



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS
NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE
PRESUPUESTOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

TESIS DE GRADO PREVIO A OPTAR
POR EL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTROMECAÁNICO

Autor: María Gabriela Tandazo Bazarán

Director: Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

LOJA-ECUADOR

2021

CERTIFICACIÓN

Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Haber dirigido, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación cuyo tema versa en **DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE PRESUPUESTOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN**, previa a la obtención del título de Ingeniera Electromecánica, realizado por la señora egresada: María Gabriela Tandazo Bazarán, la misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Lugar y fecha: Loja, 07 de junio del 2021

.....
Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo **MARÍA GABRIELA TANDAZO BAZARAN**, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula: 1105578585

Fecha: 07 de junio del 2021

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL Y TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, **María Gabriela Tandazo Bazarán**, declaro ser autora de la tesis titulada **DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE PRESUPUESTOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN**, como requisito para optar al grado de **INGENIERA ELECTROMECAÁNICA**; autorizo la sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con los cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización en la ciudad de Loja, a los siete días del mes de junio del dos mil veintiuno.

Firma:

.....
María Gabriela Tandazo Bazarán
CI.1105578585
Dirección: Loja, Calle Bulgaria y Av. Los Paltas
Teléfono celular: 0983215593
Correo electrónico: maria.tandazo@unl.edu.ec

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de tesis: Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

Tribunal de grado:

Presidente: Ing. Jorge Patricio Muñoz Vizhñay

Vocales: Ing. Carlos Raúl Barreto Calle

Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio

DEDICATORIA

A mi familia por ser la estructura de mi vida.

Mis padres por el amor, la paciencia y su respaldo en cada momento, que con su guía hoy soy la mujer que no se deja vencer por nada.

Mis hermanos que estuvieron a mi lado en los momentos difíciles de mi vida.

Mi esposo por su apoyo incondicional, por su sacrificio, y por acompañarme en cada paso, en el transcurso de mis estudios universitarios.

Mis hijos por ser el motor que mueven mi vida, y por ser esa luz al final del túnel que con su sonrisa lograron que jamás me rinda.

A mi cuñado por enseñarme y guiarme en la programación.

Mis segundos padres mis abuelitos que me cuidan desde arriba.

El Autor.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por la confianza, y por su sacrificio para ayudarme a culminar mis estudios superiores, y no dejarme vencer por nada ni por nadie.

A mi director de tesis el Ingeniero Jorge Enrique Carrión González, por haberme apoyado en la selección del tema, por haberme guiado y facilitado la información pertinente, por haberme ayudado a darme cuenta de mis errores y orientarme a lo largo de este trabajo, por sus sabios consejos, le quedo sumamente agradecida.

Por último, agradecerles a todos los docentes que impartieron sus conocimientos en las aulas de clase, ayudando a mi formación profesional, gracias por todo.

El Autor

SIMBOLOGÍA

kW	Kilovatio
kVAR	Kilovolt- ampere reactive
kVA	Kilovolt- ampere
V	Voltio
Pu	Precio unitario (USD)
Pt	Precio del transporte
Pa	Precio de almacenamiento.
Puhe	Precio unitario de herramientas y equipos
Pumo	Precio unitario de mano de obra
Sms	Salario mínimo sectorial
Fr	Fondos de reserva
Dt	Décimo tercero
Dc	Décimo cuarto
AIESSempleado	Aporte al IESS empleado
AIESSempleador	Aporte al IESS empleador
Cf	Costo del flete
Dr	Distancia recorrida (km)
Ctem	Costo de transporte de equipos, materiales y mano de obra
Co	Costo de operación del transporte

ABREVIATURAS

EERSSA:	Empresa Eléctrica Regional del Sur
MERNNR:	Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables
ANSI:	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (American National Standards Institute)
CONELC:	Consejo Nacional de Electricidad
ARCONEL:	Agencia de Regulación y Control de Electricidad
CELEC EP:	Corporación Eléctrica del Ecuador
CNEL:	Corporación Nacional de Electricidad.
IEC:	Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission)
NTE:	Norma Técnica Ecuatoriana
INEN:	Servicio Ecuatoriano de Normalización
ASTM:	Asociación Americana de Ensayo de Materiales (American Society of Testing Materials)
ASCE:	Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles (American Society of Civil Engineers)
NEMA:	Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (National Electrical Manufacturers Association)
CENACE:	Centro Nacional de Control de Energía

UP: Unidades de propiedad

UC: Unidades de construcción

OIT Organización Internacional del Trabajo

LOSNCP Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORÍA.....	III
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL Y TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ABREVIATURAS.....	VIII
ÍNDICE GENERAL	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIX
1. TÍTULO.....	1
2. RESUMEN.....	2
3. INTRODUCCIÓN	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
4.1. Redes de distribución.....	6
4.1.1. Redes eléctricas de distribución de acuerdo a los voltajes nominales.....	6
4.1.1.1. Redes de distribución primarias.....	6
4.1.1.2. Redes de distribución secundarias.....	6
4.1.2. Redes aéreas de distribución.....	6
4.1.2.1. Postes.....	7
4.1.2.2. Conductores.....	7
4.1.2.3. Crucetas.....	7
4.1.2.4. Aisladores.....	7
4.1.2.5. Herrajes.....	7
4.1.2.6. Equipos de seccionamiento y protección.....	7
4.1.2.7. Transformadores.....	8
4.1.3 Red de media tensión.....	8

4.1.3.1. Diseño de líneas y redes aéreas para media tensión.	8
➤ Ruta.	8
➤ Diseño eléctrico.	8
➤ Selección del conductor.	9
➤ Protecciones.	9
➤ Derivaciones de alimentadores primarios o redes de distribución.	10
4.1.4. Red de baja tensión.	10
4.1.5. Unidad de propiedad del MERNNR.	10
4.1.5.1. Primer campo.....	11
4.1.5.2. Segundo campo.....	12
4.1.6. Unidades de construcción.	12
4.1.6.1. Tercer campo.	13
4.1.6.2. Disposición o tipo.....	13
4.1.6.3. Función o especificación.	14
4.1.7. Descripción de materiales y equipos homologados para la construcción de redes eléctricas de media y baja tensión.....	15
4.1.7.1. Accesorios.	15
4.1.7.2. Aisladores.	15
4.1.7.3. Bastidor.....	15
4.1.7.4. Conductores.....	15
➤ Conductor de aluminio-acero.	15
➤ Conductor de aluminio.....	16
➤ Conductor de cobre desnudo cableado.	16
➤ Cable preensamblado.	16
4.1.7.5. Herrajes.....	16
4.1.7.6. Elementos de redes preensambladas.....	16
4.1.7.7. Estructuras en media tensión.	17
4.1.7.8. Estructuras en baja tensión.	17
4.1.7.9. Transformadores en redes de distribución.....	17
4.1.7.10. Alumbrado público en redes de distribución.....	17

4.1.7.11. Medidores en redes de distribución.....	17
4.1.7.12. Postes en redes de distribución.....	17
4.2. Procedimientos de cálculo económico para desarrollar presupuestos.	18
4.2.1. Costos directos.	18
4.2.1.1. Costos de materiales.	18
4.2.1.2. Costos de las herramientas y equipo necesario.....	19
4.2.1.3. Costos de mano de obra.....	20
➤ Cuadrilla tipo de trabajo.	20
➤ Rendimiento.....	21
4.2.1.4. Costo del transporte.....	23
4.2.2. Costos indirectos.....	24
4.2.2.1. Costos administrativos.....	24
➤ Gastos técnicos.....	24
➤ Alquileres y depreciaciones	24
➤ Obligaciones y Seguros	24
➤ Material de consumo.....	24
➤ Capacitación y promoción.....	24
4.2.2.2. Imprevistos de construcción	24
4.2.2.3. Utilidad	25
4.2.3. Reajuste de precios en obras (fórmula polinómica).....	25
4.2.3.1. Estructura de la fórmula polinómica.....	26
4.2.3.2. Aplicación de la formula de reajuste de precios.....	27
4.2.4. Normativas	27
4.2.4.1. Regulaciones.....	28
4.2.4.2. Normas técnicas.....	28
4.2.5. Servicio nacional de contratación pública.....	29
4.2.5.1. RUP.....	30
4.2.5.2. Normas correspondientes a los procesos de contratación.....	30
4.2.5.3. Definición de términos contrato	31
4.3. Descripción y desarrollo de la aplicación	32
4.3.1. Consideraciones generales	32
4.3.2. Programación orientada a objetos	32

4.3.2.1. La abstracción.....	32
4.3.2.2. La encapsulación	32
4.3.2.3. La modularidad.....	32
4.3.2.4. La jerarquía.....	33
➤ Clases y objetos	33
➤ Atributos y estado	33
➤ Métodos y mensajes	33
➤ Herencia y polimorfismo	34
4.3.3. Descripción de la herramienta informática jre	34
4.3.4. Kit de herramientas de desarrollo	35
4.3.5. Bibliotecas.....	35
4.3.5.1. Groovy all	35
4.3.5.2. API (Java persistence)	35
4.3.5.3. JasperReports.....	35
4.3.5.4. Commons VFS.....	36
4.3.5.5. Javahelp	36
4.3.5.6. Jodatime.....	36
4.3.6. Script.....	36
4.3.7. Entorno de desarrollo netbeans	36
4.3.7.1. Gestor de base de datos MariaDB server.....	37
4.3.7.2. Heidi SQL.....	37
5. MATERIALES Y METODOS.....	38
6. RESULTADOS.....	39
6.1. Fase de Análisis.	39
6.2. Fase de Diseño.	40
6.3. Fase de Programación.....	41
6.4. Fase de pruebas de la aplicación ElectroMax	41
6.4.1. Reconocimiento de la aplicación	41
6.4.2. Caso de estudio.	47
6.4.2.1. Detalle de los materiales.....	47
6.4.2.2. Detalle de mano de obra a utilizar	49

6.4.2.3. Cálculo del presupuesto de forma manual.....	49
6.4.2.4. Cálculo del presupuesto de mano de obra de forma manual	51
6.4.2.5. Cálculo del presupuesto utilizando la aplicación ElectroMax.....	53
7. DISCUSIÓN	57
8. CONCLUSIONES	58
9. RECOMENDACIONES.....	59
10. BIBLIOGRAFÍA	60
11. ANEXOS	62
ANEXO 1.....	62
ANEXO 2.....	65
ANEXO 3.....	67
ANEXO 4.....	69
ANEXO 5.....	73
ANEXO 6.....	75
ANEXO 7.....	81
ANEXO 8.....	84
ANEXO 9.....	86
	88

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Esquema de la estructura del código de las unidades de propiedad.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2. Esquema de la estructura del código de las unidades de construcción.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 3. Resumen de los costos indirectos.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 4: Recursos del programa en Netbeans</i>	<i>37</i>
<i>Figura 5: Flujograma del método del cálculo del presupuesto.</i>	<i>39</i>
<i>Figura 6: Diagrama de datos de la aplicación Electromax</i>	<i>40</i>
<i>Figura 7: Ventana de inicio del programa.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 8: Ventana de botonera de módulos</i>	<i>42</i>
<i>Figura 9: Ventana nuevo proyecto</i>	<i>42</i>
<i>Figura 10: Proforma revisado.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 11: Desglose de proforma.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 12: Desglose de coeficientes para el cálculo.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 13: Presentación de proforma completa.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 14: Factura estado aprobado</i>	<i>46</i>
<i>Figura 15: Presentación de resumen de factura</i>	<i>46</i>
<i>Figura 16: Presentación final factura</i>	<i>47</i>
<i>Figura 17: Crear proyecto.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 18: Reporte proforma</i>	<i>54</i>
<i>Figura 19: Presentación de factura.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 20. Cinta de armar.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 21. Conductor desnudo No. 4 AWG.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 22. Estribo aleación de Cu y Sn para derivación.</i>	<i>62</i>
<i>Figura 23. Grapa-horquilla, guardacabo de acero galvanizado.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 24. Horquilla de acero galvanizado para anclaje.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 25. Pletina de unión y de soporte.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 26. Grapa terminal apernada, tipo pistola de aleación de aluminio.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 27. grapa de suspensión angular.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 28. Retención preformado para cable de Al.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 29. Retención preformado para cable de acero galvanizado.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 30. Bloque de hormigón para anclaje.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 31. Varilla para puesta a tierra, tipo copperweld.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 32. Aislador tipo espiga, de porcelana, clase ANSI 55-5, 25 kV.....</i>	<i>65</i>

<i>Figura 33. Aislador tipo espiga, de porcelana, clase ANSI 56-1</i>	65
<i>Figura 34. Aislador de Suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1</i>	65
<i>Figura 35. Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado</i>	65
<i>Figura 36. Aislador tipo rollo, de porcelana, clase ANSI 53-2</i>	66
<i>Figura 37. Aislador de retenida, de porcelana, clase ANSI 54-2</i>	66
<i>Figura 38. Aislador de retenida, de porcelana, clase ANSI 54-3</i>	66
<i>Figura 39. Bastidor (rack) de acero galvanizado, 1 vía</i>	67
<i>Figura 40. Bastidor (rack) de acero galvanizado, 2 vías</i>	67
<i>Figura 41. Bastidor (rack) de acero galvanizado, 3 vías</i>	67
<i>Figura 42. Bastidor (rack) de acero galvanizado, 4 vías</i>	67
<i>Figura 43. Bastidor (rack) de acero galvanizado, 5 vías</i>	67
<i>Figura 44. Bastidor (rack) en volado de acero galvanizado, 4 vías</i>	68
<i>Figura 45. Bastidor (rack) en volado de acero galvanizado, 5 vías</i>	68
<i>Figura 46. Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos</i>	69
<i>Figura 47. Grapa de derivación en caliente</i>	69
<i>Figura 48. Conector ranura paralela, 2 pernos laterales</i>	69
<i>Figura 49. Conector ranura paralela, 2 pernos laterales</i>	69
<i>Figura 50. Cruceta de plástico reforzado</i>	70
<i>Figura 51. Perno pin de acero galvanizado</i>	70
<i>Figura 52. Perno pin punta de poste simple de acero galvanizado (tacho simple)</i>	70
<i>Figura 53. Perno pin punta de poste doble de acero galvanizado (tacho doble)</i>	70
<i>Figura 54. Perno rosca corrida de acero galvanizado</i>	70
<i>Figura 55. Perno maquinado de acero galvanizado</i>	71
<i>Figura 56. Perno U de acero galvanizado</i>	71
<i>Figura 57. Perno de acero galvanizado</i>	71
<i>Figura 58. Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado</i>	71
<i>Figura 59. Pie de amigo perfil L</i>	72
<i>Figura 60. Varilla de anclaje acero galvanizado</i>	72
<i>Figura 61. Guardacabo de acero galvanizado</i>	72
<i>Figura 62. Brazo de acero galvanizado</i>	72
<i>Figura 63. Ménsula de acero galvanizado tipo suspensión</i>	73
<i>Figura 64. Pinza termoplástica de suspensión</i>	73
<i>Figura 65. Tensor mecánico con perno de ojo, perno con grillete y tuercas de seguridad</i> ...	73
<i>Figura 66. Pinza de retención de aleación de aluminio</i>	73

<i>Figura 67. Protector de punta de cable de forma cilíndrica.</i>	74
<i>Figura 68. Conector estanco, dentado.</i>	74
<i>Figura 69. Ménsula de retención.</i>	74
<i>Figura 70. Precinto plástico.</i>	74
<i>Figura 71. Estructura de MT 13 kV 1F centrada pasante.</i>	75
<i>Figura 72. Estructura MT 13 kV 1F centrada angular.</i>	75
<i>Figura 73. Estructura MT 13 kV 1F centrada retención.</i>	75
<i>Figura 74. Estructura MT 13 kV 1F centrada doble retención.</i>	75
<i>Figura 75. Estructura MT 13 kV 1F en volado pasante.</i>	76
<i>Figura 76. Estructura MT 13 kV 1F en volado angular.</i>	76
<i>Figura 77. Estructura MT 13 kV 1F en volado retención.</i>	76
<i>Figura 78. Estructura MT 13 kV 1F en volado doble retención.</i>	76
<i>Figura 79. Estructura MT 13 kV 1F bandeja angular.</i>	76
<i>Figura 80. Estructura MT 13 kV 1F bandeja doble retención.</i>	77
<i>Figura 81. Estructura MT 13 kV 3F centrada pasante.</i>	77
<i>Figura 82. Estructura MT 13 kV 3F centrada angular.</i>	77
<i>Figura 83. Estructura MT 13 kV 3F centrada retención.</i>	77
<i>Figura 84. Estructura MT 13 kV 3F centrada doble retención.</i>	78
<i>Figura 85. Estructura MT 13 kV 3F semicentrada pasante.</i>	78
<i>Figura 86. Estructura MT 13 kV 3F semicentrada angular.</i>	78
<i>Figura 87. Estructura MT 13 kV 3F semicentrada angular.</i>	78
<i>Figura 88. Estructura MT 13 kV 3F semicentrada doble retención.</i>	78
<i>Figura 89. Estructura MT 13 kV 3F en volado pasante.</i>	79
<i>Figura 90. Estructura MT 13 kV 3F en volado angular.</i>	79
<i>Figura 91. Estructura MT 13 kV 3F dos postes.</i>	79
<i>Figura 92. Estructura MT 13 kV 3F dos postes retención.</i>	79
<i>Figura 93. Estructura MT 13 kV 3F dos postes doble retención.</i>	80
<i>Figura 94. Estructura MT 13 kV 3F tres postes retención.</i>	80
<i>Figura 95. Estructura MT 13 kV 3F bandeja angular.</i>	80
<i>Figura 96. Estructura MT 13 kV 3F bandeja doble retención.</i>	80
<i>Figura 97. Estructura BT 0 V 1 vía vertical pasante angular.</i>	81
<i>Figura 98. Estructura BT 0 V 1 vía vertical retención.</i>	81
<i>Figura 99. Estructura BT 240 V 2 vía centrada pasante.</i>	81
<i>Figura 100. Estructura BT 240 V 2 vías centrada doble retención.</i>	81

<i>Figura 101. Estructura BT 240 V 2 vías centrada pasante.</i>	82
<i>Figura 102. Estructura BT 240 V 2 vía centrada retención.</i>	82
<i>Figura 103. Estructura BT 240 V 3 vías vertical pasante.</i>	82
<i>Figura 104. Estructura BT 240 V 3 vías vertical retención.</i>	82
<i>Figura 105. Estructura BT 240 V 3 vías vertical doble retención.</i>	82
<i>Figura 106. Estructura BT 240V preensamblado pasante con 3 conductores.</i>	83
<i>Figura 107. Estructura BT 240V preensamblado angular con 3 conductores.</i>	83
<i>Figura 108. Estructura BT 240V preensamblado retención con 3 conductores.</i>	83
<i>Figura 109. Estructura BT 240V preensamblado doble retención con 3 conductores.</i>	83
<i>Figura 110. Transformador monofásico convencionales en poste.</i>	84
<i>Figura 111. Transformador monofasico autoprotegido en poste.</i>	84
<i>Figura 112. Transformador trifásico convencional.</i>	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción del primer campo de las unidades de propiedad.....	11
Tabla 2. Descripción del segundo campo de las unidades de propiedad.....	12
Tabla 3. Descripción del tercer campo de las unidades de construcción.....	13
Tabla 4. Descripción del cuarto campo de las unidades de construcción.....	14
Tabla 5. Descripción del quinto campo de las unidades de construcción.....	14
Tabla 6: Equipos a utilizar en la ejecución de un proyecto de distribución eléctrica.....	19
Tabla 7. Tareas a realizar por cada cuadrilla de trabajo.....	20
Tabla 8. Salario mínimo sectorial 2021.....	21
Tabla 9: Costo de mano de obra mensual.....	22
Tabla 10: Costo de mano de obra horario mensual.....	23
Tabla 11: Resumen de materiales.....	48
Tabla 12: Resumen de mano de obra.....	49
Tabla 13: Detalle precios de materiales.....	51
Tabla 14: Detalle precios de mano de obra.....	52
Tabla 15: Resumen de los resultados del presupuesto.....	56
Tabla 16. Especificaciones técnicas de materiales (abrazaderas y accesorios).....	64
Tabla 17. Especificaciones técnicas de materiales (aisladores).....	66
Tabla 18. Especificaciones técnicas de materiales (bastidores rack).....	68
Tabla 19. Especificaciones técnicas de herrajes.....	72
Tabla 20. Especificaciones técnicas de accesorios de redes preensambladas.....	74
Tabla 21. Estructuras monofásicas y trifásicas de media tensión.....	80
Tabla 22. Estructuras de baja tensión, desnudas y preensambladas.....	83
Tabla 23. Transformadores monofásicos y trifásicos.....	85

1. TÍTULO

**DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE
PRESUPUESTOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA Y
BAJA TENSIÓN.**

2. RESUMEN

Se presenta una secuencia de cálculos para el desarrollo de presupuestos de redes de distribución de media y baja tensión, considerando las recomendaciones establecidas por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNNR), la investigación inicia con la revisión y recopilación de información de varias referencias bibliográficas, así como de entidades tanto públicas como privadas, posteriormente se planteó una secuencia, para el cálculo de costos directos e indirectos de un presupuesto.

Una vez, ya establecida la secuencia de cálculo, se procedió a desarrollar el diseño del diagrama clases, para crear la aplicación ElectroMax, utilizando el lenguaje de programación java y la herramienta Netbeans.

Para el manejo de la información se creó una base de datos en el gestor MariaDB, misma que se desarrolló en un script (editor de texto), el script contiene registros con los códigos de producto, nombre de productos, costos de productos y demás datos que se requirieren en la aplicación EletroMax, una vez concluidos todos los scripts estos fueron cargados a la base de datos MariaDB a través de la aplicación HeidiSQL.

Se validó el sistema de cálculo a través de un caso de estudio, en donde el costo total de la obra en el cálculo manual, es igual al cálculo total de la aplicación, alcanzando así, un monto de \$ **4 607,58** mismo que presenta el costo final para la instalación de un transformador de 15 kVA.

ABSTRACT

A sequence of calculations for the development of budgets of medium and low voltage distribution networks is presented, considering the recommendations established by the Ministry of Energy and Non-Renewable Natural Resources (MERNNNR), the research begins with the review and collection of information from several bibliographic references, as well as from both public and private entities, then a sequence for the calculation of direct and indirect costs of a budget was proposed.

Once the calculation sequence was established, we proceeded to develop the design of the class diagram to create the ElectroMax application, using java programming language and the Netbeans tool.

To manage the information, a database was created in the MariaDB manager, which was developed in a script (text editor), the script contains records with product codes, product names, product costs and other data required in the EletroMax application, once all the scripts were completed, they were uploaded to the MariaDB database through the HeidiSQL application.

The calculation system was validated through a case study, where the total cost of the work in the manual calculation is equal to the total calculation of the application, thus having a total of \$ 4 607.58, which presents the total cost for the installation of a 15 kVA transformer.

