pedro Rodríguez	Vehicular	40	60	50	30	3	3
	Peatonal	40	60	45	30		
	Direccional						

Los fines de semana los tiempos de transición del semáforo tanto de la calle principal como la secundaria son los mismos que entre semana, por lo cual no se realizó la división en calle principal y calle secundaria.

### Tabla 35

#### *Régimen de funcionamiento Fin de Semana*

Intersección	Tipo de semáforo	Duración de encendido Rojo(seg)	Duración del encendido Verde(seg)	Duración del encendido Amarillo(seg)
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres	Vehicular	50	47	3
	Peatonal	50	47	
	Direccional	47	47	
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Carlos Elías Almeida	Vehicular	50	47	3
	Peatonal	50	47	
	Direccional	47	47	Intermitente
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Juan Flores	Vehicular	50	47	3
	Peatonal	50	47	
	Direccional	47	47	Intermitente
Calle Mejía - Calle Chica Narváez	Vehicular	50	47	3
	Peatonal	50	47	
	Direccional	47	47	
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Pedro Moncayo	Vehicular	50	47	3
	Peatonal	50	47	
	Direccional	47	47	
Av. Jaime Rivadeneira - Calle Carlos Elías Almeida	Vehicular	50	47	3
	Peatonal	50	47	

Direccional	47	47	Intermitente
-------------	----	----	--------------

**Nota.** Los tiempos dependen del Regulador de Tráfico Urbano – MFU3000.

### Anexo 6

Los tiempos obtenidos en la empresa MOVILDELNOR son los siguientes:

#### HORARIO DE FUNCIONAMIENTO SUB – ÁREA CENTRO HISTÓRICO DE LOS LUNES A JUEVES.

HORARIO	CICLO	Fase 01	Trans. Amarillo	Trans. Rojo	Fase 02	DEFINICIÓN DE HORA
05h00-09h00	100 Segundos	47	3	3	47	Hora pico ingreso a Unidades Educativas.
09h00-12h00	80 Segundos	37	3	3	37	Hora valle
12h00-14h00	100 Segundos	47	3	3	47	Hora pico salida de Unidades Educativas.
14h00-16h00	80 segundos	37	3	3	37	Hora Valle
16h00-20h00	90 segundos	42	3	3	42	Aumenta la carga vehicular por término de jornadas laborales.
20h00 – 23h00	80 segundos	37	3	3	37	Hora valle
23h00 – 04h59			Intermitencia			Semáforos Apagados

Fuente: (MOVILDELNOR).

## HORARIO DE FUNCIONAMIENTO SUB – ÁREA CENTRO HISTÓRICO DE LOS DÍAS

VIERNES.

<b>HORARIO</b>	<b>CICLO</b>	<b>Fase 01</b>	<b>Trans. Amarillo</b>	<b>Trans. Rojo</b>	<b>Fase 02</b>	<b>DEFINICIÓN DE HORA</b>
05h00-09h00	100 Segundos	47	3	3	47	Hora pico ingreso a Unidades Educativas. Hora valle
09h00-12h00	80 Segundos	37	3	3	37	Hora valle
12h00-14h00	100 Segundos	47	3	3	47	Hora pico salida de Unidades Educativas. Hora Valle
14h00-16h00	80 segundos	37	3	3	37	Hora Valle
16h00-20h00	90 segundos	42	3	3	42	Aumenta la carga vehicular por término de jornadas laborales. Hora valle
20h00 – 23h59	80 segundos	37	3	3	37	Hora valle
23h59 – 04h59		Intermitencia		Semáforos Apagados		

Fuente: (MOVILDELNOR).

## HORARIO DE FUNCIONAMIENTO SUB – ÁREA CENTRO HISTÓRICO DE LOS DÍAS

SÁBADO.

<b>HORARIO</b>	<b>CICLO</b>	<b>Fase 01</b>	<b>Trans. Amarillo</b>	<b>Tran. Rojo</b>	<b>Fase 02</b>	<b>DEFINICIÓN DE HORA</b>
05h00-09h00	100 segundos	47	3	3	47	Se mantiene tiempos de hora Pico al ser un día, en cual se verifica mucha actividad en el casco comercial.
09h00-12h00	100 segundos	47	3	3	47	

12h00-14h00	100 segundos	47	3	3	47
14h00-16h00	100 segundos	47	3	3	47
16h00-20h00	100 segundos	47	3	3	47
20h00-23h59	90 segundos	42	3	3	42
23h59 – 04h59	Intermitencia		Semáforos Apagados		

Fuente: (MOVILDELNOR).

