

# UNIVERSIDAD DE CUENCA



## FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

### “GESTIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS INTEGRADOS CON LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS”

Trabajo de Titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Eléctrico

#### AUTORES:

LENIN MARCELO CUESTA GARZÓN

C.I: 0302020722

LUIS DAVID YUNGA CHAPA

C.I: 0104838628

#### DIRECTOR:

ING. JUAN HERNANDO UGALDE DELGADO

C.I: 0101098663

#### TUTORES:

ING. RAMIRO FERNANDO ÁVILA CAMPOVERDE

C.I: 0102246493

ING. GALO JAVIER CABRERA COBOS

C.I: 0301554234

**CUENCA – ECUADOR**

**2017**



## Resumen

En el presente trabajo se realiza el análisis y evaluación de la gestión de proyectos eléctricos integrados con los sistemas de información geográfica (SIG), específicamente en la etapa de diseños, mediante la aplicación de la herramienta computacional Designer de Schneider Electric, la misma que se encuentra conformada por un gestor de proyectos y un conjunto de herramientas de análisis de ingeniería. Así mismo hace énfasis en los requerimientos que permitan establecer la factibilidad de su implementación en la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR.

El proyecto se basó en un estudio con el cual se pudiese realizar una comparativa entre la metodología de gestión de proyectos actual de la empresa y Designer, para determinar el desempeño de cada una de ellas. En el primer capítulo se indica el planteamiento del problema además se establece el objetivo general y los objetivos específicos, así como la justificación e hipótesis del presente trabajo. El segundo capítulo está relacionado al marco teórico en el que se definen conceptos como la gestión de proyectos y aspectos técnicos como los sistemas de información georeferenciados así como su aplicación en el sector de la distribución eléctrica. En el tercer capítulo se indica las metodologías de gestión de proyectos de las principales empresas de distribución eléctrica del Ecuador, en especial referencia a la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR. Seguidamente, en el cuarto capítulo se revisa la gestión de diseños eléctricos y las herramientas de ingeniería que incorpora Designer. En el capítulo quinto se efectúa la implementación en Designer de un proyecto realizado por la empresa, para luego en el sexto capítulo desarrollar un análisis comparativo de los resultados obtenidos, finalmente en el séptimo capítulo se presentan las conclusiones obtenidas, asimismo se responde al objetivo general y específicos del trabajo de titulación conjuntamente con las recomendaciones por parte de los autores.

### Palabras clave:

Gestión, Metodología, Proyecto, Designer, Schneider Electric, SIG, Factibilidad.



## Abstract

The present work performs an analysis and evaluation of the management of the electrical projects integrated with the geographic information systems, specifically in the stage of designs through the application of the computational tool Designer by Schneider Electric, the same one has been made by a Project manager and a set of engineering analysis tools. Likewise, it emphasizes on the requirements that allowed establishing the feasibility of its implementation in the “Empresa Eléctrica Regional Centrosur”.

The project was based on a study case, which allowed a comparison between the company's current project management methodology and Designer, in order to determine the performance of each one of them. The first chapter indicates the approach to the problem and establishes the general objective and the specific objectives, as well as the justification and hypothesis of the present work. The second chapter is related to the theoretical framework that defines concepts such as project management and technical aspects like a georeferenced information systems as well as their application in the electricity distribution sector. The third chapter indicates the methodologies of project management of the main electricity distribution companies in Ecuador, in particular reference to the “Empresa Eléctrica Regional Centrosur”. Then, the fourth chapter reviews the management of electrical designs and the engineering tools that incorporate Designer.

The fifth chapter discusses the implementation of the design of a project that was carried out by the company responsible for the project.

In the sixth chapter discusses of how to develop a comparative analysis of the information obtained.

Finally, in the seventh chapter the final results are reported, as well as the general and theoretical support to the thesis with the author’s recommendations.

## Keywords

Management, Methodology, Project, Designer, Schneider Electric, GIS, Feasibility.