3. INTRODUCCIÓN

La elaboración de un presupuesto, debe efectuarse de acuerdo a normas nacionales y diferentes métodos de cálculo económico, la información que permite elaborar un presupuesto para redes eléctricas de media y baja tensión debe efectuarse considerando las normativas del SERCOP (Servicio Nacional de Contratación Pública) para proyectos de redes de distribución eléctrica de media y baja tensión, siendo necesario desarrollar métodos y modelos que permitan elaborar presupuestos con celeridad. Un presupuesto, permite obtener el costo para una determinada obra pública o privada, a través del desglose de los diferentes costos que intervienen en la obra, considerando su planificación y ejecución.

Al desarrollar un proyecto de distribución de energía eléctrica en media y baja tensión, se debe considerar el catálogo digital de redes de distribución de energía eléctrica, en donde se detallan las especificaciones de todos los materiales y equipos a utilizar en la implementación de una red de distribución.

Considerando lo establecido en la homologación de unidades de propiedad y materiales instituido por parte del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNNR), se desarrolla un sistema de cálculo de presupuestos, el mismo que facilitará el control técnico-financiero de los proyectos de redes de distribución eléctrica de media y baja tensión, mediante una base datos que contiene materiales, equipos y estructuras homologadas, existentes en el catálogo, en las que se establecerá los costos unitarios, la cantidad de materiales y equipos para cada rubro de un proyecto eléctrico, permitiendo generar presupuestos tanto de materiales como de mano de obra de diseños previamente establecidos, bajo los parámetros establecidos por el MERNNR y las normas de construcción vigentes en el país.

JUSTIFICACIÓN

La presente investigación contribuirá en gran parte a facilitar los procesos de cálculo de presupuestos de proyectos eléctricos de media y baja tensión; permitiendo que los usuarios puedan analizar y predecir, de manera más simplificada, la viabilidad de un proyecto público o privado, con el uso de la metodología a desarrollar.

Para ello es importante desarrollar un correcto análisis de presupuestos, mismo que contempla diferentes etapas de iniciación, elaboración, ejecución, control y evaluación, considerando los aspectos establecidos en la normativa ecuatoriana para el desarrollo de proyectos de distribución eléctrica de media y baja tensión.

El sistema de cálculo de presupuestos, a través de la herramienta Netbenas, permitió el desarrollo de la aplicación Electromax, misma que contribuye de manera significativa en los procesos de elaboración de presupuesto de proyectos de distribución de energía eléctrica, con esta aplicación de cálculo, se obtuvo una base de datos organizada, con un cálculo adecuadamente desarrollado que dará como resultado un coste aproximado de un proyecto eléctrico en media o baja tensión, es por ello que se justifica la ejecución del proyecto.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una metodología que permita elaborar presupuestos para proyectos de Redes de distribución eléctrica en Media y Baja Tensión.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar procedimientos para el cálculo de presupuestos considerando normas y regularizaciones nacionales.
- Elaborar un sistema de cálculo automatizado que permita elaborar presupuestos de redes eléctricas de media y baja tensión.
- Construir la base de datos para el sistema de cálculo.
- Validar el sistema de cálculo desarrollado.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Redes de distribución.

Según lo establecido por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNNR) el sistema eléctrico de distribución está conformado por subestaciones de distribución, circuitos primarios, transformadores de distribución, circuitos secundarios, acometidas y medidores, operado por las Empresas Eléctricas que tienen como misión llevar la energía hasta el suministro eléctrico que culmina en los bornes del medidor asignado al cliente.

4.1.1. Redes eléctricas de distribución de acuerdo a los voltajes nominales.

La Norma ANSI C84.1 establece tres niveles de voltaje: bajo voltaje (menor a 1 kV), medio voltaje (mayor a 1 kV y menor a 100 kV), alto voltaje (mayor o igual a 100 kV).

En el Ecuador se tiene establecido los siguientes niveles de voltaje: Bajo voltaje (inferior a 0.6 kV), medio voltaje (entre 0.6 y 40 kV), alto voltaje (mayor a 40 kV). Las empresas encargadas de dotar al país de energía son las empresas eléctricas desde sus redes primarias o secundarias a nivel de media y baja tensión (Eléctrica & Del, 2012)

4.1.1.1. Redes de distribución primarias.

Parten de las subestaciones de distribución por medio de líneas aéreas que alimentan a los centros de transformación de distribución, conformadas por conductores desde el calibre 2 AWG y estructuras de soporte con crucetas centradas o voladas, postes y transformadores de distribución aéreos de capacidades de 3 a 150 kVA.

4.1.1.2. Redes de distribución secundarias.

Parten del secundario del transformador de distribución hacia los consumidores finales, están conformadas por conductores, estructuras de soportes con bastidores galvanizados y para red tipo pre ensamblada, acometidas y medidores.

4.1.2. Redes aéreas de distribución.

Este tipo de red se caracteriza por utilizar conductores que usualmente son desnudos tipo ACSR y utiliza estructuras de soporte como aisladores soportados en crucetas y estos a su vez en postes. (Mogrovejo, 2016)

Las partes principales de un sistema aéreo son esencialmente:

4.1.2.1. Postes.

Estos pueden ser de madera, hormigón armado o metálico y sus características de peso, longitud y resistencia a la rotura son determinadas por el tipo de construcción de los circuitos. Son utilizados para sistemas urbanos postes de concreto de 14, 12 y 10 metros con resistencia de rotura de 2000, 1050, 750, 500, 510, 400, y 350 kg respectivamente.

4.1.2.2. Conductores.

Son los que dejan fluir la corriente eléctrica, por el costo en relación al cobre en los circuitos primarios se utilizan los conductores de Aluminio aliado, ACAR y el aluminio reforzado con alma de acero ACSR desnudos, y en calibres 266 MCM 4/0, 2/0, 1/0 y 2 AWG y para circuitos secundarios en cables desnudos o aislados y en los calibres 2/0, 1/0, 2, 4 AWG. Los circuitos de baja tensión son de 3 y 4 hilos con el neutro puesto a tierra.

4.1.2.3. Crucetas.

Soporta a los aisladores y cables, pueden ser de material de madera inmunizada o de ángulo de hierro galvanizado de 2 o 2.4 metros para 22, 13.8, 13.2 kV por lo regular vienen con agujeros estandarizados.

4.1.2.4. Aisladores.

Son los que sirven para el aislamiento del voltaje hacia la herrajería, son de porcelana o siliconados según la norma ANSI 55.4, 55.5, 52.1 para media tensión (espiga y disco) y ANSI 53.3 para baja tensión (carrete).

4.1.2.5. Herrajes.

Todos los herrajes utilizados en redes aéreas de baja y media tensión son de acero galvanizado. (grapas, varillas de anclaje, tornillos de máquina, collarines, espigos, etc.).

4.1.2.6. Equipos de seccionamiento y protección.

El seccionamiento se efectúa por medio de seccionadores monopolares estándares, las capacidades más utilizadas son de 100 a 200 amperios. Para protección contra descargas atmosféricas se utilizan los pararrayos tipo válvula 10 a 15 kV

4.1.2.7. Transformadores.

Se emplean transformadores monofásicos convencionales o autoprotegidos (CSP) de los siguientes valores de potencia nominal: 5 - 10 – 15 - 25 - 37.5 - 50 - 75 kVA y para transformadores trifásicos en potencia nominal de: 30 - 45 - 75 - 112.5 y 150 kVA.

4.1.3 Red de media tensión.

Cubren la superficie del gran centro de consumo (población, gran industria, etc.) uniendo las estaciones transformadoras de distribución con los centros de transformación.

Según lo establecido en (Empresa Eléctrica Regional del Sur, 2012) se tiene dos niveles de tensión;

- Zona de Loja, corresponde a toda la provincia de Loja en la cual el sistema de distribución opera a una tensión de 13.8 / 7.97 kV.
- Zona Oriental: corresponde a la provincia de Zamora Chinchipe y el cantón Gualaquiza, en esta zona la tensión en el sistema de distribución es de 22 / 12.7 kV.

Las empresas eléctricas son las encargadas de dotar de energía eléctrica al país desde sus redes primarias o secundarias a nivel de media y baja tensión.

4.1.3.1. Diseño de líneas y redes aéreas para media tensión.

➤ Ruta.

El proyectista debe conocer la ruta para determinar que el terreno en donde se ejecutará la obra, no exista problemas de deslizamientos de tierra.

Si se da el caso en donde ocurran este tipo de problemas la EERSSA (Empresa Eléctrica Regional del Sur) solicitará la ejecución de un estudio geológico del suelo para garantizar estabilidad a momento de poner en marcha la obra. (Empresa Eléctrica Regional del Sur, 2012, pág. 10)

➤ Diseño eléctrico.

Todas las líneas de media tensión se proyectarán para 15 años y su diseño se realizará respetando el nivel de tensión correspondiente a la zona en la cual se ubicará el proyecto (zona de Loja 13.8/7.97 kV, zona Oriental 22/12.7 kV).

La configuración de las redes o alimentadores primarios pueden ser monofásicos, bifásicos o trifásicos.

No se podrá realizar la instalación de estructuras de líneas eléctricas en zonas de influencias de las carreteras, cursos de agua, canales, etc. de conformidad a lo que establece las leyes pertinentes. (Empresa Eléctrica Regional del Sur, 2012, pág. 10)

➤ **Selección del conductor.**

Se determina en función de la carga y la caída de tensión permisible, que para su cálculo la EERSSA proporcionará al proyectista el valor de la caída de tensión y las pérdidas de potencia en el punto de arranque del diseño eléctrico.

El conductor a utilizar será de aluminio reforzado con acero tipo ACSR o cables de aleación de aluminio.

Los sistemas aéreos pueden tener los siguientes calibres de conductores: 4(4), 2(2), 1/0(1/0), 2/0(2/0), 4/0(4/0) AWG, el hilo del neutro se especifica entre paréntesis. Por ningún motivo se puede utilizar conductores de calibres menores a los señalados. (Empresa Eléctrica Regional del Sur, 2012, pág. 10)

➤ **Protecciones.**

En todas las ramificaciones trifásicas y monofásicas que derivan de un alimentador primario trifásico, se instalarán seccionadores fusibles.

En las derivaciones monofásicas de un alimentador primario monofásico que superen los 300 metros, se instalarán seccionadores fusibles.

Cada 3 km de red de distribución o alimentador primario se instalarán seccionadores fusibles y pararrayos. Los seccionadores fusibles tipo abierto, serán de 100 A de capacidad.

Cuando se diseñe la instalación de seccionador-fusible o seccionador de barra en los recorridos principales de los alimentadores, deberá consultarse su capacidad en la EERSSA.

Los niveles de aislamiento de los sistemas de media y baja tensión serán los establecidos en las Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales de la EERSSA (Empresa Eléctrica Regional del Sur, 2012, pág. 11)

➤ **Derivaciones de alimentadores primarios o redes de distribución.**

En un poste que contenga media tensión trifásica, se permitirá una sola derivación trifásica o dos derivaciones monofásicas, para realizar más derivaciones será necesario cambiar el poste por uno de mayor altura.

Para postes que contengan media tensión monofásica, se permitirá un máximo de dos derivaciones monofásicas, para realizar más derivaciones podrá colocarse una cruceta metálica o un poste de mayor altura.

4.1.4. Red de baja tensión.

Los centros de transformación son los que alimentan directamente de los distintos receptores, como última etapa de la distribución de la energía eléctrica. Las tensiones utilizadas son: 220/127 V y 380/220 V. (Loayza, 2016, pág. 19)

En las redes de distribución de la EERSSA estas pueden ser monofásicas o trifásicas, con niveles de tensión:

- Sistema monofásico de distribución 240/120 V.
- Sistema trifásico de distribución 220/127 V ó 208/120 V.
- Otras tensiones solicitadas para sistemas eléctricos industriales o comerciales pueden ser utilizadas y serán servidas desde el secundario del transformador a instalar, según el requerimiento del usuario. (Empresa Eléctrica Regional del Sur, 2012)

4.1.5. Unidad de propiedad del MERNNR.

Expone los parámetros para la definición y estructuración de los materiales y equipos usados en las estructuras y montajes de equipos en las redes de distribución eléctrica.

La identificación y codificación se aplica a materiales y equipos usados en estructuras aéreas, sistemas de puesta a tierra, montaje de transformadores, alumbrado público, entre otros, con la finalidad de determinar conjuntos de Unidades de Propiedad, que financieramente operarán como unidades colectoras de costos. Al momento, cada empresa distribuidora y CNEL (Corporación Nacional de Electricidad) ejecuta el plan de adopción de codificación y homologación bajo los parámetros establecidos por el comité de homologación. (Herrera, 2015, pág. 19)

En la figura 1 se muestra la estructura del código de las unidades de propiedad.

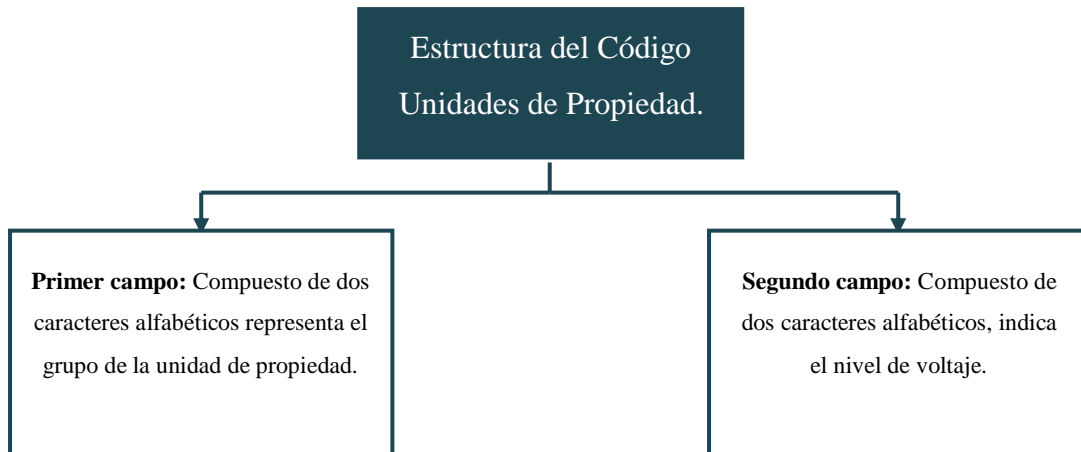


Figura 1. Esquema de la estructura del código de las unidades de propiedad.

Fuente: Autor

4.1.5.1. Primer campo.

Está conformado por dos caracteres alfabéticos en mayúsculas, denominado Grupo, que define la Unidad de Propiedad.

Para especificar el primer campo, se considera la primera y/o segunda letra de la(s) palabra(s) clave(s) que define el grupo. Las equivalencias se describen en la tabla 1.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ES	Estructuras en redes aéreas de distribución.
TR	Transformadores en redes de distribución.
SP	Seccionamiento y Protección en redes aéreas de distribución.
EC	Equipos de Compensación en redes aéreas de distribución.
PO	Postes en redes de distribución.
CO	Conductores en redes de distribución.
ME	Medidores en redes de distribución.
AC	Acometidas en redes de distribución.
TA	Tensores y Anclajes en redes de distribución.
PT	Puesta a Tierra en redes de distribución.
AP	Alumbrado Público vial en redes de distribución.
AO	Alumbrado Público Ornamental.

Tabla 1. Descripción del primer campo de las unidades de propiedad

Fuente: Autor

4.1.5.2. Segundo campo.

Está conformado por un carácter alfabético en mayúscula, denominado **nivel de voltaje**, que indica los voltajes utilizados actualmente en el país.

Se considera la primera letra de la palabra clave, de repetirse ésta, se utilizará la siguiente letra; las equivalencias se muestran en la tabla 2.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
C	120 V–121 V–127 V (Cien).
E	0 V (Cero).
D	240/120 V– 220/127 V (Doscientos).
U	440/256 V–480/227 V (Cuatrocientos).
S	6,3 kV (Seis mil).
T	13,8 kV GRD y / 7,96kV–13,2kVGRDy / 7,62kV (Trece mil).
V	22 kV GRD y / 12,7kV–22,8kVGRDy / 13,2 kV (Veinte mil).
R	34,5 kV GRD y / 19,92 kV (Treinta mil).
0	No aplica.

Tabla 2. Descripción del segundo campo de las unidades de propiedad

Fuente: Autor

En los campos en los cuales, al grupo definido (postes, conductores, acometidas y puestas a tierra) no aplica las características establecidas, se usará el carácter “0”, para completar el código. (Herrera, 2015, págs. 21,22)

4.1.6. Unidades de construcción.

Considerando la diversidad de materiales y equipos dentro de una misma unidad de existe una homologación y estandarización de cada uno de ellos que conforman las unidades de construcción, para poder optimizar el levantamiento de la información y el inventario de las empresas distribuidoras. (Herrera, 2015, pág. 19)

Para la identificación de las unidades de propiedad se consideran 5 campos, los dos primeros mencionados anteriormente pertenecen a las unidades de propiedad, separados por un guión de los tres siguientes que definen las unidades de construcción, mismos que pueden ser alfabéticos y/o numéricos y/o signos.

La estructura del código de las unidades de construcción se muestra en la figura 2.

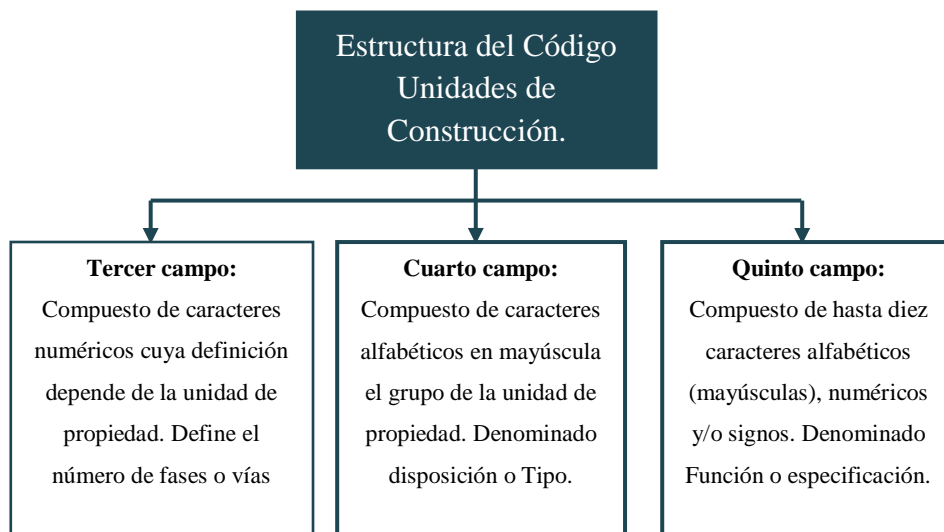


Figura 2. Esquema de la Estructura del código de las unidades de construcción.

Fuente: Autor

4.1.6.1. Tercer campo.

Está conformado por un carácter numérico, denominado número de fases o vías, o fases e hilos, cuya definición depende de la unidad de propiedad.

En los campos en los cuales el elemento no aplica en las características establecidas, se usará el carácter “0”, para completar el código; la nomenclatura a utilizar se muestra en la tabla 3.

PARA REDES DE MEDIO VOLTAJE	PARA REDES BAJO VOLTAJE
1=Una fase.	1=Una vía.
2=Dos fases.	2=Dos vías.
3=Tres fases.	3=Tres vías.
	4=Cuatro vías.
	5=Cinco vías.

Tabla 3. Descripción del tercer campo de las unidades de construcción.

Fuente: Autor

4.1.6.2. Disposición o tipo.

Es el Cuarto Campo que se conforma por un carácter alfabético en mayúsculas. Se considera la primera letra de la palabra clave, de repetirse ésta, se utilizará la siguiente letra; las equivalencias del cuarto campo se muestran en la tabla 4.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
C	Centrada.
S	Semicentrada.
V	En Volado.
L	Line post.
H	H en dos postes.
T	Tres postes.
N	Neutro alineado en cruceta centrada
B	Bandera.
P	Preensamblado.
E	Vertical.
O	Vertical en Volado

Tabla 4. Descripción del cuarto campo de las unidades de construcción.

Fuente: Autor

4.1.6.3. Función o especificación.

Este es el Quinto Campo se conforma de hasta 10 caracteres alfabéticos (mayúsculas), numéricos y/o signos, que indican las principales características técnicas del elemento y/o su función.

En los campos en los cuales el elemento no aplica en las características establecidas, se usará el carácter “0”, para completar el código. La nomenclatura a utilizar se describe en la tabla 5.

PARA REDES DE MEDIO VOLTAJE	PARA REDES BAJO VOLTAJE
P=Pasante o tangente. A=Angular. R=Retención o terminal. D=Doble retención o doble terminal.	Con cable preensamblado se adiciona un carácter numérico que define el número de conductores, dependiendo del sistema (monofásico o trifásico) y el uso de hilo piloto: 3= Con 3 conductores. 4= Con 4 conductores. 5= Con 5 conductores.

Tabla 5. Descripción del quinto campo de las unidades de construcción.

Fuente: Autor

4.1.7. Descripción de materiales y equipos homologados para la construcción de redes eléctricas de media y baja tensión.

Los materiales y equipos homologados deben cumplir con normas, requisitos eléctricos y mecánicos, acabado, calidad de accesorios, tipo de embalaje etc. (Herrera, 2015, pág. 27)

4.1.7.1. Accesorios.

En los accesorios se detallan las formas, naturaleza y características, tanto externas como intrínsecas, de los distintos accesorios utilizados en la línea, en el [ANEXO 1](#) se presentan especificaciones técnicas.

4.1.7.2. Aisladores.

En una red de distribución eléctrica, los aisladores son los elementos que cumplen la función de sujetar mecánicamente a los conductores que forman parte de la línea, manteniéndolos aislados de tierra y de otros conductores, en el [ANEXO 2](#) se presentan características y tipos.

4.1.7.3. Bastidor

Los bastidores se utilizan en la construcción de líneas aéreas de distribución de energía eléctrica de baja tensión, para soportar los aisladores tipo rollo, las características de los bastidores se las encuentra en el [ANEXO 3](#) se presentan características y tipos.

4.1.7.4. Conductores.

Se clasifican de acuerdo a las características del material, estos pueden ser de cobre, aluminio y de aleaciones como aluminio-acero que se presentan como cables desnudos, en general para redes aisladas se usa cable preensamblado. (Herrera, 2015, pág. 32)

➤ Conductor de aluminio-acero.

El conductor de aluminio reforzado con acero (ACSR), se construye en cableado concéntrico con un alma formada por uno o varios alambres de acero galvanizado. Este tipo de conductores tiene un inconveniente con respecto a los de aluminio exclusivamente, es su mayor peso. Las ventajas de este conductor es que tiene una mayor

resistencia mecánica, disminuyendo así el número de apoyos y de aisladores, pudiendo aumentar la longitud de los vanos.

➤ **Conductor de aluminio.**

Los conductores de aluminio desnudo tipo AAC (All Aluminium Conductor), anteriormente conocidos como conductores ASC (aluminium Standed Conductors), son utilizados para líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica,

Las normas que deben cumplir estos conductores son las ASTM B-230, los alambres de aleación de aluminio 1350-H19 y la norma ASTM B-231.

➤ **Conductor de cobre desnudo cableado.**

Es un conjunto de alambres de cobre destinados principalmente para puestas a tierra, que han sido estirados, laminados o sometidos a ambos procesos para ser llevados a su tamaño final y después calentados para reducir los efectos del proceso en frío; esta definición es la encontrada en la norma INEN 210. Debe cumplir las normas de fabricación y ensayo INEN 2214, ASTM B3-B8.