#### HORARIO DE FUNCIONAMIENTO SUB – ÁREA CENTRO HISTÓRICO DE LOS DÍAS DOMINGOS.

HORARIO	CICLO	Fase 01	Trans. Amarillo	Trans. Rojo	Fase 02	DEFINICIÓN DE HORA
05h00-09h00	100 segundos	47	3	3	47	Se mantiene tiempos de hora Pico al ser un día, en cual se verifica mucha actividad en el casco comercial.
09h00-12h00	100 segundos					
12h00-14h00	100 segundos					
14h00-15h30	80 segundos					
15h30-22h00	80 segundos	37	3	3	37	
21h00 – 04h59			Intermitencia			Semáforos Apagados

Fuente: (MOVILDELNOR).

#### TABLA HORARIA INTERSECCIÓN CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE IBARRA

Días lunes a Jueves.

05H00 AM HASTA 22H00 PM  
22H00 PM HASTA 05H00 AM

Funcionamiento Normal  
INTERMITENTE (ROJO INTERMITENTE;  
AMARILLO INTERMITENTE).

#### TABLA HORARIA INTERSECCIÓN CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE IBARRA

Días viernes – Sábado.

05H00 AM HASTA 23H30 PM  
23H30 PM HASTA 05H00 AM

Funcionamiento Normal  
INTERMITENTE (ROJO INTERMITENTE;  
AMARILLO INTERMITENTE).

#### TABLA HORARIA INTERSECCIÓN CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE IBARRA

Días domingo.

05H00 AM HASTA 21H00 PM  
21H00 PM HASTA 05H00 AM

Funcionamiento Normal  
INTERMITENTE (ROJO INTERMITENTE;  
AMARILLO INTERMITENTE).

Fuente: (MOVILDELNOR).

## Anexo 7

### Regulador de tráfico Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres

Regulador de tráfico 1 Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres						
Elementos	Potencia (W)	Potencia (kW)	Cantidad	Potencia total(kW)	Pérdidas (%)	Potencias pérdidas
Semáforo Vehicular	6.6	0.0066	13	0.0858	0.1	0.00858
Semáforo Peatonal	6.7	0.0067	1	0.0067	0.1	0.00067
Semáforo Direccional	6.6	0.0066	1	0.0066	0.1	0.00066
Semáforo Acústico	3.3	0.0033	1	0.0033	0	0
Regulador de tráfico	10	0.01	1	0.01	0	0
<b>Total</b>			<b>17</b>	<b>0.1124</b>		<b>0.00991</b>

*Nota. Se considero que en el momento de instalar el analizador en el regulador se encontraron dañados 6 semáforos peatonales y 3 señales acústicas.*

Datos Analizador			
Potencia kW		Energía kWh	
Potencia total 7 días(kW)	117.011509	Energía total 7 días	19.5060102
Potencia total por día(kW)	16.7159299	Energía total por día	2.78657289
Potencia por grupo de semáforos (kW)	0.11608285	Energía por grupo de semáforos	0.0193512
Potencia por mes(kW)	501.477896	Energía por mes	83.5971866
Potencia por semáforo(kW)	0.0068284	Energía por semáforo kWh	0.001138
Potencia por semáforo(W)	6.828	Energía por semáforo Wh	1.138

Regulador de tráfico 1 Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres (Analizador)

Tiempo Horas funcionamiento normal	17	Potencia total kW	0.116
Horas (Intermitente)	7	Energía kWh/mes	83.57
Días	30		

Regulador de tráfico 1 Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres (Formula Actualizada)

Tiempo (Utilizado en EMELNORTE)			
Horas	12	potencia total	0.122
Días	30	Energía kWh/mes	44.030

Regulador de tráfico 1 Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres (Formula datos EMELNORTE)

Tiempo (Utilizado en EMELNORTE)			
Horas	12	potencia total	0.143
Días	30	Energía kWh/mes	51.48