**EL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN HA SIDO  
DESARROLLADO BAJO EL CONVENIO ENTRE LA  
UNIVERSIDAD DE CUENCA Y LA EMPRESA ELÉCTRICA  
REGIONAL CENTROSUR.**



## ÍNDICE GENERAL

Capítulo 1 .....	22
1. INTRODUCCIÓN .....	22
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	23
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	23
1.3. HIPÓTESIS .....	24
1.4. OBJETIVOS .....	24
1.4.1. Objetivo General .....	24
1.4.2. Objetivos específicos.....	24
Capítulo 2 .....	25
2. MARCO TEÓRICO .....	25
2.1. Gestión de Proyectos .....	25
2.1.1. Proyecto .....	25
2.1.2. Proyecto eléctrico de distribución .....	25
2.2. Sistemas de Información Geográfico.....	26
2.2.1. Funcionamiento del SIG .....	26
2.2.2. Los SIG en la Distribución Eléctrica .....	27
2.2.3. El SIG en la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR .....	28
2.3. SGP en la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR .....	29
2.4. ArcGis® .....	30
2.5. ArcFM™ .....	30
2.6. Designer .....	31
2.6.1. Características.....	31
2.6.2. Herramientas de Ingeniería y Análisis.....	32
Capítulo 3 .....	33
3. ESTADO DEL ARTE .....	33
3.1. Metodología de Gestión de Proyectos de la Empresa Eléctrica Quito .....	33
3.1.1. Proyectos Particulares.....	34
3.1.2. Proyectos de la Empresa.....	35
3.1.3. Sistema de Información de Distribución .....	36
3.1.4. D.I.S.R.E.Q.....	38
3.2. Metodología Gestión de Proyectos por la CNEL .....	39
3.2.1. Tipos de Proyectos de Acuerdo a la Carga.....	40



3.2.2.	Procedimiento para le Gestión de Proyectos .....	40
3.2.3.	Ejemplo del Aplicativo de CNEL.....	41
3.3.	Metodología Gestión de Proyectos por la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR.....	42
3.3.1.	SGP (Sistema de Gestión de Proyectos).....	42
3.3.2.	Integración del SGP con el SIG.....	50
Capítulo 4	.....	51
4.	GESTION DE DISEÑOS ELÉCTRICOS Y ANÁLISIS TÉCNICO.....	51
4.1.	Etapas para el Diseño, Aprobación, Construcción y Recepción de los Proyectos Eléctricos en la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR.....	51
4.1.1.	Enrolamiento de Diseñadores .....	51
4.1.2.	Entrega de Diseños .....	51
4.1.3.	Revisión del Proyecto en las Diferentes Zonas de Operación.....	52
4.1.4.	Actualización en SIGADE.....	52
4.1.5.	Construcción del Proyecto.....	52
4.1.6.	Replanteo del diseño a diseño construido .....	53
4.1.7.	Actualización en el SIG .....	53
4.2.	Flujo de Trabajo en Designer.....	53
4.2.2.	Estructura de Designer.....	56
4.2.3.	Tablas Designer .....	57
4.2.4.	Creación de Unidades Compatibles mediante ArcCatalog.....	58
4.3.	Herramientas de análisis (Analysis Tools) .....	60
4.3.1.	Cable Pulling Analysis .....	60
4.3.2.	Secondary Circuit Analysis .....	61
4.3.3.	Structural Analysis .....	63
4.4.	Optimización de Diseños (Design Optimization).....	70
4.4.1.	Flujo de Trabajo de Optimización de Diseños .....	70
4.5.	Normativa de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR .....	74
4.5.1.	Caída de Voltaje Admisible.....	74
4.5.2.	Sobrecarga de Transformadores .....	74
4.5.3.	Efecto Flicker .....	75
4.5.4.	Determinación de la Demanda Eléctrica en Sectores Residenciales .....	75
4.5.5.	Factores de Potencia .....	76
Capítulo 5	.....	77