➤ **Cable preensamblado.**

Son diseñados para distribución de redes eléctricas en tendidos aéreos de bajo voltaje. Su aislamiento es de polietileno reticulado extruido XLPE, de alta resistencia a la intemperie y protección contra rayos ultravioletas. Trabaja con un voltaje nominal de 600 V, las fases son de aluminio y el conductor para neutro portante puede ser tipo C, AAAC o ACSR, de acuerdo a los requerimientos de las empresas distribuidoras.

4.1.7.5. HERRAJES.

Es un dispositivo metálico que se usa para la fijación, protección eléctrica o mecánica, reparación, separación, amortiguamiento de vibraciones, etc. De los conductores o cables de guarda y los cables temples, en el [ANEXO 4](#) se presentan características y tipos.

4.1.7.6. Elementos de redes preensambladas.

Los elementos que se utilizan en las redes preensambladas son las ménsulas, pinzas, tensores, entre otros, en el [ANEXO 5](#) se presentan características y tipos.

4.1.7.7. Estructuras en media tensión.

Existen varios tipos de estructuras, las cuales son usadas comúnmente y para diversos casos en la distribución de energía eléctrica en el [ANEXO 6](#) se presentan características y tipos.

4.1.7.8. Estructuras en baja tensión.

Existen varios tipos de estructuras en baja tensión, las cuales son usadas en la distribución de energía eléctrica en el [ANEXO 7](#) se presentan características y tipos.

4.1.7.9. Transformadores en redes de distribución.

Se ubican en la intemperie o interior para distribución de energía eléctrica. Se los utiliza en zonas urbanas, industrias, minería, explotaciones petroleras, grandes centros comerciales y toda actividad que necesite utilizar de manera intensiva el servicio de energía eléctrica, en el [ANEXO 8](#) se presentan características y tipos.

4.1.7.10. Alumbrado público en redes de distribución.

Se utilizan lámparas led, de Mercurio (Hg) y Sodio (Na) con red aérea en poste y fachada, auto controladas y con hilo piloto, a diferentes niveles de potencia (Catalogo Digital "Redes de Distribucion de Energia Electrica", s.f.).

4.1.7.11. Medidores en redes de distribución.

Se tiene medidores con diferentes niveles de voltaje, electrónicos de kWh, Electrónico tipo bornera, Electrónico tipo socket, medidor con registrador ciclométrico (Catalogo Digital "Redes de Distribucion de Energia Electrica", s.f.).

4.1.7.12. Postes en redes de distribución.

Estos pueden ser de madera, hormigón armado o metálico y sus características de peso, longitud y resistencia a la rotura son determinadas por el tipo de construcción de los circuitos. Son utilizados para sistemas urbanos postes de concreto de 14, 12 y 10 metros con resistencia de rotura de 1050, 750, 510 y 350 kg respectivamente. (Mogrovejo, 2016)

4.2. Procedimientos de cálculo económico para desarrollar presupuestos.

En el presente capítulo se expondrá en detalle los precios unitarios que intervienen en la construcción de las redes de distribución eléctrica.

4.2.1. Costos directos.

Los costos directos son la suma de los cálculos económicos de los costos de materiales, herramientas, mano de obra y equipo necesario, para realizar el proceso de construcción de la red de distribución. (Salazar, 2003, pág. 15)

4.2.1.1. Costos de materiales.

Estos costos dependen del tiempo y del lugar de aplicación, mismos que deben ser actualizados constantemente.

El precio de los materiales se realiza en base al material a utilizar (abrazaderas, aisladores, pernos, crucetas, pie amigo, conductores, etc.), dependiendo de la cantidad y el precio unitario, para el montaje o ensamblaje de la estructura a ser implementada (estructuras en medio y bajo voltaje, preensambladas, etc.), y para la instalación de los equipos (montaje de los transformadores, seccionadores, luminarias, etc.).

Los costos de los materiales variaran de acuerdo a la región en donde se desarrollará el proyecto, Costa, Sierra y Oriente. (Herrera, 2015), para el cálculo del precio de materiales se utiliza la siguiente ecuación.

$$P_u = P_t \times P_a \quad (1)$$

Donde:

P_u : precio unitario neto de una unidad de determinado material.

P_t : precio del transporte

P_a : precio de almacenamiento.

El costo de los materiales variará de acuerdo a los descuentos por pago en efectivo, por la cantidad de materiales a adquirir, por la marca y calidad del material.

4.2.1.2. Costos de las herramientas y equipo necesario.

Debido a que el estudio de la depreciación de los equipos y herramientas es demasiado extenso, la experiencia de empresas contratistas considera el 35% del total de la mano de obra; este factor se compone del 3% de herramienta y 32% de equipamiento. (Oleas & Guzñay Padilla, 2013, pág. 162)

En la tabla 6 se describe el equipo necesario a utilizar.

Equipos
Camioneta o camión (para transporte de material)
Tirfor de 2 toneladas
Tecles 1-1/2 toneladas
Porta carrete para bobina de conductor (bailarín)
Poleas para tendido de aéreas
Uñas para templar conductores de aluminio
Uña para templar cable de acero
Juegos de trepadoras para poste circular
Cinturones de seguridad o arnés con tira de vida
GPS diferencial (Margen de error ≤ 1)
Equipo de puesta a tierra
Cascos de trabajo dieléctrico
Chalecos reflectivos con el nombre del contratista
Guantes de trabajo (pares)
Conos de señalización

Tabla 6: Equipos a utilizar en la ejecución de un proyecto de distribución eléctrica.

Fuente: (Mogrovejo, 2016)

Para el cálculo de los costos de equipos en caso de ser alquilados se debe aumentar el valor diario del alquiler, para el análisis del presupuesto general, para el cálculo de costo unitario del equipo necesario se utiliza la siguiente ecuación.

$$P_{uhe} = P_{umo} + 35 \% \quad (2)$$

Donde:

P_{uhe} : Precio unitario de herramientas y equipos

P_{umo} : Precio unitario de mano de obra

35 %: Porcentaje del costo de mano de obra

4.2.1.3. Costos de mano de obra.

Para los costos de mano de obra, se debe clasificar el factor humano para realizar las actividades necesarias para la ejecución del proyecto de distribución de energía eléctrica.

➤ Cuadrilla tipo de trabajo.

Los grupos de trabajo o cuadrillas son los recursos humanos necesarios para poder ejecutar una determinada labor de manera óptima, se considera 5 tipos de cuadrillas dependiendo la tarea encomendada, según la organización internacional de trabajo (OIT), en la construcción de redes eléctricas de distribución, se considera que las cuadrillas deben conformarse como lo muestra la figura 7, y a su vez remunerados con el pago salarial como se describe en la tabla 8. (Herrera, 2015, pág. 45)

Cuadrilla	Tarea a realizar
1	Diseño, supervisión e inspección de la obra
2	Montaje de estructuras y equipos.
3	Transporte y/o parada de postes con máquina
4	Excavaciones y parada de postes de hormigón armado con personal.
5	Instalación de equipos de medición

Tabla 7. Tareas a realizar por cada cuadrilla de trabajo.

Fuente: Autor

Categoría del trabajador	Cuadrilla	Salario mínimo sectorial (USD)
Ingeniero Eléctrico	1	465,51
Inspector de Obra	1	464,32
Dibujante	1	439,95
Supervisor eléctrico General	1	464,62
Maestro eléctrico/Liniero/Subestaciones	2	463,52
Operador de equipo pesado	2	463,32
Ayudante	2-3- 4-5	410,40

Tabla 8. Salario mínimo sectorial 2021 en base a la actividad y cantidad de personal a utilizar.

Fuente: Autor

➤ Rendimiento

Según (Zhidón & Sinchi Sinchi, 2012) el rendimiento hace referencia a una jornada de trabajo que en nuestro caso corresponde a 8 horas laborables, en cuanto a las unidades realizadas, es la cantidad realizada de obra, en una jornada por el personal que realiza efectivamente el trabajo como se puede apreciar en la siguiente expresión:

$$R_{end} = \frac{\text{Jornada 8 horas}}{\text{Unidades realizadas durante la jornada}} \quad (3)$$

- **Cálculo del costo unitario de la mano de obra**

Además del salario mínimo unificado para el cálculo de mano de obra se debe considerar los beneficios de ley descritos en el Código de trabajo 2021, según la siguiente ecuación.

$$P_{umo} = (S_{ms} + F_r + D_t + D_c) - (AIESS_{empleado} + AIESS_{empleador}) \quad (4)$$

Donde:

P_{umo} : Precio unitario de mano de obra

S_{ms} : Salario mínimo sectorial

F_r : Fondos de reserva

D_t : Décimo tercero

D_c : Décimo cuarto

$AIESS_{empleado}$: Aporte al IESS empleado

$AIESS_{empleador}$: Aporte al IESS empleador

El costo mensual que percibe un trabajador se resume en la tabla 9.

COSTO UNITARIO MENSUAL POR CADA TRABAJADOR		
Ingresos (USD)	Salario mínimo sectorial	458,53
	Fondos de reserva (8,33%)	38,19
	Décimo tercero	38,21
	Décimo cuarto	32,83
Descuentos (USD)	Aporte al IESS empleado (9,45%)	38,21
	Aporte al IESS empleador (11,15%)	51,13
Costo mensual total por trabajador		478,11

Tabla 9: Costo de mano de obra mensual

Fuente: Autor

El costo de mano de obra horario o salario remunerado por hora (S_{rh}), se calcula considerando que la jornada máxima diaria es de 8 horas, si en el mes se trabaja 20 días, se tiene 160 horas mensuales, como se resume en la tabla 10.

COSTO DE MANO DE OBRA HORARIO	
Costo mensual (USD)	478,11
Tiempo en horas (h)	160
Total (USD/h)	2,99

Tabla 10: Costo de mano de obra horario mensual

Fuente: Autor

4.2.1.4. Costo del transporte

Para determinar el costo del transporte según (Mogrovejo, 2016, pág. 52) se debe considerar:

El costo por el uso directo de vehículos (autos, camionetas, camiones, grúas, motos) para la ejecución de una obra o proyecto, o el caso de prestación de un servicio que involucre la movilización. Para determinar el costo del transporte se debe considerar su unidad de medida (Km) y el tiempo de uso, el costo de depreciación, costo de operación de maquinaria (combustibles, lubricantes, otros), costo de mantenimiento (repuestos, reparación), costo de seguros y almacenamiento y administración. En caso de no tener bajo propiedad los vehículos o maquinaria, el costo corresponderá al costo de alquiler. Para determinar el costo unitario de transporte se presenta la siguiente expresión de cálculo.

$$P_t = \frac{C_f}{D_r} + C_{tem} + C_o \quad (5)$$

Donde:

P_t : Precio unitario del transporte

C_f : Costo del flete

D_r : Distancia recorrida (km)

C_{tem} : Costo de transporte de equipos, materiales y mano de obra

C_o : Costo de operación del transporte

4.2.2. Costos indirectos.

Son los costos necesarios para el desarrollo de una obra, pero estos no se relacionan directamente con la ejecución o la prestación de un bien o servicio (Mogrovejo, 2016, pág. 47).

4.2.2.1. Costos administrativos

Corresponden a los incrementos del cuadro técnico y administrativo que labora en las oficinas, para obtener un correcto control y desarrollo de la obra a realizarse, gastos fijos de la empresa (Padilla, 2013, págs. 140-141), se tiene.

➤ Gastos técnicos

Son los que interviene la parte ejecutiva, técnica y administrativa, reconociendo los sueldos y honorarios, a los empleados de estas áreas.

➤ Alquileres y depreciaciones

Corresponden a los gastos por concepto de inmuebles (renta de oficina), así como los gastos de servicios básicos (energía eléctrica, agua, teléfono, etc.).

➤ Obligaciones y Seguros

Son los gastos obligatorios para proteger los intereses de la empresa en caso de desastres naturales y pagos por posibles riesgos laborales.

➤ Material de consumo

Son los gastos de los insumos de oficina (papelería, combustibles, lubricantes de vehículos al servicio de la oficina, etc.).

➤ Capacitación y promoción

Formar un equipo de trabajo que tenga rendimiento y capacidad requerida para tener buen desempeño dentro de la empresa.

4.2.2.2. Imprevistos de construcción

Los imprevistos en la construcción se limitan a las acciones que quedan bajo el control y responsabilidad del constructor. Se considera imprevistos económicos, al incremento salarial, inflación y al alza excesiva en el precio de los materiales (Herrera, 2015, pág. 57).

4.2.2.3.Utilidad

Este factor define la rentabilidad de una empresa, ya que es necesario tener una rentabilidad por un servicio prestado, si no existe utilidad se puede llegar al fracaso de una empresa, se debe considerar que esta utilidad no se exceda del precio de venta o de un servicio ya que esto significaría ocasionar la salida de la empresa dentro del mercado de libre competencia. Existe un porcentaje de utilidad aceptable que debe estar entre el 10 y 15 por ciento del costo total de la obra (Herrera, 2015, pág. 57).

En la figura 4 se muestra un resumen de los costos indirectos.

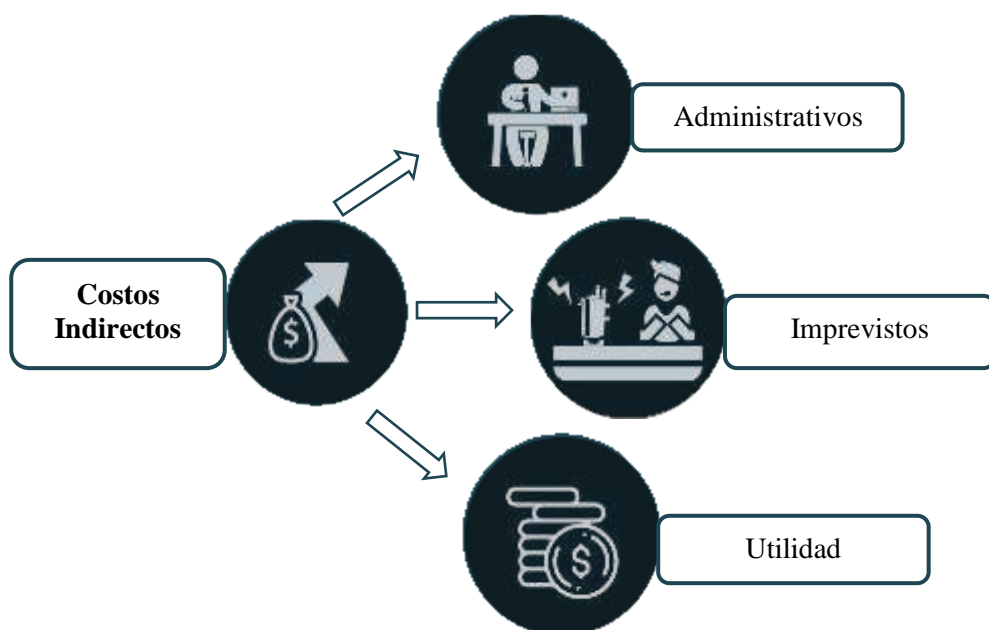


Figura 3. Resumen de los costos indirectos.

Fuente: Autor

4.2.3. Reajuste de precios en obras (fórmula polinómica)

Según (SERCOP, 2018) el reajuste de precios en ejecución, se relaciona con las variaciones en los costos de los componentes de los precios unitarios, estipulados en los contratos de ejecución de obras que celebren las entidades contratantes, los costos se reajustarán, para efectos de pago del anticipo y de las planillas de ejecución de obra, desde la fecha de variación, mediante la aplicación de fórmulas matemáticas que constarán obligatoriamente en el contrato.

4.2.3.1. Estructura de la fórmula polinómica

El SERCOP (Servicio Nacional de Contratación Pública) determina que cada fórmula polinómica es propia para cada obra y es reflejo de la correspondiente estructura de costos, adoptando la siguiente forma general básica:

$$P_r = P_o \left(\frac{p_1 B_1}{B_o} + \frac{p_2 C_1}{C_o} + \frac{p_3 D_1}{D_o} + \frac{p_4 E_1}{E_o} \dots \dots \dots \frac{p_n Z_1}{Z_o} + \frac{p_x X_1}{X_o} \right) \quad (6)$$

Donde:

P_r : Valor reajustado del anticipo o de la planilla

P_o : Valor del anticipo o de la planilla calculada con las cantidades de obra ejecutada a los precios unitarios contractuales, descontada la parte proporcional del anticipo, de haberlo pagado.

p_1 : Coeficiente del componente mano de obra

$p_2, p_3, p_4, \dots, p_n$: Coeficiente de los demás componentes principales.

p_x : Coeficiente de los otros componentes, considerados como "no principales", cuyo valor no excederá de 0,200. de precios de los precios de los elementos a la fecha del reajuste correspondiente.

Los coeficientes de la fórmula se expresarán y aplicarán al milésimo y la suma de aquellos debe ser igual a la unidad.

B_o : Sueldos y salarios mínimos de una cuadrilla tipo, fijados por ley o acuerdo ministerial para las correspondientes ramas de actividad, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general que deban pagarse a todos los trabajadores en el país, exceptuando el porcentaje de la participación de los trabajadores en las utilidades de empresa, los viáticos, subsidios y beneficios de orden social; esta cuadrilla tipo estará conformada en base a los análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada, vigentes treinta días antes de la fecha de cierre para la presentación de las ofertas que constará en el contrato.

B_1 : Sueldos y salarios mínimos de una cuadrilla tipo, expedidos por la ley o acuerdo ministerial para las correspondientes ramas de actividad, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general que deban pagarse a todos los trabajadores en el país, exceptuando el porcentaje de participación de los trabajadores en las utilidades de la empresa, los viáticos, subsidios y beneficios de orden social; esta cuadrilla tipo estará conformada sobre la base de los análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada, vigente a la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.

$C_o, D_o, E_o, \dots Z_o$: Los precios o índices de precios de los componentes principales vigentes treinta días antes de la fecha de cierre para la presentación de las ofertas, fecha que constará en el contrato.

$CI, DI, EI, \dots ZI$: Los precios o los índices de precios de los componentes principales a la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obras.

X_o : Índice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra y a la falta de éste, el índice de precios al consumidor treinta días antes de la fecha de cierre de la presentación de las ofertas, que constará en el contrato.

X_1 : Índice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra y a falta de éste, el índice de precios al consumidor a la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obras.

4.2.3.2. Aplicación de la formula de reajuste de precios

El reajuste de precios se realizará mensualmente o de acuerdo con los períodos de pago establecidos en el contrato, y será efectuado provisionalmente sobre la base de los precios o índices de precios a la fecha de presentación de las planillas por la fiscalización o unidad de control de cada obra tramitándolo conjuntamente con la planilla.

4.2.4. Normativas

Para el diseño, análisis y construcción de proyectos de redes de distribución se debe considerar las normativas vigentes establecidas en las instituciones encargadas del control de distribución y comercialización de la energía eléctrica.

4.2.4.1. Regulaciones

Las normas que regulan distribución de energía en el ámbito de diseño, construcción, seguridad y mantenimiento de las mismas, así como del personal apto para realizar dicha actividad.

- **Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE)**, Cumplir la prestación del servicio público de energía eléctrica al consumidor o usuario final, a través de las actividades de: generación, transmisión, distribución y comercialización, importación y exportación de energía eléctrica.
- **Distribución y comercialización de energía eléctrica. (ARCONEL 004/18)**: Establecer las normas generales que deben cumplir: las distribuidoras; el transmisor, cuando corresponda; y, los consumidores; para la prestación del servicio público de energía eléctrica.
- **Metodología para la Determinación de Precios de Reserva de los Procesos Públicos de Selección en el Ecuador (ARCONEL 037/19)**: Establece la metodología para la determinación de precios de reserva de los procesos públicos de selección en el Ecuador
- **Calidad del servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica (ARCONEL 037/19)**: Establece los indicadores, índices y límites de calidad del servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica; y, define los procedimientos de medición, registro y evaluación a ser cumplidos por las empresas eléctricas de distribución y consumidores, según corresponda.

4.2.4.2. Normas técnicas

- **NEMA**: Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos, con sede en Estados Unidos. Las normas NEMA tienen diferentes estándares ya sea para un producto, proceso o procedimiento.
- **NTE**: Normas Técnicas Ecuatorianas, las normas técnicas ecuatorianas conocidas como NTE INEN son reguladas por el INEN mediante reglamentos técnicos ecuatoriano como los RTE.
- **NEC**: Norma Ecuatoriana de la Construcción, tiene la finalidad de regular los procesos que permitan cumplir con las exigencias básicas de seguridad y calidad en

todo tipo de edificaciones como consecuencia de las características del proyecto, la construcción, el uso y el mantenimiento; especificando parámetros, objetivos y procedimientos con base a los siguientes criterios: (i) establecer parámetros mínimos de seguridad y salud; (ii) mejorar los mecanismos de control y mantenimiento; (iii) definir principios de diseño y montaje con niveles mínimos de calidad; (iv) reducir el consumo energético y mejorar la eficiencia energética; (v) abogar por el cumplimiento de los principios básicos de habitabilidad; (vi) fijar responsabilidades, obligaciones y derechos de los actores involucrados. .

- **IEC:** Comisión Electrotécnica Internacional que normaliza productos en el campo eléctrico, electrónico y tecnologías.
- **ASTM:** American Society for Testing Materials, es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica, acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios. Es una de las mayores organizaciones que desarrollan normas voluntarias por consenso, es uno de los contribuyentes más importantes de la ISO, es líder en la definición de materiales y métodos de pruebas y normas de carácter voluntario que involucra a productos, sistemas y servicios de la industria.
- **ASCE:** American Society of Civil Engineers, es un colegio profesional, que representa a ingenieros civiles de todo el mundo. Es la más antigua de las sociedades de ingeniería en los Estados Unidos. La visión de ASCE es tener ingenieros posicionados entre los líderes mundiales que luchen por conseguir una mejor calidad de vida.
- **ANSI:** American National Standards Institute, supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios y procesos y los aprueba.

4.2.5. Servicio nacional de contratación pública.

El sistema nacional de contratación pública (SERCOP) articula todas las instancias, organismos e instituciones en los ámbitos de planificación, programación, presupuesto, control, administración y ejecución de las adquisiciones de bienes y servicios, así como en la ejecución de obras públicas que se realicen con recursos públicos. (Servicio Nacional de Contratación Pública , s.f.)

4.2.5.1. RUP

El registro único de proveedores, es un sistema público de información y habilitación de las personas naturales y jurídicas, nacionales y extranjeras, con capacidad para contratar según la Ley, cuya administración corresponde al Instituto Nacional de Contratación Pública. El RUP es dinámico, incluye las categorizaciones dispuestas por el Instituto Nacional de Contratación Pública y se mantiene actualizado automáticamente y permanentemente por medios de interoperación con las bases de datos de las instituciones públicas y privadas que cuentan con la información requerida.

Los proveedores deben cumplir:

- Registrarse y constar en el RUP, como proveedor habilitado, como persona natural, persona jurídica y asociaciones o consorcios, domiciliadas en el país
- Someterse de manera expresa y sin reservas, al contenido del acuerdo de responsabilidad.