**Regulador de tráfico Calle Eusebio Borrero - Calle Chica Narváez**

Regulador de tráfico - Calle Eusebio Borrero - Calle Chica Narváez

Elementos	Potencia (W)	Potencia (kW)	Cantidad	Potencia total(kW)	Pérdidas (%)	Potencias pérdidas
Semáforo Vehicular	6.6	0.0066	14	0.0924	0.1	0.00924
Semáforo Peatonal	6.7	0.0067	12	0.0804	0.1	0.00804
Semáforo Direccional	6.6	0.0066	0	0	0.1	0
Semáforo Acústico	3.3	0.0033	4	0.0132	0	0
Regulador de trafico	10	0.01	1	0.01	0	0
<b>Total</b>			<b>31</b>	<b>0.196</b>		<b>0.01728</b>

Tiempo (Utilizado en EMELNORTE)

Horas	12	Potencia total KW	0.213
Días	30	Energía kWh/mes	76.7808



Datos Analizador			
Potencia kW		Energía kWh	
Potencia total 7 días(kW)	194.73	Energía total 7 días	32.45
Potencia total por día(kW)	27.81	Energía total por día	4.636
Potencia por mes(kW)	834.56	Energía por mes	139.095
Potencia por grupo de semáforos (kW)	0.193	Energía por grupo de semáforos	0.0321
Potencia por semáforo(kW)	0.00623	Energía por semáforo kWh	0.001038
Potencia por semáforo(W)	6.231	Energía por semáforo Wh	1.039

Regulador de tráfico 1 Calle Eusebio Borrero - Calle Chica Narváez (levantamiento Analizador)			
Tiempo (Analizadores)Horas	17	Potencia total KW	0.193
Horas (Analizadores Intermitente)	7	Energía kWh/mes	139.094
Días	30		

Regulador de tráfico 1 Calle Eusebio Borrero - Calle Chica Narváez (Formula base de datos EMELNORTE actualmente)			
Tiempo (Analizadores)Horas	17	Potencia total KW	0.216
Horas (Intermitente)	7	Energía kWh/mes	77.616
Días	30		

### **Regulador de tráfico 1 Av. Jaime Rivadeneira -Av. Mariano Costa**

<b>Regulador de tráfico 1 Av. Jaime Rivadeneira -Av. Mariano Costa</b>						
	Potencia (W)	Potencia (kW)	Cantidad	Potencia total(kW)	Pérdidas (%)	Potencias pérdidas
Semáforo Vehicular	6.6	0.0066	14	0.0924	0.1	0.00924
Semáforo Peatonal	6.7	0.0067	10	0.067	0.1	0.0067
Semáforo Direccional	6.6	0.0066	5	0.033	0.1	0.0033

Semáforo						
Acústico	3.3	0.0033	2	0.0066	0	0
Regulador de tráfico	10	0.01	1	0.01	0	0
Total			32	0.209		0.01924

Regulador de tráfico 1 Av. Jaime Rivadeneira - Av. Mariano Costa (Fórmula Actualizada)

Tiempo (Utilizado en EMELNORTE) Horas	12	Potencia total KW	0.228
Días	30	Energía kWh/mes	82.166

Datos Analizador

Potencia		Energía kWh	
Potencia total 7 días(kW)	230.4	Energía total 7 días	38.414
Potencia total por día(kW)	32.92	Energía total por día	5.487
Potencia por mes (kW)	987.7	Energía por mes	164.631
Potencia por grupo de semáforos (kW)	0.228	Energía por grupo de semáforos	0.0381
Potencia por semáforo(kW)	0.0071	Energía por semáforo kWh	0.0011833
Potencia por semáforo(W)	7.145	Energía por semáforo Wh	1.190

Regulador de tráfico 1 Av. Jaime Rivadeneira - Av. Mariano Costa (Analizador)

Tiempo (Analizadores)Horas	17	Potencia total KW	0.228
Horas (Intermitente)	7	Energía kWh/mes	164.63
Días	30		

*Nota.* Se muestra los tiempos con los que se calculó con la ecuación (1) y el resultado la energía

Potencia kWh de los Intervalos

Potencia horas (Intermitente) KW	48.017
Potencia horas (Funcionamiento Normal) KW	116.614