5.	PROTOTIPO DEL DISEÑO .....	77
5.1.	Construcción de Unidades Compatibles .....	77
5.2.	Work Flow Manager .....	79
5.3.	Creación de un Nuevo Proyecto .....	80
5.3.1.	Descripción del Proyecto Prototipo .....	80
5.3.2.	Crear de un Work Request .....	80
5.3.3.	Crear un Diseño .....	82
5.3.4.	Crear un Work Location .....	83
5.4.	Valoración con Designer .....	83
5.4.1.	Unidades NO SIG .....	83
5.4.2.	Consideraciones en la creación de las UCs .....	84
5.4.3.	Factores de Costo Configurables .....	85
5.4.4.	Las Work Function y sus Valores .....	86
5.4.5.	Estimación Rápida .....	86
5.5.	Dibujo .....	86
5.5.1.	Proceso de Dibujo del Proyecto .....	87
5.6.	Reportes .....	91
5.6.1.	Reporte de Costos .....	91
5.6.2.	Reportes de Inventario .....	92
5.6.	Estado del Diseño .....	92
5.7.	Herramientas de Análisis de Ingeniería .....	94
5.7.1.	Implementación Secondary Circuit Analysis .....	94
5.7.2.	Implementación del Structural Analysis .....	97
5.7.3.	Implementación de Design Optimization .....	100
Capítulo 6	.....	104
6.	ANALISIS DE RESULTADOS .....	104
6.1.	Comparación de los resultados obtenidos en el SGP y en Designer.....	104
6.1.1.	Análisis de Valoración .....	104
6.2.	Valoración de proyectos en SGP .....	104
6.2.1.	Información Económica del proyecto.....	105
6.2.2.	Valoración por mano de obra .....	106
6.2.3.	Listado de Materiales.....	107
6.3.	Valoración de Proyectos en Designer .....	108



6.3.1.	Reporte de Inventario .....	108
6.3.2.	Reporte de Valoración .....	108
6.3.3.	Análisis del flujo de trabajo DESIGNER y SGP.....	109
6.3.4.	Análisis de Costos Beneficio .....	109
6.4.	Herramientas de Análisis .....	111
6.4.1.	Secondary Circuit Analysis .....	111
6.4.2.	Structural Analysis .....	117
6.4.3.	Design optimization.....	122
Capítulo 7	.....	133
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	133
7.1.	Conclusiones.....	133
7.2.	Recomendaciones .....	134
8.	Bibliografía.....	137





## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Elementos necesarios para la gestión de proyectos. ....	25
Figura 2.2: Diagrama de sistemas que ilustran un SIG. ....	26
Figura 2.3: Estructuras de capas de información en los SIG [6]. ....	27
Figura 2.4: Modelo de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR. ....	29
Figura 2.5: Esquema del SGP (Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR). ....	30
Figura 3.1: Visión General de la Gestión de Proyectos de Distribución en la EEQ. ....	33
Figura 3.2: Diseño por el tipo de proyecto EEQ. ....	34
Figura 3.3: Documentos por tipo de proyecto EEQ. ....	34
Figura 3.4: Acceso al sistema de información de Distribución EEQ. ....	37
Figura 3.5: Formulario de Proyectos Eléctricos EEQ. ....	37
Figura 3.6: Flujo de las etapas del proyecto EEQ. ....	38
Figura 3.7: Barra de herramientas para la selección D.I.S.R.E.Q. ....	39
Figura 3.8: Menú D.I.S.R.E.Q. ....	39
Figura 3.9: Ingreso de información general CNEL. ....	41
Figura 3.10: Consultas y reportes de cuentas. ....	41
Figura 3.11: Búsqueda de cuentas CNEL. ....	41
Figura 3.12: Actualización en GIS CNEL. ....	42
Figura 3.13: Documentos adjuntos CNEL. ....	42
Figura 3.14: Ingreso al sistema SGP. ....	43
Figura 3.15: Opciones del menú principal SGP. ....	43
Figura 3.16: Cabecera general de proyectos. ....	44
Figura 3.17: Datos económicos del contratista. ....	47
Figura 3.18: Índice de aprobación de proyectos. ....	48
Figura 3.19: Presupuestación de proyectos. ....	49
Figura 3.20: Datos generales de proyectos. ....	49
Figura 3.21: Pantalla donde se llena la fecha de envió del proyecto a actualizar. ....	50
Figura 3.22: Captura de pantalla de los proyectos enviados al área de actualización por el área de valoración. ....	50
Figura 4.1: Flujo de trabajo de Designer. ....	54
Figura 4.2: Esquema de conformación de la información de las Unidades Compatibles. ....	56
Figura 4.3: Asistente de creación de UC. ....	58
Figura 4.4: Pantalla de creación de UCs. ....	59
Figura 4.5: Segunda ventana del asistente para la creación de UCs. ....	59
Figura 4.6: Parámetros de los postes [11]. ....	65
Figura 4.7: Recuadro de los tensores y anclajes [11]. ....	67
Figura 4.8: Recuadro de análisis de las crucetas [11]. ....	68
Figura 4.9: Flujo de trabajo del optimizador de diseños [11]. ....	71
Figura 4.10: Modelo del Circuito para determinar el efecto flicker [11]. ....	72
Figura 4.11: Modelo del circuito de caída de voltaje [11]. ....	73