4.2.5.2. Normas correspondientes a los procesos de contratación

El procedimiento para la contratación y para la ejecución de obras, adquisición de bienes y prestaciones de servicios se conforma de:

- Plan anual de contratación
- Estudios
- Presupuesto
- Participación nacional
- Asociación para ofertar
- Modelos obligatorios
- Uso de herramientas informáticas
- Compras corporativas
- Vigencia de la oferta
- Divulgación, inscripción, aclaraciones y modificaciones de los pliegos
- Adjudicación
- Declaración de proceso desierto
- Cancelación del procedimiento
- Adjudicatarios fallidos

- Expediente del proceso de contratación

4.2.5.3. Definición de términos contrato

Definición de términos del contrato.

- a. Adjudicado:** es el oferente a quien la entidad contratante le adjudica el contrato.
- b. Comisión Técnica:** es la responsable de llevar adelante el procedimiento de contratación, a la que le corresponde actuar de conformidad con la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, su Reglamento General, la normativa expedida por el Servicio Nacional de Contratación Pública, el pliego, y las disposiciones administrativas que fueren aplicables.
- c. Contratista:** es el oferente adjudicado.
- d. Contratante:** es la entidad pública que ha tramitado el procedimiento del cual surge o se deriva el presente contrato.
- e. LOSNCP:** Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública.
- f. RGLOSNCP:** Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública.
- g. Oferente:** es la persona natural o jurídica, asociación o consorcio que presenta una "oferta", en atención al llamado a participar.
- h. Oferta:** es la propuesta para contratar, ceñida al pliego, presentada por el oferente a través de la cual se obliga, en caso de ser adjudicada, a suscribir el contrato y a la provisión de bienes o prestación de servicios.
- i. SERCOP:** Servicio Nacional de Contratación Pública.

4.3. Descripción y desarrollo de la aplicación

4.3.1. Consideraciones generales

En el cálculo de los precios unitarios de los materiales a utilizar en la ejecución de proyectos eléctricos de distribución de energía eléctrica de media y baja tensión, intervienen variables que hacen que dicho cálculo, sea extenso y tardío, de aquí nace la necesidad de utilizar un sistema de cálculo, que, a través de herramientas informáticas, permitan desarrollar aplicaciones, con la cual este cálculo se vuelva fácil, rápido y eficiente.

La finalidad de la herramienta es concentrar todas las variables necesarias para el cálculo y mantenerlas almacenadas en una base de datos, encontrándose disponibles en todo momento, de manera que el usuario pueda acceder a un nuevo proyecto en la aplicación, seleccionar el material a utilizar y su mano de obra, para así obtener el presupuesto deseado. En la base de datos se tendrá la posibilidad de buscar, editar y borrar cualquier variable, dependiendo de lo que requiera el usuario.

4.3.2. Programación orientada a objetos

Según (Bernal Bermúdez & Fernanadez Muñoz, 2012) las bases de la programación orientada a objetos son: abstracción, encapsulación, modularidad y jerarquización.

4.3.2.1. La abstracción

Es un proceso mental de extracción de las características esenciales, ignorando los detalles superfluos. Resulta ser muy subjetiva dependiendo del interés del observador, permitiendo abstracciones muy diferentes de la misma realidad

4.3.2.2. La encapsulación

Es ocultar los detalles que dan soporte a un conjunto de características esenciales de una abstracción. Existirán dos partes, una visible que todos tienen acceso y se aporta la funcionalidad, y una oculta que implementa los detalles internos.

4.3.2.3. La modularidad

Es descomponer un sistema en un conjunto de partes. Aparecen dos conceptos muy importantes: acoplamiento y cohesión.

- El acoplamiento entre dos módulos mide el nivel de asociación entre ellos; busca módulos poco acoplados.
- La cohesión de un módulo mide el grado de conectividad entre los elementos que los forman; nos interesa buscar una cohesión alta.

4.3.2.4. La jerarquía

Es un proceso de estructuración de varios elementos por niveles.

La programación orientada a objetos implementa estos cuatro conceptos con los siguientes elementos:

➤ Clases y objetos

Una clase describe las estructuras de datos que lo forman y sus funciones asociadas.

Una clase es un modelo con el que se construyen los objetos.

Un objeto es un ejemplar concreto de una clase, que se estructura y comporta según se definió en la clase, pero su estado es particular e independiente del resto de ejemplares.

Al proceso de crear un objeto se le llama generalmente instanciar una clase.

Las clases asumen el principio de encapsulación, se describe una vista pública que representa la funcionalidad de la misma, y una vista privada que describe los detalles de implementación.

Una clase es el único bloque de construcción, y, por lo tanto, en una aplicación Java sólo hay clases; no existen datos sueltos ni procedimientos.

➤ Atributos y estado

Un atributo es cada uno de los datos de una clase que la describen; no incluyen los datos auxiliares utilizados para una implementación concreta.

El estado de un objeto es el conjunto de valores de sus atributos en un instante dado.

➤ Métodos y mensajes

Un método define una operación sobre un objeto. En general, realizan dos posibles acciones: consultar el estado del objeto o modificarlo. Los métodos disponen de parámetros que permiten delimitar la acción del mismo.

Existen diversos tipos de métodos:

Consultan o modifican un atributo, normalmente los referenciamos como: getters & setters. Realizan operaciones sobre el conjunto de atributos, calculando valores o realizando modificaciones. Los constructores o destructores inicializan los atributos al principio del ciclo de vida, o liberan los recursos al final del ciclo

El mensaje es la invocación de un método de un objeto. Se resume como, un objeto que lanza un mensaje (quien realiza la invocación) y otro lo recibe (el que ejecuta el método).

Una clase es la descripción e implementación de un conjunto de atributos y métodos.

➤ **Herencia y polimorfismo**

La herencia es una característica que permite a las clases definirse a partir de otras, y así reutilizar su funcionalidad. A la clase padre se le llama superclase o clase base, y a la hija subclase o clase derivada.

El polimorfismo es la capacidad de que un mismo mensaje funcione con diferentes objetos. Es aquél en el que el código no incluye ningún tipo de especificación sobre el tipo concreto

4.3.3. Descripción de la herramienta informática jre

La herramienta informática JRE (Java Runtime Environment) es una capa de software que se ejecuta en la parte superior del software del sistema operativo de un ordenador, proporciona las bibliotecas de clases y otros recursos específicos, que el programa Java necesita para funcionar. (Education, 2020)

El JRE combina el código Java creado usando el JDK (Java Development Kit, es decir Kit de desarrollo de Java) con las bibliotecas necesarias para ejecutarlo en una JVM (Java Virtual Machine), que toma el código (Byte Code) resultante de compilar la aplicación Java y lo compila a su vez a código nativo de la plataforma en la que se está ejecutando). La ventaja principal de este esquema es que permite crear fácilmente un programa en Java y que luego éste se pueda ejecutar en cualquier sistema operativo, para el cual exista una implementación de la JVM que ejecuta el programa resultante. (Education, 2020)

4.3.4. Kit de herramientas de desarrollo

El Kit de desarrollo de Java (JDK) contiene las herramientas y librerías necesarias para crear y ejecutar applets y aplicaciones en Java.

A continuación, se listan algunas de las utilidades que se pueden encontrar en el JDK:

- **Javac:** Es el compilador de Java. Se encarga de convertir el código fuente escrito en Java a bytecode.
- **Java:** Es el intérprete de Java. Ejecuta el bytecode a partir de los archivos class.
- **Appletviewer:** Es un visor de applets. En la mayoría de las ocasiones puede utilizarse en lugar de un Navegador Web.
- **Javadoc:** Se utiliza para crear documentación en formato HTML a partir del código fuente Java y los comentarios que contiene.
- **Javap:** Es un desensamblador de Java.
- **Jar:** Es una herramienta utilizada para trabajar con los archivos JAR.

4.3.5. Bibliotecas

Java Runtime Environment posee una serie de bibliotecas para facilitar a los programadores crear conexiones de datos integrando aplicaciones y servicios. (Education, 2020)

4.3.5.1. Groovy all

Permite usarse para desarrollar aplicaciones web, aplicaciones de escritorio, aplicaciones móviles para Android o incluso usándolo como lenguaje de scripting.

4.3.5.2. API (Java persistence)

Es un framework del lenguaje de programación Java que maneja datos relacionales en aplicaciones, el objetivo que persigue el diseño de esta Interfaz de programación de aplicaciones (API), es no perder las ventajas de la orientación a objetos al interactuar con una base de datos (siguiendo el patrón de mapeo objeto - relacional).

4.3.5.3. JasperReports

Es una biblioteca que crea informes, tiene la habilidad de entregar contenido enriquecido al monitor, a la impresora o a ficheros PDF, HTML, XLS, CSV y XML.

4.3.5.4. Commons VFS

Proporciona una única API, que permite acceder a varios sistemas de archivos de diferentes tipos, la información se almacena en el caché de la JVM y, opcionalmente, se puede almacenar la información de archivos remotos en el sistema de archivos local (replicador) y entrega de eventos.

4.3.5.5. Javahelp

Es una expansión de Java que facilita la programación de las ventanas de ayuda.

4.3.5.6. Jodatime

Es un API Java que permite trabajar con fechas de una forma más sencilla, potente y eficiente que el API estándar de fechas de Java. Incluye algunos conceptos como intervalos, duraciones y períodos, que están bastante mal soportados en el API estándar.

4.3.6. Script

El script es un documento que contiene instrucciones, escritas en códigos de programación. Es un lenguaje de programación que ejecuta diversas funciones en el interior de un programa de computador.

Los scripts se encargan de cumplir las siguientes funciones:

- Combinar componentes.
- Interactuar con el sistema operativo o con el usuario.
- Controlar un determinado programa o aplicación.
- Configurar o instalar sistemas operacionales, especialmente en los juegos, se usa para controlar las acciones de los personajes.

Algunos lenguajes de programación, usada como script son: ActionScript, JavaScript, Lua, PHP, Python, ShellScript, Ruby, VBScript.

4.3.7. Entorno de desarrollo netbeans

Java requiere de un complemento para su desarrollo de programación ya que no cuenta con un entorno propio, por lo que Netbeans es una plataforma sencilla para el desarrollo de aplicaciones usando el lenguaje de programación JAVA y un entorno de desarrollo integrado (IDE). El IDE NETBEANS que permite editar el código, compilarlo, ejecutarlo

y depurarlo, incluye todos los recursos necesarios para construir un programa, como se puede apreciar en la figura 4, en donde constan:

- Archivos con el código
- Librerías externas
- Imágenes, sonidos, etc.

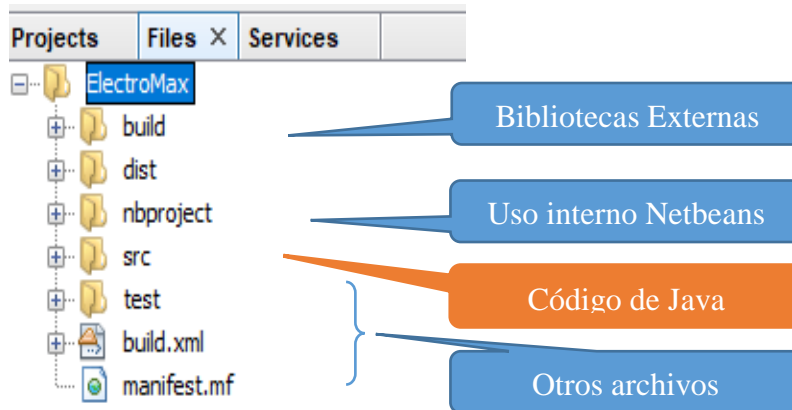


Figura 4: Recursos del programa en Netbeans

Fuente: Autor

4.3.7.1. Gestor de base de datos MariaDB server

MariaDB es un gestor bases de datos en donde el código fuente está disponible para los usuarios y abierto para los modificadores, tiene la facilidad de exportar importar datos, incluso crear una base de datos completa. (Auladell, 2016)

MariaDB se basa en la necesidad de garantizar la compatibilidad total con la estructura de la base de datos, así como con las API y los archivos de configuración de MySQL, y así facilitar su reemplazo inmediato. El paso de MySQL a MariaDB o viceversa debería ser exactamente igual de sencillo que una actualización entre dos versiones diferentes de MySQL. (Baquero, Blanch, Leon, Garcia Ruales, & Arias)

4.3.7.2. Heidi SQL

Es un interfaz gráfico para SQL, que nos proporciona una forma cómoda de trabajar con las bases de datos a nivel de programador. Gestiona las tablas de datos, los privilegios de usuario, sincroniza el contenido de dos bases de datos diferentes, importa ficheros, realiza consultas, o resalta con diferentes colores los comandos propios de la sintaxis SQL.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. Materiales.

En el desarrollo del presente proyecto se utilizará los siguientes recursos y materiales:

- Recursos bibliográficos:
 - Catálogo Digital de Unidades de Propiedad
 - Catálogos de fabricantes de equipo para redes de distribución.
- Recursos de oficina:
 - Equipo de computación
 - Softwares:
 - Java Runtime Environment.
 - Excel.
 - Netbeans
 - MaiaDB

5.2. Métodos.

- **El método de Observación**

Aplicando este método fue posible determinar los equipos a utilizar y cada uno de los elementos que conforman la red de distribución, sus especificaciones, uso, etc.

- **El método Científico**

Permitió identificar métodos y modelos, así como recolectar los datos necesarios de folletos, blogs y demás material de apoyo relacionado con la plataforma y el lenguaje de programación a utilizar, y todo lo referente a los costos directos e indirectos.

- **Método deductivo**

Permitió ir de los objetivos inicialmente planteados para poder obtener conclusiones y recomendaciones durante el desarrollo del proyecto.

- **Método analítico**

Distingue los costos directos de los indirectos de los elementos que conforman las redes de distribución eléctrica, así como el análisis los atributos, las herencias, del diagrama de clases implantado en el programa Electromax.

- **Método sintético**

Analiza la base de datos, así como los costos de los elementos del sistema de distribución.

6. RESULTADOS

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación, se considero lo establecido en la homologación de unidades de propiedad y materiales instituido por el MERNNR, la revisión de literatura expuesta en el capítulo II, permitió desarrollar un sistema de cálculo de presupuestos automatizado, que, llevado a una aplicación, facilitara el control técnico-financiero de los proyectos de redes de distribución eléctrica de media y baja tensión. Para validar el sistema de cálculo desarrollado, en la aplicación (Electromax) se utiliza un caso de estudio, en donde se demuestra la funcionalidad y utilidad del sistema de cálculo propuesto.

6.1. Fase de Análisis.

Dentro de esta fase se analizó la información recolectada, misma que se interpretó y se definió a través de una secuencia de pasos, para así calcular el precio unitario, de cada parámetro que interviene, tanto en los costos directos como los indirectos, logrando de esta forma el desarrollo de la metodología expuesta en la figura 5.

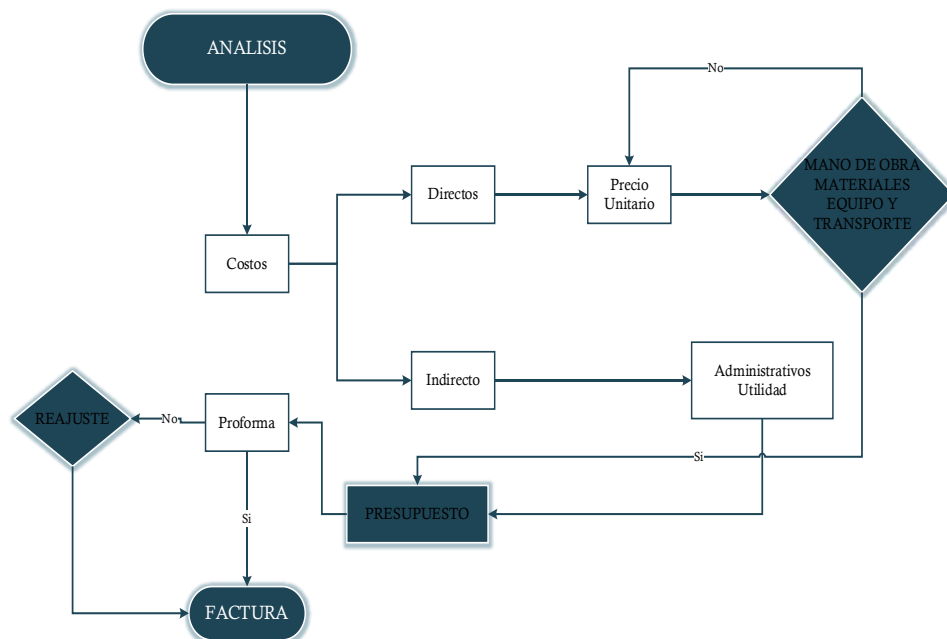


Figura 5: Flujograma del método del cálculo del presupuesto.

Fuente: Autor

6.2. Fase de Diseño.

El modelo de la aplicación es fundamental para facilitar la construcción de la interfaz gráfica, así como su código de programación, procesa información en forma ordenada y sistemática, para una correcta programación.

Este modelo se lo obtuvo mediante un diagrama de clases, mismos que son usados habitualmente para diseñar bases de datos. El diagrama de clases relaciona la unidad de instalación con los parámetros a considerar dentro del programa (materiales, mano de obra, equipo, transporte, entre otros), como se muestra en la figura 6, cada factor se relaciona con los elementos correspondientes para el cálculo del precio unitario.

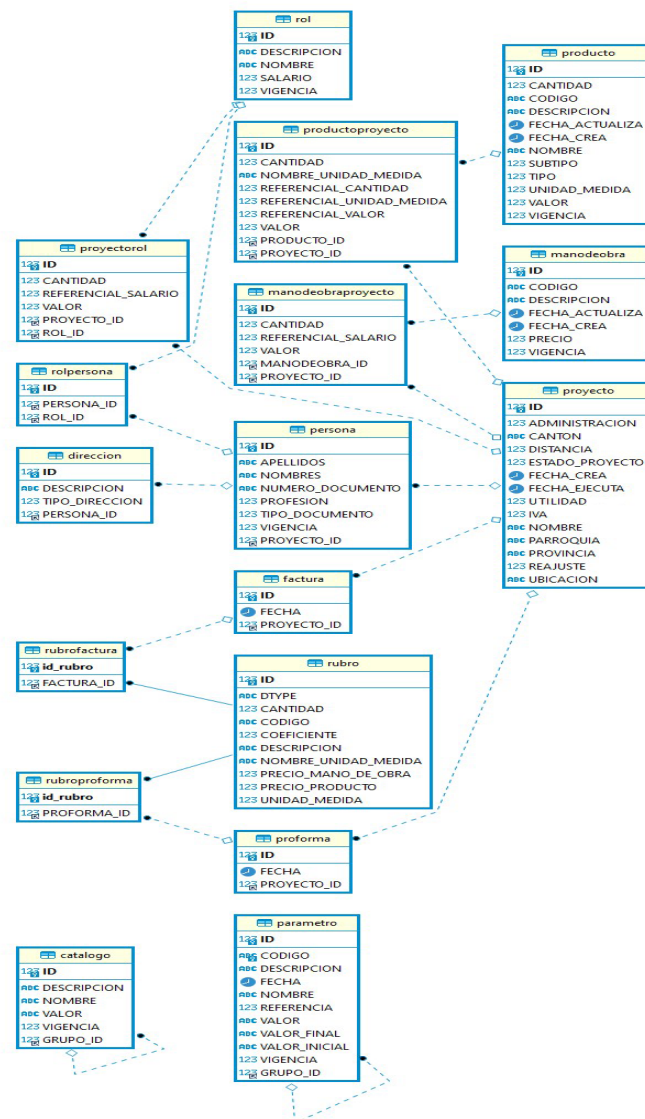


Figura 6: Diagrama de datos de la aplicación Electromax

Fuente: Autor

6.3. Fase de Programación.

En esta etapa se logró reducir el diseño a un código de programación. Este mecanismo es fundamental porque permite aplicar el mismo algoritmo a los diferentes tipos de datos; permitiendo separar las clases de tipos de datos, de esta forma aumentar su modularidad y minimizar la duplicación de código, en el manual del programador, se muestra el código de programación de las clases principales de la aplicación.

6.4. Fase de pruebas de la aplicación ElectroMax

En esta fase se resume la metodología, el desarrollo de la aplicación analizado en las fases anteriores, a través de la presentación de la proforma y la factura, en el manual de usuario se presentan los pasos a seguir para usar la aplicación, y en el manual de instalación se presentan los programas que deben estar instalados previamente en la Pc.

6.4.1. Reconocimiento de la aplicación

- Al ingresar al programa ElectroMax, como se muestra en la figura 7, en la parte superior se encontraran los botones de archivo, módulos, reportes y ayuda.

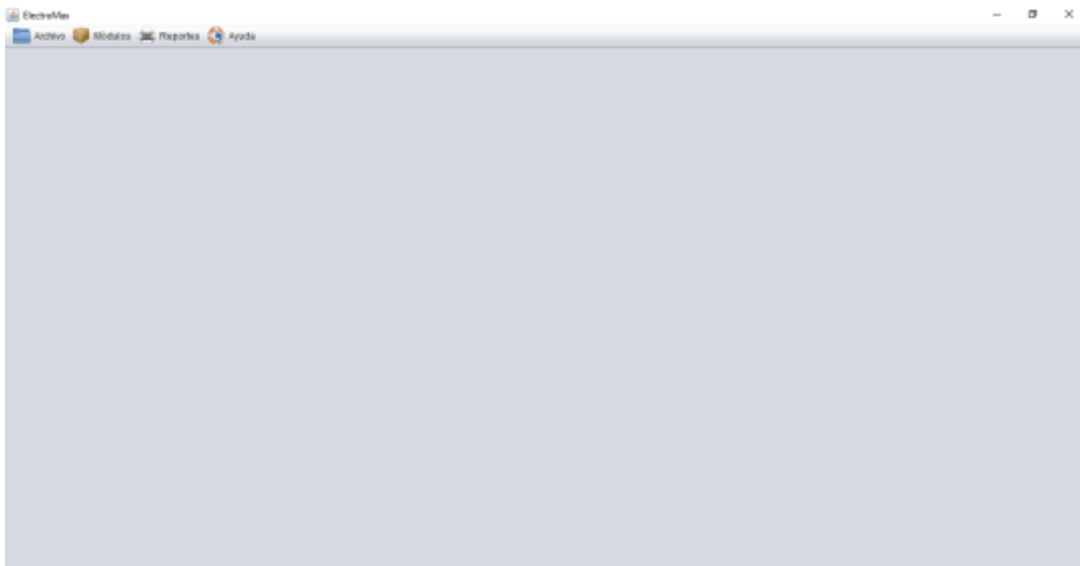


Figura 7: Ventana de inicio del programa.

Fuente Programa ElectroMax.

- En el botón módulos de la figura 8, se muestra el parámetro que se debe seleccionar para generar un presupuesto, el usuario debe a ingresar a proyecto.