Regulador de tráfico 1 Av. Jaime Rivadeneira - Av. Mariano Costa (Formula base de datos EMELNORTE actualmente)

Tiempo (Utilizado en EMELNORTE)	12	Potencia total KW	0.293
Días	30	Energía kWh/mes	105.336

### Regulador de tráfico 1 Calle Pedro Moncayo- Calle Pedro Rodríguez (Luis Cabezas Borja)

Regulador de tráfico 1 Calle Pedro Moncayo- Calle Pedro Rodríguez (Luis Cabezas Borja)						
Elementos	Potencia (W)	Potencia (kW)	Cantidad	Potencia total(kW)	Pérdidas (%)	Potencias pérdidas
Semáforo Vehicular	6.6	0.0066	8	0.0528	0.1	0.00528
Semáforo Peatonal	6.7	0.0067	7	0.0469	0.1	0.00469
Semáforo Direccional	6.6	0.0066	0	0	0.1	0
Semáforo Acústico	3.3	0.00	4	0.0132	0	0
Regulador de tráfico	10	0.01	1	0.01	0	0
<b>Total</b>			<b>20</b>	<b>0.1229</b>		<b>0.00997</b>

Regulador de tráfico Calle Pedro Moncayo- Calle Pedro Rodríguez (Luis Cabezas Borja) (ecuación Base de datos EMELNORTE)			
Tiempo (Utilizado en EMELNORTE) Horas	12	Potencia total KW	0.133
Días	30	Energía kWh/mes	47.83

Datos Analizador			
Potencia kW		Energía kWh	
Potencia total 7 días(kW)	121.446	Energía total 7 días kWh	20.24
Potencia total por día(kW)	17.349	Energía total por día kWh	2.89
Potencia por grupo de semáforos (kW)	0.120	Energía por grupo de semáforos kWh	0.0200
Potencia por mes(kW)	520.485	Energía por mes kWh	86.747
Potencia por semáforo(kW)	0.00602	Energía por semáforo kWh	0.001004
Potencia por semáforo(W)	6.024	Energía por semáforo Wh	1.004

Regulador de tráfico Calle Pedro Moncayo- Calle Pedro Rodríguez (Luis Cabezas Borja) (ecuación Base de datos EMELNORTE Actualizada)			
Tiempo (Utilizado en EMELNORTE) Horas	12	Potencia total KW	0.143
Días	30	Energía kWh/mes	51.48

Regulador de tráfico Calle Pedro Moncayo- Calle Pedro Rodríguez (Luis Cabezas Borja) (Analizador)			
Tiempo (Analizadores)Horas	17	Potencia total KW	0.120

Horas (Intermitente)	7	Energía kWh/mes	86.74751
Días	30		

### Regulador de tráfico 1 Av. Jaime Rivadeneira - Juan de Dios Navas

Regulador de tráfico 1 Av. Jaime Rivadeneira - Juan de Dios Navas						
Elementos	Potencia (W)	Potencia (kW)	Cantidad	Potencia total(kW)	Pérdidas (%)	Potencias pérdidas
Semáforo Vehicular	6.6	0.0066	11	0.0726	0.1	0.00726
Semáforo Peatonal	6.7	0.0067	8	0.0536	0.1	0.00536
Semáforo Direccional	6.6	0.0066	2	0.0132	0.1	0.00132
Semáforo Acústico	3.3	0.0033	4	0.0132	0	0
Regulador de trafico	10	0.01	1	0.01	0	0
<b>Total</b>			<b>26</b>	<b>0.1626</b>		<b>0.01394</b>

Regulador de tráfico Av. Jaime Rivadeneira - Juan de Dios Navas (ecuación Base de datos EMELNORTE)			
Tiempo (Utilizado en EMELNORTE) Horas	12	Potencia total KW	0.177
Días	30	Energía kWh/mes	63.55

Datos Analizador			
Potencia kW		Energía kWh	
Potencia total 7 días(kW)	158.967	Energía total 7 días kWh	26.495
Potencia total por día(kW)	22.709	Energía total por día kWh	3.7849
Potencia por mes(kW)	681.287	Energía por mes kWh	113.547
Potencia por grupo de semáforos (kW)	0.157	Energía por grupo de semáforos kWh	0.02628
Potencia por semáforo(kW)	0.0060656	Energía por semáforo kWh	0.001010
Potencia por semáforo(W)	6.06	Energía por semáforo Wh	1.011