Figura 4.12: Clasificación de clientes según estratos [15] .....	76
Figura 5.1: Pantalla Del Work Flow Manager. ....	79
Figura 5.2: Vista satelital donde se construirá el proyecto H&H.....	80
Figura 5.3: Pantalla de ingreso de información de la solicitud de trabajo.....	81
Figura 5.4: Pantalla de ingreso de información del diseño.....	82
Figura 5.5: Editor de Atributos.....	84
Figura 5.6: Tabla MM_WMS_COST_FACTOR.....	85
Figura 5.7: Tabla MM_WMS_LABOR_COST .....	86
Figura 5.8: Tabla de contenido de las UCs.....	87
Figura 5.9: Filtro de unidades compatibles. ....	87
Figura 5.10: Simbología CENTROSUR. ....	88
Figura 5.11: Implementación de estructuras aéreas y subterráneas. ....	89
Figura 5.12: Implementación de redes de medio voltaje.....	89
Figura 5.13: Implementación las unidades de transformación.....	90
Figura 5.14: Implementación de redes de bajo voltaje y acometidas.....	90
Figura 5.15: Ubicación de puntos de carga y alumbrado público. ....	91
Figura 5.16: Reporte de costos. ....	91
Figura 5.17: Reporte de Inventario de Materiales. ....	92
Figura 5.18: Ubicación del transformador T1 en el proyecto.....	94
Figura 5.19: Ampliación de la ubicación del transformador T1.....	95
Figura 5.20: Trayectoria del Circuito C1/T1.....	96
Figura 5.21: Trayectoria del Circuito C2/T1.....	96
Figura 5.22: Ubicación de la estructura a analizar. ....	97
Figura 5.23: Factores de sobrecarga del proyecto. ....	97
Figura 5.24: Parámetros del poste P1e-519237.....	98
Figura 5.25: Vanos incidentes al poste P1e-519237.....	98
Figura 5.26: Parámetros del anclaje poste P1e-519237.....	99
Figura 5.27: Parámetros del cable tensor poste P1e-519237.....	99
Figura 5.28: Proyecto eléctrico de distribución subterráneo a optimizar.....	100
Figura 5.29: Favoritos de los conductores secundarios.....	101
Figura 5.30: Favoritos de las unidades de transformación.....	101
Figura 5.31: Parámetros eléctricos del proyecto. ....	102
Figura 5.32: Perfil de carga de los usuarios. ....	103
Figura 6.1: Información económica del proyecto.....	105
Figura 6.2: Valoración por mano de obra (1/2).....	106
Figura 6.3: Valoración por mano de obra (2/2).....	107
Figura 6.4 Listado de materiales SGP. ....	107
Figura 6.5 Reporte de inventario Designer.....	108
Figura 6.6: Reporte del Valoración de Diseño. ....	108
Figura 6.7: Circuito C1/T1 implementado. ....	111
Figura 6.8: Circuito C1/T1 (PSAT).....	113
Figura 6.9: Circuito C2/T1 implementado. ....	115
Figura 6.10: Adición de motores en el análisis del efecto flicker. ....	117
Figura 6.11: Comprobación del vano de diseño seleccionado. ....	118