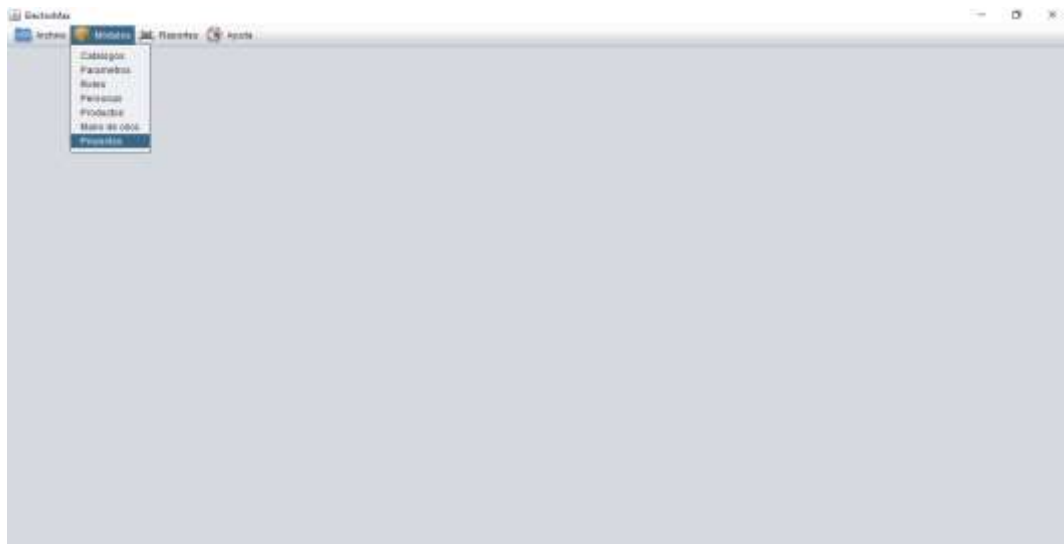


Figura 8: Ventana de botonera de módulos

Fuente: Programa ElectroMax

- Al seleccionar la botonera de nuevo se muestra una ventana, como se presenta en la figura 9, en donde se debe ingresar a nuevo proyecto.

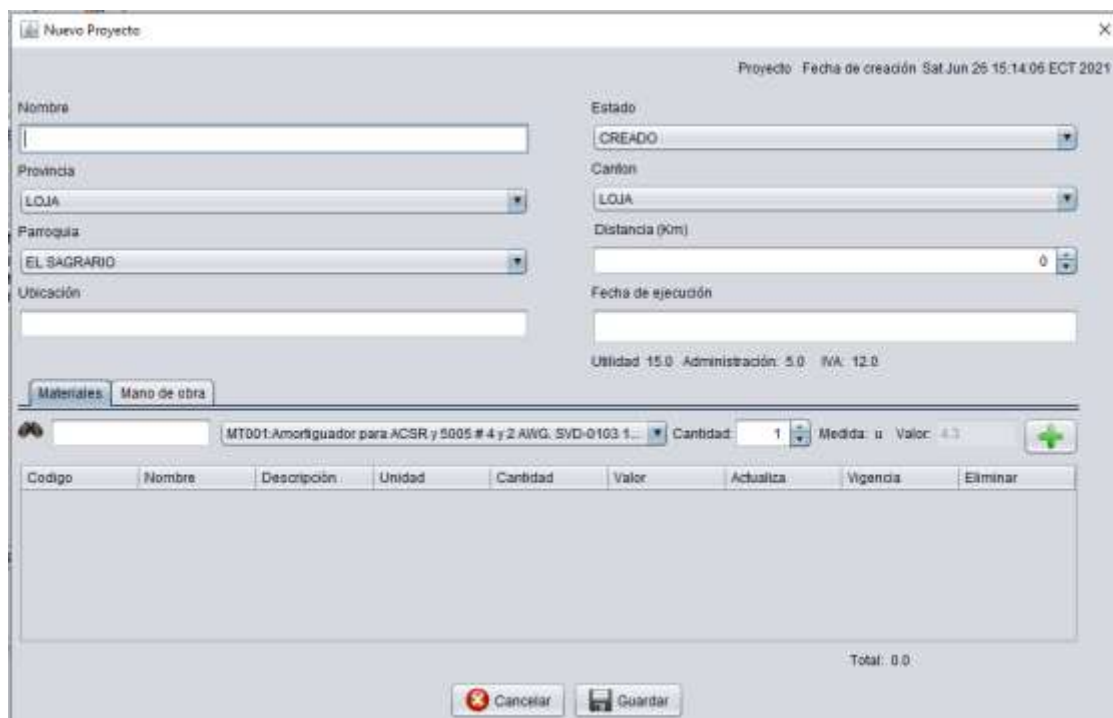


Figura 9: Ventana nuevo proyecto

Fuente: Programa ElectroMax

Una vez completados todos los campos, en la opción nuevo proyecto se puede generar ya sea una proforma o una factura dependiendo los requerimientos del usuario.

- Para generar una proforma, damos clic en proforma, como se muestra en la figura 10, se deben completar todos los campos, y se debe verificar el estado del proyecto, y luego se debe dar clic en guardar.

The screenshot shows a software interface for creating a new project. The window title is "Nuevo Proyecto". At the top right, there are tabs for "Proyecto" and "Proforma", with "Proforma" selected. The "Fecha de creación" is "Sat Jun 26 15:14:06 ECT 2021". The "Estado" is "REVISADO" and a "Generar proforma" button is highlighted. The form includes fields for "Nombre", "Provincia" (LOJA), "Parroquia" (EL SAGRARIO), "Ubicación", "Canton" (LOJA), "Distancia (km)", and "Fecha de ejecución". At the bottom, there are "Materiales" and "Mano de obra" tabs, a table for materials with columns for "Codigo", "Nombre", "Descripción", "Unidad", "Cantidad", "Valor", "Actualiza", "Vigencia", and "Eliminar", and a "Total: 0.0" label. "Cancelar" and "Guardar" buttons are at the bottom.

Figura 10: Proforma revisado

Fuente: Programa ElectroMax

- Una vez generada la proforma se muestra el desglose del presupuesto de la obra, como se presenta en la ver figura 11.

Fecha: Sat Jun 26 15:21:08 ECT 2021

Imprimir Coeficientes Reajuste

Codigo	Nombre	Unidad	Cantidad	Material	Mano de obra
MT005	Cable de acero gal...	m	14	14,56	0
MT190	Abrazadera simple ...	u	4	27,68	0
MT191	Abrazadera simple ...	u	2	10,32	0
MT120	Aislador de porcela...	u	1	0,8	0
MT122	Aislador de caucho ...	u	1	19,64	0
MT115	Aislador de porcela...	u	1	2,62	0
MT192	Bastidor de 1 vía si...	u	1	2,54	0
MT006	Bloque de hormigó...	u	1	13,13	0
MT008	Cinta aislante plást...	u	3	2,22	0
MT007	Cinta de armar de ...	u	5	2,5	0
MT170	Conductor de Al Ca...	m	30	30,3	0
MT369	Conductor de Cu ai...	u	7	106,82	0
MT370	Conductor de Cu d...	u	12	152,88	0
MT018	Conector linea ener...	u	1	7,07	0
MT372	CONECTOR PERN...	u	3	8,67	0
MT382	Cruceta metálica n...	u	1	55,24	0

(A) TOTAL MATERIALES:	2499.69
(B) TOTAL MANO DE OBRA:	928.57
(C) TOTAL TRANSPORTE:	0.0
(D) SUB-TOTAL DEL PRESUPUESTO (A+B+C):	3428.26
(E) INDIRECTOS:	685.65
(F) IVA (A+B+E)*12.0%	493.67
(G) TOTAL DEL PRESUPUESTO (D+E+F):	4607.58

Salir

Figura 11: Desglose de proforma

Fuente: Programa ElectroMax

- Como se puede observar en la figura 12, dentro de este desglose se encuentran los coeficientes para el cálculo del reajuste de precios.

Reajuste de precios

Reajuste Mano de obra

NOMBRE	CODIGO	COEFICIENTE	ÍNDICE (BO)	ÍNDICE (B1)	RELACIÓN	FACTOR
MANO DE OBRA	B	0.37	0.0	0.0	1.0	0.37
CONDUCTORE...	C	0.13	281.75	0.0	1.0	0.13
ALUMBRADO	D	0.13	117.7	0.0	1.0	0.13
POSTES	E	0.0	288.65	0.0	0.0	0.0
ACCESORIOS P...	F	0.47	123.24	0.0	1.0	0.47
TRANSFORMAD...	G	0.4	215.86	0.0	1.0	0.4
OTROS	X	0.4	0.0	0.0	1.0	0.4
Totat:		1.9	1027.2	0.0	6.0	1.9

VALOR A REAJUSTAR (Po): 2499.69
 VALOR REAJUSTADO (Pr): 4749.41
 VALOR REAJUSTE DE PRECIOS (Pr - Po): 2249.72

Figura 12: Desglose de coeficientes para el cálculo

Fuente: Programa ElectroMax

- En la figura 13 se muestra la presentación de la proforma antes de su impresión.

PROYECTO:	PROYECTO 2	FECHA DE EJECUCIÓN:	01/03/22 0:00
PROVINCIA:	LOJA	PROFORMA:	2
CANTON:	LOJA	FECHA:	23/03/21 14:16
PARROQUIA:	EL SAGRARIO		
UBICACION:	Los Operadores		
		DISTANCIA (Km):	0.0

CODIGO	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	MATERIAL	MANO DE OBRA
MO549	BAJANTE AP CONDUCTOR 4*12 AWG, POR INTERIOR	u	1.0	\$ 0,00	\$ 9,29
MT023	Reversible tipo EMT de 2"	u	2.0	\$ 14,76	\$ 0,00
MO335	ESTRUCTURA TIPO 9C + RC	u	2.0	\$ 0,00	\$ 74,32
MT002	Amortiguador para ACSR y 5005 # 1/0 y 2/0 AWG. SVD-	u	2.0	\$ 10,60	\$ 0,00
MT036	Grapa de línea energizada de 5 a 1/0 AWG	u	2.0	\$ 29,06	\$ 0,00
MO119	EMPALME RECTO CON CINTAS PARA CABLE CALIBRE	u	3.0	\$ 0,00	\$ 154,98
MO331	ESTRUCTURA TIPO VR2 + RC	u	2.0	\$ 0,00	\$ 102,20
MO008	AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE Y NEUTRO)	u	1.0	\$ 0,00	\$ 4,19
MO001	AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE) #4	u	1.0	\$ 0,00	\$ 4,19
MT066	Tubo metálico EMT de 1"x 3 m.	m	3.0	\$ 22,86	\$ 0,00
MT001	Amortiguador para ACSR y 5005 # 4 y 2 AWG. SVD-0103	u	2.0	\$ 8,60	\$ 0,00
MT085	Varilla de retención preformada para cable de acero e 10	u	3.0	\$ 8,10	\$ 0,00
MT004	Alambre de alar. Ø 3,11 mm	m	1.0	\$ 0,86	\$ 0,00
MO004	AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE) # 2/0	u	2.0	\$ 0,00	\$ 8,38
MO007	AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE Y NEUTRO)	u	1.0	\$ 0,00	\$ 4,19
MT076	Varilla de armar preformada para ACSR # 2/0 AWG. AR-	u	3.0	\$ 35,01	\$ 0,00
Total:			31.0	\$ 129,85	\$ 361,74

(A) TOTAL MATERIALES:	\$ 129,85
(B) TOTAL MANO DE OBRA:	\$ 361,74
(C) TOTAL TRANSPORTE:	\$ 0,00
(D) SUB-TOTAL DEL PRESUPUESTO (A+B+C):	\$ 491,59
(E) INDIRECTO:	\$ 58,99
(F) IVA ((A+B+E)*12 %)	\$ 22,66
(G) TOTAL DEL PRESUPUESTO (D+E+F)	\$ 573,24

Figura 13: Presentación de proforma completa.

Fuente: Programa ElectroMax

- Una vez concluido el cálculo del presupuesto se puede dar clic en el botón imprimir para obtener la factura con el valor reajustado, considerando la fecha de entrega de la proforma y la fecha de ejecución de la obra, ver figura 14.

Editar Proyecto

Proyecto: Factura Fecha de creación: Sat Feb 13 00:00:00 COT 2021

Nombre: PROYECTO 2 Estado: APROBADO

Provincia: LOJA Cálcul: LOJA

Parroquia: EL SAGRARIO Distancia (Km): 10

Utilización: Los operadores Fecha de ejecución: 01/01/1999

Utilidad: 15.0 Administración: 5.0 IVA: 12.0

Materiales Mano de obra

MT001 Amortiguador para ACSR y S805 # 4 y 2 AWG. SVD-0102 1.0 94 54.3 Cantidad: 1 Medida: u Valor: + Agregar

Código	Nombre	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Actualiza	Vigencia	Eliminar
MT053	Tubo metálico	Tubo metálico	u	3	22,86	13/02/2021	<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminar
MT020	Reversible tipo	Reversible tipo	u	2	14,76	13/02/2021	<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminar
MT082	Varilla de reten.	Varilla de reten.	u	3	8,1	13/02/2021	<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminar
MT033	Grapa de línea	Grapa de línea	u	2	29,06	13/02/2021	<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminar
MT073	Varilla de arma.	Varilla de arma.	u	3	35,01	13/02/2021	<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminar
MT004	Alambre de ata.	Alambre de ata.	u	1	0,96	13/02/2021	<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminar
MT001	Amortiguador	Amortiguador	u	2	8,6	13/02/2021	<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminar

Total: 129,85

Cancelar Guardar

Figura 14: Factura estado aprobado

Fuente: Programa ElectroMax

- Se debe guardar la información, y al dar clic sobre factura se generará una ventana, como se aprecia en la figura 15, en donde muestra el resumen de cómo se presenta la factura.

Fecha: Sat Feb 13 21:37:43 COT 2021

Imprimir

Código	Nombre	Unidad	Cantidad	Material	Mano de obra
MT053	Tubo metálico EMT	u	3	22,86	0
MT020	Reversible tipo EMT	u	2	14,76	0
MT082	Varilla de retención	u	3	8,1	0
MT033	Grapa de línea ener.	u	2	29,06	0
MT073	Varilla de armar pref.	u	3	35,01	0
MT004	Alambre de atar Ø	u	1	0,96	0
MT001	Amortiguador para	u	2	8,6	0
MT002	Amortiguador para	u	2	10,6	0
MO335	ESTRUCTURA TIP		2	0	74,32
MO331	ESTRUCTURA TIP		2	0	102,2
MO119	EMPALME RECTO		3	0	154,98
MO094	AMORTIGUADOR E.		2	0	8,38
MO548	BAJANTE AP COND.		1	0	9,29
MO007	AMORTIGUADOR E.		1	0	4,19
MO008	AMORTIGUADOR E.		1	0	4,19
MO001	AMORTIGUADOR E.		1	0	4,19
(A) TOTAL MATERIALES:			129,85		
(B) TOTAL MANO DE OBRA:			361,74		
(C) TOTAL TRANSPORTE:			0,0		
(D) SUB-TOTAL DEL PRESUPUESTO (A+B+C):			491,59		
(E) INDIRECTOS:			08,99		
(F) IVA ((A+B+E)*12 %):			22,66		
(G) TOTAL DEL PRESUPUESTO (D+E+F):			573,24		

Salir

Figura 15: Presentación de resumen de factura

Fuente: Programa ElectroMax

- Finalmente se imprimirá la factura real del proyecto con su respectivo desglose, como se muestra en la figura 16.

PROYECTO:	PROYECTO 2	Factura:	2			
PROVINCIA:	LOJA	Fecha:	23/03/21 14:17			
CANTON:	LOJA					
PARROQUIA:	EL SAGRARIO					
UBICACION:	Los Operadores					
DISTANCIA (Km): 0.0						
CODIGO	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	MATERIAL	MANO DE OBRA	
MT036	Grapa de línea energizada de 6 a 1/0 AWG	u	2.0	\$ 29,06	\$ 0,00	
MT056	Tubo metálico EMT de 1" x 3 m	m	3.0	\$ 22,86	\$ 0,00	
MO549	BAJANTE AP CONDUCTOR 4"12 AWG, POR INTERIOR DE POSTE	u	1.0	\$ 0,00	\$ 9,29	
MT076	Varilla de armar preformada para ACSR # 2/0 AWG, AR-0120	u	3.0	\$ 35,01	\$ 0,00	
MO331	ESTRUCTURA TIPO VR2 + RC	u	2.0	\$ 0,00	\$ 102,20	
MT023	Reversible tipo EMT de 2"	u	2.0	\$ 14,76	\$ 0,00	
MO119	EMPALME RECTO CON CINTAS PARA CABLE CALIBRE # 2 / 15KV	u	3.0	\$ 0,00	\$ 154,98	
MO007	AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE Y NEUTRO) # 2	u	1.0	\$ 0,00	\$ 4,19	
MT066	Varilla de retención preformada para cable de acero a 10 mm, GDE-1107	u	3.0	\$ 6,10	\$ 0,00	
MT002	Amortiguador para ACSR y 5005 # 1/0 y 2/0 AWG, SVD-0104	u	2.0	\$ 10,60	\$ 0,00	
MO001	AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE) #4	u	1.0	\$ 0,00	\$ 4,19	
MO004	AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE) # 2/0	u	2.0	\$ 0,00	\$ 8,38	
MO008	AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE Y NEUTRO) # 1/0	u	1.0	\$ 0,00	\$ 4,19	
MT001	Amortiguador para ACSR y 5005 # 4 y 2 AWG, SVD-0103	u	2.0	\$ 8,60	\$ 0,00	
MT004	Alambre de alar. Ø 3.11 mm	m	1.0	\$ 0,66	\$ 0,00	
MO335	ESTRUCTURA TIPO BC + RC	u	2.0	\$ 0,00	\$ 74,32	
			Total:	31.0	\$ 129,85	\$ 361,74
(A) TOTAL MATERIALES:				\$ 129,85		
(B) TOTAL MANO DE OBRA:					\$ 361,74	
(C) TOTAL TRANSPORTE:				\$ 0,00		
(D) SUB-TOTAL DEL PRESUPUESTO (A+B+C):				\$ 491,59		
(E) INDIRECTOS				\$ 58,99		
(F) IVA ((A+B+E)*12 %)				\$ 22,66		
(G) TOTAL DEL PRESUPUESTO (D+E+F)				\$ 573,24		

Figura 16: Presentación final factura

Fuente: Programa ElectroMax

6.4.2. Caso de estudio.

Para validar la aplicación de cálculo ElectroMax, se ha seleccionado como caso de estudio la conexión de un transformador de 15 kVA para un usuario. Se desarrollará el cálculo de forma manual y utilizando la aplicación ElectroMax.

6.4.2.1. Detalle de los materiales

En la tabla 11 se presenta el resumen de materiales que se requieren para realizar el proyecto.

Materiales		
Descripción	Unidad	Cantidad
Abrazada simple diámetro 130-160mm	u	4
Abrazada simple diámetro 160-190 mm	u	2
Aisladora rollo ANSI 53-2	u	1
Aislador suspensión, de caucho siliconado, ANSI DS-28,22kV.	u	1
Aislador de retenida ANSI 54-3	u	1
Bastidor galv. 1 vía.	u	1
Bloque de anclaje	u	1
Cable de acero galv. 9.51mm.	m	14
Cinta Heribant 19.1 mm	m	3
Cinta de armar, 1.27x7.62mm.	m	5
Conductor de Al desn. ACSR 2.	m	30
Conductor Cu. aislado tipo TW 2.	m	7
Conductor de Cu desn. cableado 2.	m	12
Conector de línea energizada 8-2/0	u	1
Conector de línea energizada 6-4/0	u	1
Conector p. hendido para Cu/Al. 2/0	u	3
Cruceta metálica galvz de 1,2m en L	u	1
Eslabón U pasador de di. 16mm.	u	1
Grapa horquilla guardac. 4-4/0.	u	1
Guardac galv. cable acero di. 10mm.	u	1
Perno máq. T y arand de 16x203mm	u	1
Pie amg. ángl Fe de 38x38x5x700mm.	u	1
Pinza para acometida cable múltiplex	u	1
Poste circular de HA de 12m x 500 kg.	u	1
Retención para acero di. 9.51mm.	u	3
Retención pref. para alum. 2	u	4
Seccionad fusib. tipo ab, 15 kV,	u	1
Tiraf. tipo H, con cabz rosc de 2 A.	u	1
Trafo 1F. autopr. 15 KVA; 12.7 kV	u	1
Tuerca de ojo galvz di. 16mm.	u	1
Varilla copperw con conect. 16x2400mm.	u	1
Varilla de anclaje 16x2000mm.	u	1

Tabla 11: Resumen de materiales

Fuente: Estudio eléctrico para un transformador de 15 kVA para vivienda (Coronel, 2018)

6.4.2.2. Detalle de mano de obra a utilizar

En la tabla 12 se presenta el resumen de mano de obra que se requiere para realizar el proyecto.

Mano de obra		
Descripción	Unidad	Cantidad
Tendido, calibración y amarre conductor calibre #2 tipo ACSR	m	0,03
Tendido, calibración, amarre conductor triplex 3*6	m	0,015
Estructura Tipo UR	1	1
Estructura Tipo ES041	1	2
Pintura DeCodigo En Poste	1	1
Direccion De Plantado De Poste	1	1
Carga-Trans-Descarga Poste H.A.12M.	1	1
Izado, Retacado Poste H.A. Hasta 12m, con máquina.	1	1
Montaje e instalación de seccionamiento, en una fase (S1)	1	1
Puesta a tierra, con varilla	1	2
Tensor tipo TT, en AT	1	1
Colocación y retacado de anclas (no incluye piedra)	1	2
Montaje e instalación, transformación 1F auto protegido. de 15 kVA	1	1
Excavación para tensor o poste D12m de 60cm, TER normal o concentrado	u	2
Suministro y acopio de piedra D 50m, para postes de hasta 12m	u	1
Suministro y acopio de piedra D 50m, para tensores	u	1

Tabla 12: Resumen de mano de obra

Fuente: Estudio eléctrico transformador de 15 kVA para vivienda (Coronel, 2018)

6.4.2.3. Cálculo del presupuesto de forma manual

El cálculo del precio unitario de los materiales, esta dado por los costos unitarios de cada material, los mismos que constan en la base de datos de la aplicación, con estos precios se determina el costo de materiales que representaría la instalación de un transformador de 15 kVA, como se puede apreciar en la tabla 13.