Regulador de tráfico Av. Jaime Rivadeneira - Juan de Dios Navas Rodríguez (Luis Cabezas Borja) (ecuación Base de datos EMELNORTE)			
Tiempo (Utilizado en EMELNORTE) Horas	12	Potencia total KW	0.200
Días	30	Energía kWh/mes	72.072

Regulador de tráfico Av. Jaime Rivadeneira - Juan de Dios Navas (Luis Cabezas Borja) (Analizador)			
Tiempo (Analizadores) Horas	17	Potencia total KW	0.158
Horas (Intermitente)	7	Energía kWh/mes	113.547
Días	30		

### Ubicación de Reguladores de Tráfico

	Ubicación	# de semáforos	Advertencia Acústica	
Regulador de trafico	Av. Jaime Rivadeneira - Av. Mariano Costa	31	4	35
Regulador de trafico	Calle Eusebio Borrero - Calle Chica Narváez	18	4	22
Regulador de trafico	Av. Jaime Rivadeneira - Calle Luis V. Torres	21	4	25
Regulador de trafico	Av. Teodoro Gómez de la Torre y Av. Eugenio Espejo	20	2	22
Regulador de trafico	Sánchez y Cifuentes y Obispo Mosquera	18	4	22
Regulador de trafico	Sánchez y Cifuentes y Cristóbal colon	16	3	19
Regulador de trafico	Av. Pérez Guerrero - Calle José Joaquín Olmedo	21	3	24
Regulador de trafico	Calle Juan De Velasco - Calle Sánchez Y Cifuentes	16	4	20

Regulador de trafico	Pedro Moncayo y Luis Cabezas Borja	15	4	19
Regulador de trafico	Darío Egas Grijalva y Obispo Alejandro Pasquel Monge	23	4	27
Regulador de trafico	Jaime Rivadeneira y Juan de Dios Navas	22	3	25
Regulador de trafico	Av. Fray Vacas Galindo y Av. Mariano Acosta	26	3	29
Regulador de trafico	Av. Eugenio Espejo y Av. Pérez Guerrero	17	2	19
Regulador de trafico	Av. Eugenio Espejo y Obispo Alejandro Pasquel Monge	21	3	24
Regulador de trafico	Obispo Mosquera y Eugenio espejo	17	3	20
Regulador de trafico	Calle Mejía - Calle Chica Narváez	16	4	20
Total Promedio		318	54	23.25

### Anexo 8

Semáforo vehicular					
	verde	Amarillo	Rojo	siclo del semáforo	100s
Tiempo s	47s	3s	50s	segundos del día	86400s
Tiempo h	7.99	0.51	8.5	segundos una hora	3600
Potencia W	10	7	9	segundos en 17h	61200s
				segundos en 7h intermitente	420s
Energía consumida por la luz verde			0.0799		
Energía consumida por la luz amarillo	0.00357	8.1667E-06	0.00357817		

Energía consumida por la luz rojo	0.0765
Potencia del semáforo por día (kW)	0.15997817
Potencia del semáforo en W	6.68

Semáforo Peatonal		
	verde	rojo
tiempo s	47	53
tiempo h	7.99	9.01
potencia W	10	9
Energía consumida por la luz verde		0.0799
Energía consumida por la luz rojo		0.08109
Total, del semáforo por día (kW)		0.16099
Potencia del semáforo en W		6.7079

Acústico	
Tiempo s	47
Tiempo h	7.99
Potencia W	10
Energía consumida por la luz verde	0.0799
Semáforo por día Total (kW)	0.0799
Potencia del semáforo en W	3.329167

Regulador de Trafico	
Tiempo s	86400
Tiempo h	24

Potencia W	10
Energía consumida por la luz verde Semáforo por día total (kW)	0.24
Potencia del semáforo en w	10

#### Consumo total del Sistema de Semaforización del Alimentador Ajaví 2

reguladores	Energía kWh/mes	Energía total del Sistema de Semaforización (KWh/mes)
16	2.643	1927.77