Precio Materiales			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
Abrazadera simple diámetro 130-160mm	4	6,92	27,68
Abrazadera simple diámetro 160-190 mm	2	5,16	10,32
Aisladora rollo ANSI 53-2	1	0,80	0,80
Aislador suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28,22kV.	1	19,64	19,64
Aislador de retenida ANSI 54-3	1	2,62	2,62
Bastidor galvanizado 1 vía.	1	2,54	2,54
Bloque de anclaje	1	13,13	13,13
Cable de acero galvanizado 9.51mm.	14	1,04	14,56
Cinta Heribant 19.1 mm	3	0,74	2,22
Cinta de armar, 1.27x7.62mm.	5	0,50	2,50
Conductor de Al desnudo ACSR 2.	30	1,01	30,30
Conductor Cu. aislado tipo TW 2.	7	15,26	106,82
Conductor de Cu desnudo cableado 2.	12	12,74	152,88
Conector línea energizada 8-2/0	1	6,79	6,79
Conector línea energizada 6-4/0	1	7,07	7,07
Conector perno hendido para Cu/Al. 2/0	3	2,89	8,67
Cruceta metálica galvanizado de 1,2m en L	1	55,24	55,24
Eslabón U pasador 16mm.	1	2,39	2,39
Grapa horquilla guardabocado. 4-4/0.	1	4,94	4,94
Guardabocado galvanizado cable acero di. 10mm.	1	1,10	1,10
Perno máquina 16x203mm	1	1,21	1,21
Arandela de 16x203mm	1	0,22	0,22
Pie amigo angular Fe de 38x38x5x700mm.	1	8,80	8,80
Pinza para acometida cable múltiplex	1	1,30	1,30
Poste circular de HA de 12m x 500 kg.	3	274,14	822,42
Retención preformada de acero diametro 9.51mm.	4	4,56	18,24
Retención preformada para alum. 2/0	1	1,84	1,84
Seccionador fusible tipo abierto 15 kV,	1	96,72	96,72
Tirafusible tipo H, con cabeza rosca de 2 A.	1	1,84	1,84
Transformador 1F. autoprotegido 15 kVA; 12.7 kV	1	1009,80	1009,80

Tuerca de ojo galvanizado diametro 16mm.	1	2,22	2,22
Varilla copperweld con conector 16x2400mm.	1	9,55	9,55
Varilla de anclaje 16x2000mm.	4	13,33	53,32
TOTAL MATERIALES			2499,69

Tabla 13: Detalle precios de materiales

Fuente: Autor

6.4.2.4. Cálculo del presupuesto de mano de obra de forma manual

El cálculo del precio unitario de la mano de obra, consta en la base de datos de la aplicación, estos valores son determinados de acuerdo al Salario Mínimo Sectorial 2021, en base al trabajo-hora, con estos valores se establece el valor de mano de obra para el caso estudio seleccionado, como se puede apreciar en la tabla 14.

Precio Mano de obra			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
Tendido, calibración y amarre conductor calibre #2 tipo ACSR	1	307,43	307,43
Tendido, calibración, amarre conductor triplex 3*6	1	296,83	296,83
Estructura Tipo UR	1	7,66	7,66
Estructura Tipo ES041	2	5,81	11,62
Pintura de código en poste	1	2,25	2,25
Dirección de plantado de poste	1	2,68	2,68
Carga-Trans-Descarga Poste H.A.12M.	1	28,26	28,26
Izado, Retacado Poste H.A. Hasta 12m, con máquina, desplazado O<=50m	1	31,22	31,22
Montaje e instalación de seccionamiento, en una fase (S1)	1	18,58	18,58
Puesta a tierra, con varilla	2	11,61	23,22
Tensor tipo TT, en AT	1	13,99	13,99
Colocación y retacado de anclas (no incluye piedra)	2	12,77	25,54
Montaje e instalación, transformación 1F auto protegido. de 15 kVA	1	93,55	93,55

Excavación para tensor o poste <=12M, D>=60CM, TER normal o concentrado	2	17,24	34,48
Suministro y acopio de piedra D 50m, para postes de hasta 12m	1	12,89	12,89
Suministro y acopio de piedra D 50m, para tensores	1	18,37	18,37
TOTAL MANO DE OBRA			928,57

Tabla 14: Detalle precios de mano de obra

Fuente: Autor

- El Subtotal del presupuesto, es el cálculo de costos directos.

$$\mathbf{Subtotal = Costo_{mano\ de\ obra} + Costo_{materiales}}$$

$$Subtotal = USD\ 928,57 + USD\ 2\ 499,69$$

$$Subtotal = USD\ 3\ 428,26$$

- Los costos indirectos, son la suma del subtotal con los costos de utilidad que representa el 15%, y de administración que representan el 5%.

$$\mathbf{Costos_{indirectos} = Subtotal \times (Costo_{utilidad} + Costo_{administración})}$$

$$Costos_{indirectos} = USD\ 3\ 428,26 \times (20\%)$$

$$Costos_{indirectos} = USD\ 685,65$$

- Cálculo del IVA.

$$\mathbf{IVA = (Subtotal + Costos_{indirectos}) \times 12\%}$$

$$IVA = USD(3\ 428,26 + 685,65) \times 0,12$$

$$IVA = USD\ 4\ 113,91 \times 0,12$$

$$IVA = USD\ 493,67$$

- Total, del presupuesto.

$$\mathbf{Total_{presupuesto} = Subtotal + Costos_{indirectos} + IVA}$$

$$Total_{presupuesto} = USD(3\ 428,26 + 685,65 + 493,67)$$

$$Total_{presupuesto} = USD\ 4\ 607,58$$

6.4.2.5. Cálculo del presupuesto utilizando la aplicación ElectroMax

Para crear un proyecto en la aplicación ingresamos los datos informativos del proyecto, y seleccionamos cada uno de los materiales a utilizar, así como su mano de obra, una vez completada la información requerida, ubicamos la primera instancia del proyecto CREACIÓN, y clic en guardar.

Una vez creado el proyecto, el estado del mismo cambiará a revisado como se presenta en la figura 17, lo que permitirá imprimir la factura del proyecto.

Proyecto: Fecha de creación: Sat Jun 26 14:56:49 ECT 2021

Nombre: INSTALAR UN TRANSFORMADOR DE 15KVA
Estado: APROBADO
Provincia: LOJA
Canton: LOJA
Parroquia: EL SAGRARIO
Distancia (Km): 0
Ubicación: LOS OPERADORES
Fecha de ejecución: 4/05/2023
Unidad: 15.0 Administración: 5.0 IVA: 12.0

MT001 Amortiguador para ACSR y 5005 # 4 y 2 AWG. SVD-0103 1... Cantidad: 1 Medida: u Valor: 1.3

Código	Nombre	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor	Actualiza	Vigencia	Eliminar
MT005	Cable de acer...	Cable de acer...	m	14	14.56	19 mar 2021	<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminar
MT190	Abrazadera si...	Abrazadera si...	u	4	27.88	19 mar 2021	<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminar
MT191	Abrazadera si...	Abrazadera si...	u	2	10.32	19 mar 2021	<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminar
MT120	Aislador de por...	Aislador de por...	u	1	0.8	19 mar 2021	<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminar
MT122	Aislador de ca...	Aislador de ca...	u	1	19.64	19 mar 2021	<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminar
MT115	Aislador de por...	Aislador de por...	u	1	2.62	19 mar 2021	<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminar
MT192	Basidor de 1 v...	Basidor de 1 v...	u	1	2.54	15 mar 2021	<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminar

Total: 2499.69

Figura 17: Crear proyecto

Fuente: Aplicación ElectroMax

Una vez creado el proyecto, el estado del mismo cambiará a revisado como se presenta en la figura 18, obteniéndose la proforma del proyecto.

PROYECTO: INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR DE 15 KVA PARA USUARIO
 PROVINCIA: LOJA
 CANTON: LOJA
 PARROQUIA: EL SAQRARRO
 UBICACIÓN: Los Operarios

FECHA DE EJECUCION: 09/07/2019 0:00
 PROFORMA: 1
 FECHA: 19/03/21 14:35

DISTANCIA (Km) 0.0

CODIGO	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	MATERIAL	MANO DE OBRA
MT228	Perno máquina Ø 16x203 mm (5/8"IF)	u	1.0	\$ 1.21	\$ 0.00
MC055	TENDIDO, CALIBRACION, AMARRE CONDUCTOR	u	1.0	\$ 0.00	\$ 296.83
MT115	Aislador de porcelana tipo referido ANSI 54-3	u	1.0	\$ 2.12	\$ 0.00
MT230	Varrilla de anclaje galvanizada de 5"Øx2 m	u	4.0	\$ 53.32	\$ 0.00
MT353	Transformador monofásico autoprotegido (OSP) de 15 KVA	u	1.0	\$ 1.009.80	\$ 0.00
MT373	Pie anillo angular Fe de 3Bx3Bx5x700mm.	u	1.0	\$ 6.80	\$ 0.00
MT	Retención prefabricada de acero diámetro 8.51mm	u	4.0	\$ 18.24	\$ 0.00
MC635	CARGA-TRANS-DESCARGA POSTE H.A.12M.	u	1.0	\$ 0.00	\$ 28.28
MT375	Poste circular de HA de 12m x 500 Kg	u	3.0	\$ 892.42	\$ 0.00
MT018	Conector línea energizada Ø 4.0	u	1.0	\$ 7.07	\$ 0.00
MT008	Cera asfalto plástica. 18x1800 mm	u	3.0	\$ 2.20	\$ 0.00
MT370	Conductor de Cu desnudo cableado 2	u	12.8	\$ 152.88	\$ 0.00
MC678	SUMINISTRO Y ACOPIO DE PIEDRA D=60M, PARA	u	1.0	\$ 0.00	\$ 12.89
MT017	Conector línea energizada Ø 3.0	u	1.0	\$ 6.79	\$ 0.00
MO707	MONTAJE E INSTALACION DE SECCIONAMIENTO, EN	u	1.0	\$ 0.00	\$ 18.58
MT087	Varrilla Cooperweld con conector 18 x 2400 mm	u	1.0	\$ 9.50	\$ 0.00
MC682	SUMINISTRO Y ACOPIO DE PIEDRA D=60M, PARA	u	1.0	\$ 0.00	\$ 18.37
MT377	Secccionador fusible tipo abierto 15 KV	u	1.0	\$ 96.72	\$ 0.00
MT007	Cinta de amar de Al 1.27x7.62 mm	u	5.0	\$ 2.50	\$ 0.00
MT192	Soalador de 1 via sin base	u	1.0	\$ 2.54	\$ 0.00
MT120	Aislador de porcelana tipo rollo, ANSI 53-2	u	1.0	\$ 0.60	\$ 0.00
MT241	Tuerca de ojo galvanizada para perno de ø 16 mm (5/8")	u	1.0	\$ 2.22	\$ 0.00
MT191	Abrazadera simple diámetro 160-180 mm	u	2.0	\$ 10.32	\$ 0.00
MC622	DIRECCION DE PLANTADO DE POSTE	u	1.0	\$ 0.00	\$ 2.68
MT372	Arandela de 16x205mm	u	1.0	\$ 0.22	\$ 0.00
MT051	Retención terminal prefabricada, para cable de Al, calibre 2/0	u	1.0	\$ 1.84	\$ 0.00
MT006	Cable de acero galvanizado 8.51 mm	m	14.0	\$ 14.56	\$ 0.00
MC688	EXCAV. PARA TENSOR O POSTE <-12M.D=60CM.TER	u	2.0	\$ 0.00	\$ 34.48
MT043	Grapa horquilla guardacable para Al, rango 4 a 4/0 AWG	u	1.0	\$ 4.94	\$ 0.00
MO741	MONTAJE E INST. ESTAC. TRANSFORMACION 1F	u	1.0	\$ 0.00	\$ 93.55
MC182	ESTRUCTURA TIPO UR	u	1.0	\$ 0.00	\$ 7.68
MC621	PINTURA DE CODIGO EN POSTE	u	1.0	\$ 0.00	\$ 2.25
MT006	Bloque de hormigon, endija, tipo cónico, base inferior 400	u	1.0	\$ 13.13	\$ 0.00
MC715	PUESTA A TIERRA, CON VARRILLA	u	2.0	\$ 0.00	\$ 23.22
MT190	Abrazadera simple diámetro 130-160 mm	u	4.0	\$ 27.68	\$ 0.00
MO722	TENSOR TIPO TT, EN AT	u	1.0	\$ 0.00	\$ 13.99
MT122	Aislador de caucho siliconado polymer para 22 KV	u	1.0	\$ 19.64	\$ 0.00
MC045	TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR	u	1.0	\$ 0.00	\$ 307.43
MT378	Trinquete tipo H, con cubierta resca de 2 A.	u	1.0	\$ 1.84	\$ 0.00
MO730	COLOCACION Y RETACADO DE ANCLAS (NO INCLUYE	u	2.0	\$ 0.00	\$ 25.54
MT374	Plata para acomoda cable multiplex	u	1.0	\$ 1.30	\$ 0.00
MT389	Conductor Cu, aislado tipo TW 2.	u	7.0	\$ 106.62	\$ 0.00
MT371	Cruceo metálica galvanizado de 1.2m en L	u	1.0	\$ 55.24	\$ 0.00
MT170	Conductor de Al Cableado desnudo ACSR # 2 AWG	m	30.0	\$ 30.30	\$ 0.00
MC640	IZADO,RETACADO POSTE H.A. HASTA 12M,CON	u	1.0	\$ 0.00	\$ 31.22
MC304	ESTRUCTURA TIPO ES341	u	2.0	\$ 0.00	\$ 11.62
MT379	Conector perno hereddo para Cu/Al 3/0	u	3.0	\$ 6.67	\$ 0.00
MT222	Estación U 5/8	u	1.0	\$ 3.39	\$ 0.00
MT238	Guardacabo galvanizado para cable de acero de ø 18 mm	u	1.0	\$ 1.10	\$ 0.00

Total: 132.0 \$ 2.489.69 \$ 928.57

(A) TOTAL MATERIALES: \$ 2.489.69
 (B) TOTAL MANO DE OBRA: \$ 928.57

(C) TOTAL TRANSPORTE: \$ 0.00
 (D) SUB-TOTAL DEL PRESUPUESTO (A+B+C): \$ 3.428.26
 (E) INDIRECTOS: \$ 685.66
 (F) IVA ((A+B+E)*12 %): \$ 483.67
 (G) TOTAL DEL PRESUPUESTO (D+E+F): \$ 4.607.58

Figura 18: Reporte proforma

Fuente: Aplicación ElectroMax

Una vez revisado el proyecto, el estado del mismo cambiará a aprobado como se presenta en la figura 19, obteniéndose la factura del proyecto.

PROYECTO: INSTALACION DE TRANSFORMADOR DE 15 KVA PARA USUARIO		Factura: 1				
PROVINCIA: LOJA		Fecha: 13/03/21 20:05				
CANTON: LOJA						
PARROQUIA: EL SAGRARIO						
UBICACION: Los Operaciones						
DISTANCIA (KM): 0.0						
CODIGO	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	MATERIAL	MANO DE OBRA	
AC098	TENIDO, CALIBRACION, AMARRE CONDUCTOR TRIPLE X 3"6	"	1.0	\$ 0.00	\$ 295.83	
AT170	Conductor de Al galvanizado desnudo ACSM # 2 AWG	m	30.0	\$ 30.30	\$ 0.00	
AC022	TENSOR TIPO TT, EN AT	"	1.0	\$ 0.00	\$ 13.88	
AT115	Aislador de porcelana tipo retenido ANSI 543	"	1.0	\$ 3.82	\$ 0.00	
AC088	SUCCAV. PARA TENSOR O POSTE ---CSM.D---60CM.TER.NORMAL O	"	2.0	\$ 0.00	\$ 34.48	
AC022	DIRECCION DE PLANTADO DE POSTE	"	1.0	\$ 0.00	\$ 3.69	
AT123	Pa anillo angular 1/2 de 38x38x(70mm)	"	1.0	\$ 8.80	\$ 0.00	
AT136	Tornillo tipo H. con cabeza hexa de 2 A.	"	1.0	\$ 1.84	\$ 0.00	
AT148	Conductor Cu. aislado tipo TWR 2	"	7.0	\$ 100.82	\$ 0.00	
AC030	SUMINISTRO Y ACOPLO DE PIEDRA D---3CM, PARA POSTES DE HASTA	"	1.0	\$ 0.00	\$ 12.88	
AT131	Cucheta metálica galvanizada de 1,2m en L	"	1.0	\$ 55.26	\$ 0.00	
AT106	Bloque de ferrugin, anillo, tipo curvo, base inferior 450 mm, superior 150	"	1.0	\$ 13.13	\$ 0.00	
AC077	ARREGLA E INSTALACION DE SECCIONAMIENTO, EN UNA FASE (R1)	"	1.0	\$ 0.00	\$ 58.58	
AT017	Conector linea emergida 8 0/3	"	1.0	\$ 6.79	\$ 0.00	
AC084	ESTRUCTURA TIPO ESO41	"	2.0	\$ 0.00	\$ 11.65	
AT128	Perno máquina #1 16x105 mm (5/16")	"	1.0	\$ 1.21	\$ 0.00	
AC048	ESTRUCTURA TIPO UR	"	1.0	\$ 0.00	\$ 7.68	
AT018	Conector linea emergida 8 4/3	"	1.0	\$ 7.07	\$ 0.00	
AC082	SUMINISTRO Y ACOPLO DE PIEDRA D---3CM, PARA TENSORES	"	1.0	\$ 0.00	\$ 18.37	
AT102	Ralador de T via sin base	"	1.0	\$ 2.34	\$ 0.00	
AT124	Placa para acomoda cable multiples	"	1.0	\$ 1.20	\$ 0.00	
AT126	Perno circular de HA de 12m x 500 Kg	"	2.0	\$ 822.42	\$ 0.00	
AT087	Vanilo Cooperweld con conductor 10 x 2400 mm	"	1.0	\$ 9.56	\$ 0.00	
AT129	Conector perno tenido para Cu/Al 2/0	"	2.0	\$ 8.87	\$ 0.00	
AT122	Arandela de 10x20mm	"	1.0	\$ 0.22	\$ 0.00	
AT051	Retención terminal perforada, para cable de Al, calibre 2/0 AWG	"	1.0	\$ 1.84	\$ 0.00	
AT005	Cable de acero galvanizado 9.51 mm	m	14.0	\$ 14.56	\$ 0.00	
AT128	Quantado galvanizado para cable de acero de a 10 mm (3/8")	"	1.0	\$ 1.10	\$ 0.00	
AC078	PUESTA A TIERRA, CON VARELLA	"	2.0	\$ 0.00	\$ 23.22	
AC033	CARGA TRANS-DESCARGA POSTE H.A. 12M.	"	1.0	\$ 0.00	\$ 24.24	
AC045	TENIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR CALIBRE #2 TIPO	"	1.0	\$ 0.00	\$ 307.43	
AT191	Abrazadera simple diametro 140-190 mm	"	2.0	\$ 10.52	\$ 0.00	
AT177	Secoador: fuente tipo abierto 15 KV	"	1.0	\$ 96.72	\$ 0.00	
AC070	COLOCACION Y RETACADO DE ANCLAS (NO INCLUYE PIEDRA)	"	2.0	\$ 0.00	\$ 25.64	
AT088	Cinta aislante pasta, 19x102 mm	"	3.0	\$ 2.22	\$ 0.00	
AT120	Vanilo de anclaje galvanizado de 5"1/2 x 2 m	"	4.0	\$ 53.32	\$ 0.00	
AC081	PINTURA DE CODRIO EN POSTE	"	1.0	\$ 0.00	\$ 2.25	
AC084	ICADO,RETACADO POSTE H.A. HASTA 12M,CON MAQUINA,DESPLAZ.	"	1.0	\$ 0.00	\$ 91.22	
AT007	Cinta de amar de Al 1.27x7.62 mm	"	5.0	\$ 2.80	\$ 0.00	
AT190	Abrazadera simple diametro 130-180 mm	"	4.0	\$ 27.68	\$ 0.00	
AT042	Grapa horguile guardacable para Al, rango 4 a 6/0 AWG	"	1.0	\$ 4.34	\$ 0.00	
AT	Retención perforada de acero diametro 9.51mm	"	4.0	\$ 10.24	\$ 0.00	
AT122	Imband U 5/8	"	1.0	\$ 2.39	\$ 0.00	
AT132	Transformador monofásico autoprotegido (CSP) de 15 KVA 1380V	"	1.0	\$ 1.009.80	\$ 0.00	
AT130	Conductor de Cu desnudo calibre 2	"	12.0	\$ 152.88	\$ 0.00	
AT122	Aislador de caucho silencioso polimer para 22 KV	"	1.0	\$ 18.64	\$ 0.00	
AC074	ARREGLA E INSTALACION DE SECCIONAMIENTO Y AUTOPROTEG. DE	"	1.0	\$ 0.00	\$ 93.58	
AT120	Aislador de porcelana tipo ret. ANSI 53 2	"	1.0	\$ 0.80	\$ 0.00	
AT181	Tuerca de cop galvanizada para perno de a 18 mm (3/8")	"	1.0	\$ 2.22	\$ 0.00	
Total				432.0	\$ 2.496.60	\$ 928.57
(A) TOTAL MATERIALES:				\$ 2.496.60		
(B) TOTAL MANO DE OBRA:				\$ 928.57		
(C) TOTAL TRANSPORTE:				\$ 0.00		
(D) SUB-TOTAL DEL PRESUPUESTO (A+B+C):				\$ 3.425.26		
(E) IMPUESTOS:				\$ 885.85		
(F) IVA ((A+B+E)*12 %):				\$ 495.87		
(G) TOTAL DEL PRESUPUESTO (D+E+F):				\$ 4.807.56		

Figura 19: Presentación de factura

Fuente: Aplicación ElectroMax

En la tabla 15 se muestra el resumen de los resultados del presupuesto, obtenidos con el cálculo manual, y los obtenidos utilizando la aplicación Electromax.

Cálculo manual	Cálculo aplicación Electromax
Subtotal (USD)	
3 428,26	3 428,26
Costos Indirectos (USD)	
685,65	685,65
IVA (USD)	
493,67	493,67
Total del Presupuesto (USD)	
4 607,58	4 607,58

Tabla 15: Resumen de los resultados del presupuesto

Fuente: Autor

En este caso de estudio se verifica que la aplicación es fiable, y de fácil manejo para el usuario, al mostrar el reporte final del costo de cada rubro en la aplicación ElectroMax, los valores obtenidos coinciden con el cálculo efectuado de forma manual, lo que permite determinar que la aplicabilidad de la aplicación ElectroMax para desarrollar presupuestos.

7. DISCUSIÓN

La revisión de literatura permitió conocer el procedimiento necesario para obtener presupuestos, en el desarrollo de la tesis se analiza la documentación sobre los componentes que intervienen en proyectos de distribución, mismos que se obtuvieron a través del catálogo digital del MERNNR, lo que permite determinar el proceso de cálculo.

El uso de herramientas de programación para el desarrollo del proyecto de tesis, permitió obtener una aplicación para el cálculo de presupuestos, que es un sistema abierto y fácil de utilizar, la aplicación desarrollada tiene una interface amigable con el usuario lo que facilita su uso y aplicación, además se hizo un análisis para seleccionar los componentes que intervienen en la distribución de energía eléctrica en media y baja tensión, para la manipulación de las base de datos se utilizó MariaDB.

Para comprobar el funcionamiento de la aplicación de cálculo desarrollada se utilizó un caso de estudio, obteniéndose resultados satisfactorios.

8. CONCLUSIONES

- Para establecer la metodología de cálculo propuesta, se consideró de manera particular los costos directos e indirectos, así como las regulaciones de los factores que influyen en un presupuesto de redes eléctricas de media y baja tensión.
- La aplicación ElectroMax permite realizar los cálculos, aplicando la metodología de costos, utilizada en el país.
- La base de datos seleccionada para los materiales permite tomar como referencia lo expuesto en el catálogo digital del MERNNR, lo que permite, de ser necesario eliminar o modificar.
- Los reportes presentados por la aplicación ElectroMax, utilizado en el presente caso de estudio, permiten validar la metodología de cálculo desarrollada.
- El costo total de la obra realizado mediante el cálculo manual es igual al cálculo total realizado mediante la aplicación ElectroMax, alcanzando así, un monto de USD 4 607,58 mismo que representa el costo final para la instalación de un transformador monofásico de 15 kVA.

9. RECOMENDACIONES

- Actualizar la base de datos de la aplicación ElectroMax de acuerdo a los requerimientos del usuario, en lo concerniente a salarios de trabajadores, así como ajustes en los tiempos de construcción o modificación de los precios de materiales homologados.
- Ejecutar la secuencia de pasos propuesta en el manual de instalación de la aplicación ElectroMax.
- Ampliar el estudio realizando el análisis de la mano de obra donde se considere: salarios, beneficios de ley, rendimientos para cada uno de los ítems de construcción, entre otros.

10. BIBLIOGRAFÍA


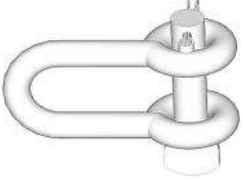



- Auladell, G. (23 de 12 de 2016). *Drauta.com*. Obtenido de <https://www.drauta.com/que-es-mariadb>
- B., G. (4 de Noviembre de 2020). *HOSTINGER TUTORIALES*. Obtenido de <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-mysql/>
- Baquero, J. M., Blanch, A., Leon, M., Garcia Ruales, M., & Arias, S. (s.f.). *Blog Arsys*. Obtenido de <https://www.arsys.es/blog/programacion/mariadb/>
- Bernal Bermúdez, J., & Fernanadez Muñoz, L. (2012). Programación Orientada a Objetos con Java. *Máster Universitario en Ingeniería Web, Universidad Politecnica de Madrid*.
- Casillas Santillán, L. A., Gilbert Ginestá, M., & Pérez Mora, Ó. (2008). *BASES DE DATOS EN MYSQL*. Cataluña.
- *Catalogo Digital "Redes de Distribucion de Energia Electrica"*. (s.f.). Obtenido de http://www.unidadesdepropiedad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=511&Itemid=555
- Content, R. R. (s.f.). *BLOG*. Obtenido de <https://rockcontent.com/es/blog/que-es-java/>
- Education, I. C. (28 de 04 de 2020). *IBM*. Obtenido de <https://www.ibm.com/cloud/learn/jre>
- Empresa Eléctrica Regional del Sur. (2012). Normas Técnicas para el diseño de Redes Eléctricas Urbanas y Rurales.
- Herrera, K. I. (2015). *Homologacion de precios unitarios para la construccion de redes electricas aereas de distribucion en el Ecuador*. Quito.
- Loayza, L. R. (2016). *Proyecto y diseño de instalaciones en media y baja tensión para un edificio*. Guayaquil.

- Mogrovejo, F. D. (2016). *Análisis y propuesta de estandarización de precios unitarios para la construcción de redes de distribución eléctrica aérea hasta 13,8 KV*. Guayaquil.
- Oleas, J. E., & Guñay Padilla, M. I. (2013). *Análisis de precios unitarios de micromovimientos aplicado a la dirección de distribución de la Empresa Eléctrica Regional CentroSur*. Cuenca.
- Padilla, M. I. (2013). *Análisis de Precios Unitarios a través de micromovimientos aplicado a la dirección de distribución de la Empresa Eléctrica Regional CentroSur*. Cuenca.
- Salazar, I. J. (2003). *Costos de Presupuestos y de Edificación*. Lima.
- SERCOP. (Noviembre de 2018). Contrato, Reglamento a la ley orgánica del Sistema Nacional de Contratación. Quito, Ecuador.
- *Servicio Nacional de Contratación Pública* . (s.f.). Obtenido de <https://portal.compraspublicas.gob.ec/sercop/>
- Velásquez, J. (2019). *TACTICAL-IT*. Obtenido de <https://tactical-ithelp.zendesk.com/hc/es-419/articles/360012894333-LA-F%C3%93RMULA-POLIN%C3%93MICA-GFOR->
- Zhidón, J. S., & Sinchi Sinchi, X. V. (2012). *Manual para el cálculo de precios unitarios en instalaciones eléctricas residenciales*. Tesis, Cuenca.

11. ANEXOS

ANEXO 1.

Tipo	Material de construcción	Norma de Fabricación y Ensayos del Material	Norma de Galvanizado	Figura Referencial
Cinta de Armar	Aleación de aluminio Grado 1345	ASTM B800	No requiere	 <p><i>Figura 20. Cinta de armar</i> Fuente:http://electrocastillo.com/wp-content/uploads/2018/07/CINTA-PLANA-DE-ARMAR.pdf</p>
Conductor desnudo No. 4 AWG	Aleación de aluminio	AST B800	No requiere	 <p><i>Figura 21. Conductor desnudo No. 4 AWG</i> Fuente:http://spanish.armourredelectricalcable.com/sale-10508609-4-awg-overhead-line-conductor-aluminum-clad-steel-reinforced-bare-conductor.html</p>
Estribo para derivación	Aleación de cobre estañado / Aleación de Aluminio	ASTM B221, ANSI H35.1, C119.4, UL486B	No requiere	 <p><i>Figura 22. Estribo Aleación de Cu y Sn para Derivación.</i> Fuente: Catálogo digital</p>

<p>Grapa Horquilla Guardacabo</p>	<p>Lamina de Acero</p>	<p>NTE INEN 2492, INEN 2215-2222</p>	<p>NTE INEN2483, ASTM A153</p>	 <p>Figura 23. Grapa-horquilla, guardacabo de acero galvanizado. Fuente: Catálogo digital</p>
<p>Horquilla de Acero Galvanizado para Anclaje</p>	<p>Barra redonda lisa</p>	<p>INEN 2215– 2222, ASTM A283</p>	<p>NTE INEN2483, ASTMA153</p>	 <p>Figura 24. Horquilla de acero galvanizado para anclaje. Fuente: Catálogo digital</p>
<p>Pletina de Unión y de Soporte de Acero Galvanizado</p>	<p>Pletina de hacer estructural de baja aleación laminada en caliente.</p>	<p>NTE INEN 2222,ASTM A283</p>	<p>NTEINEN248 3, ASTMA123, ASTMA153</p>	 <p>Figura 25. Pletina de unión y de soporte. Fuente: Catálogo digital</p>
<p>Grapa, Tipo Pistola</p>	<p>Aleación de Aluminio</p>	<p>No requiere</p>	<p>NTE INEN672, ASTMA123- A153</p>	 <p>Figura 26. Grapa terminal apernada, tipo pistola de aleación de Al. Fuente: Catálogo digital</p>
<p>Grapa de Suspensión Angular</p>	<p>Aleación de Aluminio</p>	<p>No requiere</p>	<p>NTE INEN672, ASTM A123-A153</p>	 <p>Figura 27. Grapa de suspensión angular Fuente: Catálogo digital</p>









Retención Preformado para Cable de Al.	Aleación de Aluminio	IEC 60104, ASTMB800, ASTM E376,ASTM A428 ASTMA474	No requiere	 <p>Figura 28. Retención preformada para cable de Al</p> <p>Fuente:http://www.conimel.com.br/es/produutos/pre-formadoses/distribucion/manijas/retencion-preformada-para-cable-cubierto-prottegido</p>
Retención Preformado para Cable de Acero Galvanizado	Acero Galvanizado	IEC 60888, ASTMB800, ASTM E376,ASTMA428 ASTMA474	No requiere	 <p>Figura 29. Retención Preformado para cable de acero galvanizado</p> <p>Fuente:https://ppe.cl/wp-content/uploads/2018/08/ficha-preformada-retenidas-cable-acero.pdf</p>
Bloque de Hormigón para Anclaje.	Hormigón Simple	NTE INEN 152, 872, 101-104, 1854, 1968	No requiere	 <p>Figura 30. Bloque de hormigón para anclaje.</p> <p>Fuente: Catálogo digital</p>
Varilla de Acero Recubierta de Cobre para Puesta a Tierra.	Acero al carbono SAE 1010/1020	ANSI C33.8, UL-467, NTC 2206	No requiere	 <p>Figura 31. Varilla para puesta a tierra, tipo copperweld.</p> <p>Fuente: Catálogo digital.</p>

Tabla 16. Especificaciones técnicas de materiales (abrazaderas y accesorios).

Fuente: Tesis “Homologación de Precios Unitarios para la Construcción de Redes Eléctricas Aéreas de Distribución en el Ecuador”

ANEXO 2.

Tipo	Voltaje [KV]	Norma de Fabricación	Clase de aislamiento	Material	Figura Referencial
Aislador Espiga (PIN)	15	ANSI 29.5	ANSI 55-5	Porcelana	 <p><i>Figura 32. Aislador tipo espiga, de porcelana, clase ANSI 55-5, 25 KV</i> <i>Fuente: Catálogo digital.</i></p>
	25	ANSI 29.5	ANSI 56-1	Porcelana	 <p><i>Figura 33. Aislador tipo espiga, de porcelana, clase ANSI 56-1</i> <i>Fuente: Catálogo digital.</i></p>
Aislador de Suspensión	7.5	ANSI 29.2	ANSI 52-1	Porcelana	 <p><i>Figura 34. Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1</i> <i>Fuente: Catálogo digital.</i></p>
	15	ANSI C29.13 IEC 61109	ANSI DS-15	Caucho siliconado	 <p><i>Figura 35. Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado</i> <i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
	25		ANSI DS-28		
35	ANSI DS-35				









Aislador tipo Rollo	0.25	ANSI C29.3	ANSI 53-2	Porcelana	 <p><i>Figura 36. Aislador tipo rollo, de porcelana, clase ANSI 53-2</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
Aislador de Retenida	15 KV Flameo de baja frecuencia	ANSI C29.4	ANSI 54-2	Porcelana	 <p><i>Figura 37. Aislador de retenida, de porcelana, clase ANSI 54-2</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
	18 KV Flameo de baja frecuencia		ANSI 54-3		 <p><i>Figura 38. Aislador de retenida, de porcelana, clase ANSI 54-3</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>

Tabla 17. Especificaciones técnicas de materiales (aisladores)

Fuente: Autor

ANEXO 3.

Tipo	No. Vías	Norma de Fabricación.	Longitud base (mm)	Longitud de la varilla (mm)	Figura Referencial
Bastidor (RACK) de acero galvanizado	1	NTE INEN 3137	120	140	 <p><i>Figura 39. Bastidor (RACK) de acero galvanizado, 1 Vía</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
	2		320	340	 <p><i>Figura 40. Bastidor (rack) de acero galvanizado, 2 Vías</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
	3		520	540	 <p><i>Figura 41. Bastidor (rack) de acero galvanizado, 3 Vías</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
	4		720	740	 <p><i>Figura 42. Bastidor (rack) de acero galvanizado, 4 Vías</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
	5		920	940	 <p><i>Figura 43. Bastidor (RACK) de acero galvanizado, 5 Vías</i></p>








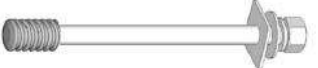
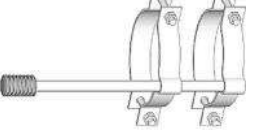
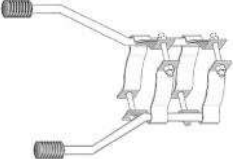

					<i>Fuente: Catalogo Digital</i>
Bastidor (RACK) en volado de acero galvanizado	4	NTE INEN 3137	720	740	 <p><i>Figura 44. Bastidor (RACK) en volado de acero galvanizado, 4 vías</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
	5		920	940	 <p><i>Figura 45. Bastidor (rack) en volado de acero galvanizado, 5 vías</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>

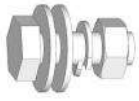




Tabla 18. Especificaciones técnicas de materiales (bastidores rack)

Fuente: Autor

ANEXO 4.

Tipos	Material	Norma de fabricación o ensayos	Norma de Galvanizado	Figura Referencial
Abrazadera de Acero Galvanizado	Pletina de acero estructural laminada en caliente de alta resistencia.	INEN 2215–2222, ASTM A283	NTEINEN 2483,ASTM A123,ASTM A153	 <p><i>Figura 46. Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
Grapa de aleación de Cu-Al, derivación línea en caliente.	Aleación de Cobre estañado	ASTM B30	No requiere	 <p><i>Figura 47. Grapa de derivación en caliente.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
Conector aleación de Cu-Al, ranuras paralelas	Aleación de cobre aluminio	ASTM B152,ASTM E478,ANSI C119.4	No requiere	 <p><i>Figura 48. Conector ranura paralela, 2 pernos laterales.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
Crucetas de Acero Galvanizado	Pletina ángulo de acero estructural laminada en caliente	NTE INEN2215–2224,ASTM A283	NTE INEN2483, ASTMA123,	 <p><i>Figura 49. Conector ranura paralela, 2 pernos laterales.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>

Cruceta de Plástico Reforzado	Plástico reforzado con fibra de vidrio	ASCE 104,ASTM D790,ASTM G154,ASTM G155	No Requiere	 <p>Figura 50. Cruceta de plástico reforzado</p> <p>Fuente: https://premaflexa.com/crucetas/</p>
Perno PIN de Acero Galvanizado	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente	NTE INEN2215-2222,ANSI C135.17,ANSI B1.1,ASTM A283	NTE INEN2483, ASTMA123, ASTMA153	 <p>Figura 51. Perno pin de acero galvanizado.</p> <p>Fuente: Catálogo digital</p>
Perno PÍN Punta de Poste Simple de Acero Galvanizado.	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente	NTE INEN2215-2222,ANSI C135.17,ANSI B1.1,ASTM A283	NTE INEN2483, ASTMA123, ASTMA153	 <p>Figura 52. Perno pin punta de poste simple de acero galvanizado (tacho simple).</p> <p>Fuente: Catálogo digital</p>
Perno PÍN Punta de Poste Doble de Acero Galvanizado.	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente	NTE INEN2215-2222,ANSI C135.17,ANSI B1.1,ASTM A283	NTE INEN2483, ASTMA123, ASTMA153	 <p>Figura 53. Perno pin punta de poste doble de acero galvanizado (tacho doble).</p> <p>Fuente: Catálogo digital</p>
Perno Rosca Corrida de Acero Galvanizado.	Acero estructural de baja aleación	NTE INEN2215-2222,ANSI C135.17,ANSI	NTE INEN2483, ASTMA123, ASTMA153	 <p>Figura 54. Perno rosca corrida de acero galvanizado.</p> <p>Fuente: Catálogo digital</p>

	laminada en caliente.	B1.1,ASTM A283		
Perno Máquina de Acero Galvanizado.	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente.	NTE INEN2215-2222,ANSI C135.1,ANSI B1.1,ASTM A283	NTE INEN2215-2222,ANSI C135.1,ANSI B1.1,ASTM A283	 <p><i>Figura 55. Perno maquinado de acero galvanizado.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
Perno "U" de Acero Galvanizado	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente.	NTE INEN2215-2222,ANSI C135.1,ANSI B1.1,ASTM A283	NTE INEN2483, ASTMA123, ASTMA153	 <p><i>Figura 56. Perno U de acero galvanizado.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
Perno Ojo de Acero Galvanizado.	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente.	NTE INEN2215-2222,ANSI C135.1,ANSI B1.1,ASTM A283	NTE INEN2483, ASTMA123, ASTMA153	 <p><i>Figura 57. Perno de acero galvanizado.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
Tuerca de Ojo Ovalado de Acero Galvanizado	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente.	ANSI C135.5,ASTM A283	NTE INEN2483, ASTMA123, ASTMA153	 <p><i>Figura 58. Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado.</i></p> <p><i>Autor: Catálogo digital</i></p>
Pie Amigo de Acero	Perfil angular de acero estructural	NTE INEN2215-	NTE INEN2483, ASTMA123	




Galvanizado, perfil "L"	laminado en caliente.	2224,ASTM A283		<p><i>Figura 59. Pie de amigo perfil L.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
Varilla de Anclaje de Acero Galvanizado.	Acero estructural laminado en caliente.	NTE INEN2215-2222,ANSI C135.2,ANSI B1.1,ASTM A283	NTE INEN2215-2222,ANSI C135.2,ANSI B1.1,ASTM A283	 <p><i>Figura 60. Varilla de anclaje acero galvanizado.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
Guardacabo de Acero Galvanizado, para cable de acero	Lámina de acero estructural.	NTE INEN2492, ASTM A653-07	NTE INEN2483, ASTMA123, ASTMA153	 <p><i>Figura 61. Guardacabo de acero galvanizado.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
Brazo de Acero Galvanizado.	Acero estructural laminado en caliente.	NTE INEN2215-2222,INEN 2415,ASTM A36,ANSI B1.1	NTE INEN2483, ASTMA123, ASTMA153	 <p><i>Figura 62. Brazo de acero galvanizado.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>

Tabla 19. Especificaciones técnicas de herrajes.

Fuente: Tesis "Homologación de Precios Unitarios para la Construcción de Redes Eléctricas Aéreas de Distribución en el Ecuador"

ANEXO 5.

Tipos	Material	Norma de fabricación o ensayos	Norma de Galvanizado	Figura Referencial
Ménsula de Acero Galvanizado, suspensión para poste.	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente.	ASTM A283, INEN 2215 INEN2224	ASTM A123	 <p><i>Figura 63. Ménsula de acero galvanizado tipo suspensión.</i> Fuente: Catálogo digital</p>
Pinza Termoplástica, suspensión para neutro portante.	Termoplástico o reforzado con fibra de vidrio.	IRAM 2436,ASTM G15,ASTM G155,ASTM B117	No requiere	 <p><i>Figura 64. Pinza termoplástica de suspensión.</i> Fuente: Catálogo digital</p>
Tensor Mecánico con perno de ojo, perno con grillete.	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente.	ASTM F1145,INEN 2215, INEN2222, ASTMA283	No requiere	 <p><i>Figura 65. Tensor mecánico con perno de ojo, perno con grillete y tuercas de seguridad.</i> Fuente: Catálogo digital</p>
Pinza de Aleación de Al, retención para neutro portante.	Aleación Aluminio–Silicio. Termoplástico o reforzado	IRAM 2493,ASTM G155,ASTM B117	No requiere	 <p><i>Figura 66. Pinza de retención de aleación de aluminio.</i></p>


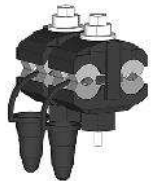











	con fibra de vidrio			<i>Fuente: Catálogo digital</i>
Protector de Punta de Cable.	Sintético flexible PVC	ASTM G154, ASTM G155	No requiere	 <p><i>Figura 67. Protector de punta de cable de forma cilíndrica.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
Conector Estanco Dentado.	Termoplástico o reforzado con fibra de vidrio, con protección UV	IRAM 2435,ANSI C119.4,ASTM G154,ASTM G155,ASTM B117,NFC 33-020	No requiere	 <p><i>Figura 68. Conector estanco, dentado.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
Ménsula Termoplástica de Retención	Termoplástico o reforzado con fibra de vidrio, con protección UV.	UTE NEMA10.02/1, ASTMG154, ASTMG155, IRAM2435	No requiere	 <p><i>Figura 69. Ménsula de retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
Precinto Plástico	Termoplástico o reforzado con fibra de vidrio, con protección UV.	ASTM G155	No requiere	 <p><i>Figura 70. Precinto plástico.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>






Tabla 20. Especificaciones técnicas de accesorios de redes preensambladas.





Fuente: Tesis “Homologación de Precios Unitarios para la Construcción de Redes Eléctricas Aéreas de Distribución en el Ecuador”






ANEXO 6.

MONOFASICAS		
ID.UP-UC	ITEM	Figura Referencial
EST-1CP	Estructura 13 kV 1F centrada pasante	 <p><i>Figura 71. Estructura de MT 13 kV 1F centrada pasante.</i></p> <p><i>Fuete: Catálogo digital</i></p>
EST-1CA	Estructura 13 kV 1F centrada angular	 <p><i>Figura 72. Estructura MT 13 kV 1F centrada angular.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-1CR	Estructura 13 kV 1F centrada retención	 <p><i>Figura 73. Estructura MT 13 kV 1F centrada retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-1CD	Estructura 13 kV 1F centrada doble retención	 <p><i>Figura 74. Estructura MT 13 kV 1F centrada doble retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>

EST-1VP	Estructura 13 kV 1F en volado pasante	 <p><i>Figura 75. Estructura MT 13 kV 1F en volado pasante.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-1VA	Estructura 13 kV 1F en volado angular	 <p><i>Figura 76. Estructura MT 13 kV 1F en volado angular.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-1VR	Estructura 13 kV 1F en volado retención	 <p><i>Figura 77. Estructura MT 13 kV 1F en volado retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-1VD	Estructura 13 kV 1F en volado doble retención	 <p><i>Figura 78. Estructura MT 13 kV 1F en volado doble retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-1BA	Estructura 13 kV 1F bandeja angular	 <p><i>Figura 79. Estructura MT 13 kV 1F bandeja angular.</i></p>

		<i>Fuente: Catálogo digital</i>
EST-1BD	Estructura 13 kV 1F bandeja doble retención	 <p><i>Figura 80. Estructura MT 13 kV 1F bandeja doble retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
TRIFASICAS		
EST-3CP	Estructura 13 kV 3F centrada pasante	 <p><i>Figura 81. Estructura MT 13 kV 3F centrada pasante.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-3CA	Estructura 13 kV 3F centrada angular	 <p><i>Figura 82. Estructura MT 13 kV 3F centrada angular.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-3CR	Estructura 13 kV 3F centrada retención	 <p><i>Figura 83. Estructura MT 13 kV 3F centrada retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-3CD	Estructura 13 kV 3F centrada doble retención	

		<p><i>Figura 84. Estructura MT 13 kV 3F centrada doble retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-3SP	Estructura 13 kV 3F semicentrada pasante	 <p><i>Figura 85. Estructura MT 13 kV 3F semicentrada pasante.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-3SA	Estructura 13 kV 3F semicentrada angular	 <p><i>Figura 86. Estructura MT 13 kV 3F semicentrada angular.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-3SR	Estructura 13 kV 3F semicentrada retención	 <p><i>Figura 87. Estructura MT 13 kV 3F semicentrada angular.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-3SD	Estructura 13 kV 3F semicentrada doble retención	 <p><i>Figura 88. Estructura MT 13 kV 3F semicentrada doble retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>

EST-3VP	Estructura 13 kV 3F en volado pasante	 <p><i>Figura 89. Estructura MT 13 kV 3F en volado pasante.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-3VA	Estructura 13 kV 3F en volado angular	 <p><i>Figura 90. Estructura MT 13 kV 3F en volado angular.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-3VD	Estructura 13 kV 3F en volado doble retención	 <p><i>Figura 91. Estructura MT 13 kV 3F dos postes.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-3HR	Estructura 13 kV 3F dos postes retención	 <p><i>Figura 92. Estructura MT 13 kV 3F dos postes retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-3HD	Estructura 13 kV 3F dos postes doble retención	


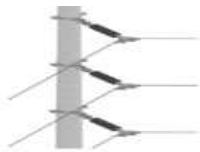







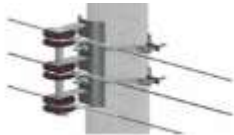


		<p><i>Figura 93. Estructura MT 13 kV 3F dos postes doble retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-3TR	Estructura 13 kV 3F tres postes retención	 <p><i>Figura 94. Estructura MT 13 kV 3F tres postes retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-3BA	Estructura 13 kV 3F bandeja angular	 <p><i>Figura 95. Estructura MT 13 kV 3F bandeja angular.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
EST-3BD	Estructura 13 kV 3F bandeja doble retención	 <p><i>Figura 96. Estructura MT 13 kV 3F bandeja doble retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>

Tabla 21. Estructuras monofásicas y trifásicas de media tensión.

Fuente: Autor

ANEXO 7.

DESNUDA		
ID.UP-UC	ITEM	Figura Referencial
ESE-1EP	Estructura 0 V 1 vía vertical pasante o angular	 <p><i>Figura 97. Estructura BT 0 V 1 vía vertical pasante angular.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
ESE-1ER	Estructura 0 V 1 vía vertical retención	 <p><i>Figura 98. Estructura BT 0 V 1 vía vertical retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
ESE-1ED	Estructura 0 V 1 vía vertical doble retención	 <p><i>Figura 99. Estructura BT 240 V 2 vía centrada pasante.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
ESD-2CD	Estructura 240 V 2 vías centrada doble retención	 <p><i>Figura 100. Estructura BT 240 V 2 vías centrada doble retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>

ESD-2CP	Estructura 240 V 2 vías centrada pasante	 <p><i>Figura 101. Estructura BT 240 V 2 vías centrada pasante.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
ESD-2CR	Estructura 240 V 2 vías centrada retención	 <p><i>Figura 102. Estructura BT 240 V 2 vía centrada retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
ESD-3EP	Estructura 240 V 3 vías vertical pasante	 <p><i>Figura 103. Estructura BT 240 V 3 vías vertical pasante.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
ESD-3ER	Estructura 240 V 3 vías vertical retención	 <p><i>Figura 104. Estructura BT 240 V 3 vías vertical retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
ESD-3ED	Estructura 240 V 3 vías vertical doble retención	 <p><i>Figura 105. Estructura BT 240 V 3 vías vertical doble retención.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>





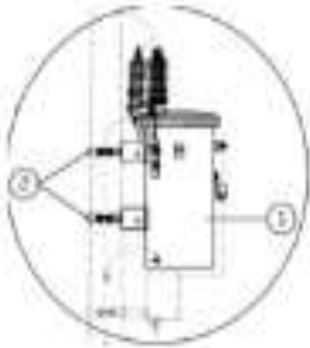
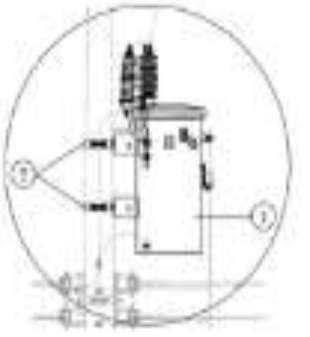
PREENSAMBLADA		
ESD-1PP3	Estructura 240 V preensamblado pasante con 3 conductores	 <p><i>Figura 106. Estructura BT 240V preensamblado pasante con 3 conductores.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
ESD-1PA3	Estructura 240 V preensamblado angular con 3 conductores	 <p><i>Figura 107. Estructura BT 240V preensamblado angular con 3 conductores.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
ESD-1PR3	Estructura 240 V preensamblado retención con 3 conductores	 <p><i>Figura 108. Estructura BT 240V preensamblado retención con 3 conductores.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
ESD-1PD3	Estructura 240 V preensamblado doble retención con 3 conductores	 <p><i>Figura 109. Estructura BT 240V preensamblado doble retención con 3 conductores.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>

Tabla 22. Estructuras de baja tensión, desnudas y preensambladas.

Fuente: Autor

ANEXO 8.

MONOFÁSICOS CONVENCIONALES		
Voltaje	ITEM	Figura Referencial
TRV-1C15	Transformador 22 kV 1F convencional de 15 kVA en poste	 <p><i>Figura 110. Transformador monofásico convencionales en poste.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
TRT-1C10	Transformador 13 kV 1F convencional de 10 kVA en poste	
TRS-1C50	Transformador 6 kV 1F convencional de 50 kVA en poste	
TRR-1C75	Transformador 34,5 kV 1F convencional de 75 kVA en poste	
MONOFÁSICOS AUTOPROTEGIDOS		
TRT-1A10	Transformador 13 kV 1F autoprotegido de 10 kVA en poste	 <p><i>Figura 111. Transformador monofásico autoprotegido en poste.</i></p> <p><i>Fuente: Catálogo digital</i></p>
TRT-1A15	Transformador 13 kV 1F autoprotegido de 15 kVA en poste	
TRT-1A25	Transformador 13 kV 1F autoprotegido de 25 kVA en poste	
TRT-1A37.5	Transformador 13 kV 1F autoprotegido de 37,5 kVA en poste	
TRT-1A50	Transformador 13 kV 1F autoprotegido de 50 kVA en poste	

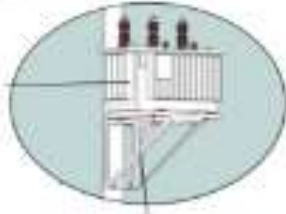
TRT-1A75	Transformador 13 kV 1F autoprotegido de 75 kVA en poste	
TRIFÁSICOS CONVENCIONALES		
TRT-3C50	Transformador 13 kV 3F convencional de 50 kVA en poste	 <p><i>Figura 112. Transformador trifásico convencional.</i></p> <p><i>Fuente: Tesis “Análisis y propuesta de estandarización de precios unitarios para la construcción de redes de distribución eléctrica aérea hasta 13,8 KV”</i></p>
TRT-3C75	Transformador 13 kV 3F convencional de 75 kVA en poste	
TRT-3C125	Transformador 13 kV 3F convencional de 125 kVA en poste	

Tabla 23. Transformadores monofásicos y trifásicos.

Fuente: Autor

ANEXO 9.

TABLAS IPCO

ÍNDICES DE MATERIALES, EQUIPO Y MAQUINARIA DE LA CONSTRUCCIÓN
(BASE ABRIL/12 2000 = 100.00)

DENOMINACIÓN	2019											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Ductos de planchas galvanizadas	476.00	476.00	476.00	476.00	476.00	476.00	476.00	476.00	476.00	476.00	476.00	476.00
Emulsiones acrílicas [1]	224.04	224.04	224.04	224.04	224.04	224.04	224.04	224.04	224.04	224.04	224.04	224.04
Equipo de aire acondicionado	144.94	143.84	147.95	150.18	147.56	149.49	150.87	152.11	149.87	150.57	149.73	150.80
Equipo de circuito cerrado de televisión	135.13	134.67	134.07	134.07	134.07	134.07	134.07	134.07	134.07	134.07	134.07	134.07
Equipo para detección de incendios	102.67	102.67	102.67	102.67	102.67	102.67	102.67	102.67	102.67	99.99	99.20	99.20
Equipo para lavado y secado de ropa	100.50	100.50	104.03	104.03	104.17	104.17	104.17	104.17	104.17	100.99	100.94	100.94
Equipo para aislamiento de aguas residuales	150.44	149.43	150.32	150.92	151.17	151.29	151.29	151.29	151.23	151.47	151.47	151.59
Equipo y maquinaria de Constr. civil	154.36	154.64	154.64	154.65	155.03	155.23	155.36	155.45	156.09	154.68	154.21	154.41
Equipo y maquinaria para uso de áreas y vías públicas	157.13	156.88	157.56	157.44	157.80	157.80	159.41	159.10	159.53	159.71	159.78	159.84
Explosivos y Aditivos	212.60	228.58	228.58	228.58	228.58	228.58	228.58	228.58	228.58	228.58	228.58	228.58
Gravas y similares	278.79	278.79	278.79	278.79	278.79	278.79	278.79	278.79	278.79	278.79	278.79	278.79
Grupos electrógenos	140.12	140.41	140.43	140.58	140.43	140.43	140.43	140.43	140.70	140.70	140.70	141.79
Hidromor	175.74	175.74	175.74	175.74	175.74	175.74	175.74	175.74	175.74	175.74	175.74	175.74
Hormigón premezclado	216.80	216.88	216.58	216.88	216.88	216.88	216.98	218.15	218.15	217.70	217.75	217.75
Instalaciones eléctricas (vivienda)	217.40	217.57	217.44	217.44	217.44	217.45	219.14	219.01	218.95	218.89	218.54	219.30
Instalaciones sanitarias (vivienda)	219.74	222.54	224.51	224.54	224.57	225.70	226.51	226.54	226.54	226.54	226.20	226.90
Interiores y biomocemento (boca)	124.71	124.71	124.71	124.71	124.71	124.71	124.71	124.71	124.71	124.71	124.71	124.71
Ladrillos sencillos (premezcla húmeda)	313.10	313.10	313.10	313.10	313.10	313.10	313.10	312.47	311.14	311.14	311.14	311.14
Láminas de acero de espesor mayor a 10 mm	132.25	140.80	140.92	141.05	141.05	140.42	139.27	139.49	137.25	137.25	136.73	136.57
Láminas y placas albitas	271.79	271.79	271.79	271.79	271.79	271.79	271.79	271.79	271.79	271.79	271.79	271.79
Láminas y planchas Galv. Plegadas: molduradas (cubiertas y revestimientos)	145.72	145.72	145.72	145.72	145.72	145.72	145.72	145.72	145.72	145.72	145.72	145.72
Luminarias para lámparas, aparcas y Acc. Eléctricas												
Faro alumbrado público	117.70	117.70	117.70	117.70	117.70	117.70	117.70	117.70	117.70	117.70	117.70	117.70
Faro interiores	124.01	124.01	124.01	124.01	124.01	124.01	124.01	124.01	124.01	124.01	124.01	124.01
Módulo aparcado, expedito y/o escuadrado (preparado)	498.29	498.29	498.29	500.27	497.49	497.49	497.49	505.20	505.20	505.20	505.20	505.20
Módulo trabajo (trínicamente) (pala)	317.63	317.63	317.63	317.63	317.63	317.63	317.63	317.63	317.63	317.63	317.63	317.63
Moltes diversos (Bombas)	301.80	301.80	301.80	301.80	301.80	301.80	301.80	301.80	301.80	301.80	301.80	301.80
Moltes mecánicas (gaviones)	328.33	328.33	328.33	328.33	328.33	328.33	328.33	328.33	328.33	328.33	328.33	328.33
Moltes mecánicas para canchales	323.58	323.58	323.58	323.58	323.58	323.58	323.58	323.58	323.58	323.58	323.58	323.58
Medidores y conexiones de agua (I)	139.79	139.84	139.84	139.79	139.79	139.79	139.84	139.84	141.05	141.05	141.05	141.05

BOLETÍN INPC-IPCO No 237

ÍNDICES DE MATERIALES, EQUIPO Y MAQUINARIA DE LA CONSTRUCCIÓN
(BASE ABRIL/12 2000 = 100.00)

DENOMINACIÓN	2019											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Acero, tubos, cables, hidráulicos y otros	360.42	360.42	360.42	360.42	360.42	360.42	360.42	360.42	360.42	360.42	360.42	360.42
Acero en banco	251.11	253.49	253.49	253.49	253.49	253.49	253.49	253.49	253.49	253.49	253.49	253.49
Acero estructural para puentes	390.93	391.44	391.11	394.13	395.25	394.73	392.20	390.26	390.29	392.18	390.02	404.41
Acérrico	226.22	226.22	226.22	226.22	226.22	226.22	226.22	226.22	226.22	226.22	226.22	226.22
Alfileres para homogeneos aditivos 3/	211.88	211.78	211.88	214.31	214.10	211.28	209.54	207.24	207.24	204.53	204.11	200.77
Alfileres y cables para tel. eléctricas	204.09	204.09	204.09	204.09	204.09	204.09	204.09	204.09	204.09	204.09	204.09	204.09
Alfileres y cables para tel. telefónicas												
Etelones (I) 2/	181.14	179.82	183.97	181.78	183.97	182.34	179.88	181.42	180.44	180.29	179.92	181.03
Inelones	243.09	243.09	243.09	243.09	243.09	243.09	243.09	243.09	243.09	243.09	243.09	243.09
Alombrado de metal	281.75	281.75	281.75	281.75	281.75	281.75	281.75	281.75	281.75	281.75	281.75	281.75
Alcantarillas de laminas de metal y Acc.	138.93	138.93	138.93	138.93	138.93	138.93	138.93	138.93	138.93	138.93	138.93	138.93
Artículos de alidadora	223.49	223.49	223.49	223.49	223.49	223.49	240.89	240.89	240.89	240.89	278.84	278.71
Aserrados	132.68	131.93	134.77	134.40	138.02	136.43	138.38	135.27	136.27	127.34	125.83	125.83
Asulejas, cerámicas vitrificadas y porcelanadas	193.88	191.74	191.17	191.17	191.17	191.17	191.17	191.17	191.17	191.17	191.17	191.17
Baldosas de vid (I) 5/	124.57	124.57	124.57	124.57	124.57	124.57	124.57	124.57	124.57	124.57	124.57	124.57
Batín público (Alfaro) (O)	746.20	746.20	746.20	746.20	746.20	746.20	746.20	746.20	746.20	746.20	746.20	746.20
Bombas de Agua	149.12	149.63	149.94	170.26	170.32	170.26	170.26	170.77	171.02	170.83	170.65	171.34
Calderos	206.88	206.88	206.88	207.45	206.64	206.64	212.34	210.74	210.74	210.74	210.74	210.74
Cal química	292.19	292.19	292.19	292.19	292.19	292.19	292.19	292.19	292.19	292.19	292.19	292.19
Carpón de heno (puerto enrobado)	246.34	246.34	246.34	246.34	246.34	246.34	246.34	246.34	246.34	246.34	246.34	246.34
Cemento	210.31	210.31	210.31	210.31	210.31	210.31	210.31	210.31	210.31	210.31	210.31	210.31
Cemento Portland	173.63	173.63	173.63	173.63	173.63	173.63	173.63	173.63	173.63	173.63	173.63	173.63
Genral	171.88	171.88	171.88	171.88	171.88	171.88	171.88	171.88	171.88	171.88	171.88	171.88
Genral	182.16	182.16	182.16	182.16	182.16	182.16	182.16	182.16	182.16	182.16	182.16	182.16
Tipo II												
Genral	129.30	129.30	129.30	129.30	129.30	129.30	129.30	129.30	129.30	129.30	129.30	129.30
Control telefónico	48.80	48.17	48.09	47.76	47.48	47.84	47.93	47.27	47.84	46.84	47.84	48.01
Cerrados y similares	383.65	383.65	383.65	383.65	383.65	383.65	383.65	383.65	383.65	383.65	383.65	383.65
Combustibles (O)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Combustibles (Mezcla 8% gasolina extra y 92% Diesel) (O)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

* Se lea atentamente una recomendación de la Contraloría General del Estado, con Oficio No. 087381-2019-AG/AF, del 16 de Noviembre de 2017, ver ANEXO 6, pág. # 83
EU/ Índice o eliminación, por falta de información de empresas productoras

BOLETÍN INPC-IPCO No 237

ÍNDICES DE MATERIALES, EQUIPO Y MAQUINARIA DE LA CONSTRUCCIÓN

(BASE ABRIL/12 2000 = 100.00)

DENOMINACIÓN	2011											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Tablones contrapados	251.05	251.05	251.05	251.05	251.05	251.05	251.05	251.05	251.05	251.05	251.05	251.05
Clase A	293.17	293.17	293.17	293.17	293.17	293.17	293.17	293.17	293.17	293.17	293.17	293.17
Clase B	254.30	254.30	254.30	254.30	254.30	254.30	254.30	254.30	254.30	254.30	254.30	254.30
Clase C	243.09	243.09	243.09	243.09	243.09	243.09	243.09	243.09	243.09	243.09	243.09	243.09
Tableros de control, distribución y Acc.	123.94	123.94	123.94	123.94	124.27	124.27	124.27	127.76	127.76	128.71	128.71	128.71
Tambores metálicos cerrados	149.60	149.60	149.60	149.60	149.60	149.60	149.60	149.60	149.60	149.60	149.60	149.60
Transformadores de distribución	218.84	218.84	218.84	218.84	218.84	218.84	218.84	218.84	218.84	218.84	218.84	218.84
Tubos y Acc. de acero negro y galvanizado sin costura para conducción de gases y líquidos	245.99	245.99	245.99	245.99	245.99	245.99	245.99	245.99	245.99	245.99	245.99	245.99
Tubos y Acc. de hierro o acero galvanizado para instalaciones eléctricas	225.15	225.15	225.15	225.15	225.15	225.15	225.15	225.15	225.15	225.15	225.15	225.15
Tubos y Acc. de hierro o acero (I)	212.81	212.81	212.81	212.81	212.81	212.81	212.81	212.81	212.81	212.81	212.81	212.81
Tubos y Acc. de cobre para conducción de gases y líquidos	208.78	208.78	208.78	208.78	208.78	208.78	208.78	208.78	208.78	208.78	208.78	208.78
Tubos y postes de hierro o acero negro y galvanizado para cementerio	225.57	225.57	225.57	225.57	225.57	225.57	225.57	225.57	225.57	225.57	225.57	225.57
Tubos y accesorios de PVC												
Para alcantarillado	144.38	144.38	144.38	144.38	144.38	144.38	144.38	144.38	144.38	144.38	144.38	144.38
Para presión	103.44	103.44	103.44	103.44	103.44	103.44	103.44	103.44	103.44	103.44	103.44	103.44
Para desagüe	112.73	112.73	112.73	112.73	112.73	112.73	112.73	112.73	112.73	112.73	112.73	112.73
Para instalaciones eléctricas	149.58	149.58	149.58	149.58	149.58	149.58	149.58	149.58	149.58	149.58	149.58	149.58
Tubos y accesorios de polietileno Alta Densidad (HDPE)	114.58	114.58	114.58	114.58	114.58	114.58	114.58	114.58	114.58	114.58	114.58	114.58
Tubos y accesorios de PEHD (I)	103.23	103.23	103.23	103.23	103.23	103.23	103.23	103.23	103.23	103.23	103.23	103.23
Válvulas de bronce (I)	143.62	143.62	143.62	143.62	143.62	143.62	143.62	143.62	143.62	143.62	143.62	143.62
Válvulas de hierro fundido	188.74	188.74	188.74	188.74	188.74	188.74	188.74	188.74	188.74	188.74	188.74	188.74
Vehículos para transporte liviano	140.99	140.99	140.99	140.99	141.25	142.07	142.07	142.07	142.07	142.11	142.11	142.11
Vidrio plano	154.31	154.31	154.31	154.31	154.31	154.31	154.31	154.31	154.31	154.31	154.31	154.31
Vidrio plano (I)	121.18	121.18	121.18	121.18	121.18	121.18	121.18	120.48	120.48	120.48	120.48	120.48

BOLETÍN INEC-IPCO No 237

ÍNDICES DE MATERIALES, EQUIPO Y MAQUINARIA DE LA CONSTRUCCIÓN

(BASE ABRIL/12 2000 = 100.00)

DENOMINACIÓN	2011												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Oxígeno	123.07	123.07	123.07	123.07	123.07	123.07	123.07	123.25	123.25	123.25	123.01	141.41	143.09
Parquet	514.44	514.44	514.44	514.44	514.44	514.44	514.44	514.44	514.44	514.44	514.44	514.44	514.44
Perfiles de aluminio	188.33	188.33	188.33	188.33	188.33	188.33	188.33	188.33	188.33	188.33	188.33	188.33	188.33
Perfiles estructurales de acero	254.45	254.45	254.45	249.28	247.11	249.04	252.34	252.34	252.34	252.34	239.94	229.08	
Piezas de Neoprendido	304.89	304.89	304.89	304.89	304.89	304.89	304.89	304.89	304.89	304.89	304.89	304.89	
Piezas sanitarias de metal	137.47	137.47	137.47	137.47	137.47	137.47	137.47	137.47	137.47	137.47	137.47	137.47	
Piezas sanitarias porcelana vitrificada	250.93	250.93	250.93	250.93	250.93	250.93	254.70	254.70	254.70	254.70	254.70	254.70	
Inodoros	251.82	251.82	251.82	251.82	251.82	251.82	251.37	251.37	251.37	251.37	251.37	251.37	
Lavamanos	249.45	249.45	249.45	249.45	249.45	249.45	243.94	243.94	243.94	243.94	243.94	243.94	
Wáteros	217.48	217.48	217.48	217.48	217.48	217.48	217.48	217.48	217.48	217.48	217.48	217.48	
Filtros al agua	242.18	242.18	242.17	243.40	243.40	243.40	243.40	243.40	243.40	243.40	243.40	243.40	
Filtros anticondutos	248.07	248.07	249.29	250.28	250.28	250.28	250.28	250.28	250.28	250.28	250.28	250.28	
Piezas de piedra (cortada a máquina)	144.14	144.14	144.14	144.14	144.14	144.14	144.14	144.14	144.14	144.14	144.14	144.14	
Piezas y adoquines de piedra (cortada manualmente)	571.99	571.99	571.99	571.99	571.99	571.99	571.99	571.99	571.99	571.99	571.99	571.99	
Piezas y piezas complementarias de fibra cemento	E1/	243.48	243.48	243.48	243.48	243.48	243.48	243.48	243.48	243.48	243.48	243.48	
Folios de hormigón armado		288.65	288.65	288.65	288.65	288.65	288.65	288.65	288.65	288.65	288.65	288.65	
Productos abrasivos acústicos y térmicos de fibra (vidrio, mineral, etc) y Acc.	E1/	127.34	127.34	127.34	127.34	127.34	127.34	127.34	127.34	127.34	127.34	127.34	
Productos diversos de arcilla, gres (para recubrimiento y acabados)	313.37	313.37	313.37	313.37	313.37	313.37	313.37	313.37	313.37	313.37	313.37	313.37	
Productos de vidrio (mosaicos)	281.48	281.48	281.48	281.48	281.48	281.48	281.48	281.48	281.48	281.48	281.48	281.48	
Productos geométricos	128.10	128.10	128.10	128.10	128.10	128.10	128.10	128.10	128.10	128.10	128.10	128.10	
Productos metálicos estructurales electrosoldados	280.57	280.57	280.57	280.57	280.57	280.57	280.57	280.57	280.57	280.57	280.57	280.57	
Productos para juntas y tapajuntas	314.54	314.54	314.54	314.54	314.54	314.54	314.54	319.04	319.04	319.04	319.04	319.04	
Productos químicos para hormigón y morteros	229.84	229.84	229.84	229.84	229.84	229.84	229.84	233.31	233.31	233.31	233.31	233.31	
Repuestos para maquinaria de construcción	145.06	145.06	145.06	145.06	145.06	145.06	145.06	144.07	144.07	144.07	144.07	144.07	

E1/ índice a eliminar, por falta de información de empresas productoras

BOLETÍN INEC-IPCO No 237