Figura 6.12: Momentos y cargas en la estructura.....	118
Figura 6.13: Span Information. ....	118
Figura 6.14: Diagrama Vectorial del poste P1e-519237. ....	119
Figura 6.15: Información del tensor empleado.....	120
Figura 6.16: Diagrama Vectorial del cable tensor.....	120
Figura 6.17: Elementos de la cruceta analizada. ....	121
Figura 6.18: Distancias de seguridad para los vanos incidentes en P1e-519237. ....	121
Figura 6.19: Agrupación de Predios (1/2). ....	122
Figura 6.20: Agrupación de Predios (2/2). ....	122
Figura 6.21: Predios agrupados. ....	123
Figura 6.22: Proyecto de Distribución en Estados Unidos.....	123
Figura 6.23: Reagrupación de Predios (1/2).....	124
Figura 6.24: Reagrupación de predios (2/2). ....	124
Figura 6.25: Cartographic Offset.....	125
Figura 6.26: Resultados Design Optimization.....	126
Figura 6.27: Design Optimization Minerville. ....	127
Figura 6.28: Resultados agrupación 1/5. ....	127
Figura 6.29: Resultados agrupación 2/5. ....	128
Figura 6.30: Resultados agrupación 3/5. ....	128
Figura 6.31: Resultados agrupación 4/5. ....	129
Figura 6.32: Resultados agrupación 5/5. ....	129
Figura 6.33: Implementación de los resultados en el mapa.....	130
Figura A 1: Valoración Designer.....	139
Figura A 2: MM_WMS_COMPATIBLE_UNIT_LIBRARY. ....	139
Figura A 3: MM_WMS_LABOR_COST. ....	140
Figura A 4: MM_WMS_WORK_FUNCTION.....	141
Figura B 1: Resumen de la Información Económica del Proyectos según SGP (1/2)..	142
Figura B 2: Resumen de la Información Económica del Proyectos según SGP (2/2)..	143
Figura C 1: Valores de vientos máximos de Ecuador (1/2).....	145
Figura C 2: Valores de vientos máximos de Ecuador (2/2).....	146
Figura C 3: Clase de suelo.....	147
Figura E 1: Esquema de una red aérea. [17].....	151
Figura E 2: Representación de un vano con coordenadas [17].....	152
Figura F 1: Capacidad de retención de un anclaje.....	154



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Datos Técnicos del SIG de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR..	28
Tabla 4.1: Calificación de proyectos. ....	53
Tabla 4.2: Flujo de trabajo de Designer. ....	55
Tabla 4.3: Tablas configurables para la valoración. ....	57
Tabla 4.4: Tablas Cable Pulling Analysis. ....	61
Tabla 4.5: Tabla del Secondary Circuit Analysis .....	63
Tabla 4.6: Información de la tabla MMENG_TRANSFORMER. ....	63
Tabla 4.7: Información de la tabla MMENG_CONDUCTOR_ELEC. ....	63
Tabla 4.8: Tablas de los factores de sobrecargas. ....	64
Tabla 4.9. Parámetros de los postes. ....	66
Tabla 4.10: Parámetros de los conductores. ....	66
Tabla 4.11: Parámetros de tensores y anclajes. ....	68
Tabla 4.12: Parámetros de las crucetas. ....	69
Tabla 4.13. Parámetros de distancias de seguridad. ....	69
Tabla 4.14: Sobrecarga de Transformadores. ....	74
Tabla 4.15: DMD según estratos [15]. ....	76
Tabla 4.16. Factores de potencias típicos. [16] .....	76
Tabla 5.1: Precios mano de obra por unidad constructiva. ....	77
Tabla 5.2: Ejemplo de una unidad constructiva. ....	77
Tabla 5.3: Precio de materiales. ....	77
Tabla 5.4: Ejemplo costo de material. ....	78
Tabla 5.5: Materiales que forman la unidad constructiva Estructura Tipo EST 1CP. ...	78
Tabla 5.6: Campos con información del archivo "GIS-UC" .....	78
Tabla 5.7: Ejemplo de una unidad SIG: .....	78
Tabla 5.8: Campos que deben ser llenados en el Work Request. ....	81
Tabla 5.9: Campos que deben llenarse de la localización del Work request. ....	82
Tabla 5.10: Tabla descriptiva de los campos a ser llenados en el diseño. ....	83
Tabla 5.11: Condiciones del sitio del proyecto. ....	83
Tabla 5.12: Flujo de trabajo del proyecto. ....	93
Tabla 5.13: Carga ambiental por efecto del viento. ....	97
Tabla 6.1: Cuadro comparativo de valoración SGP vs DESIGNER. ....	104
Tabla 6.2: Comparación de flujo de trabajo. ....	109
Tabla 6.3: Caídas de voltaje del C1/T1 (Secondary Circuit Analysis). ....	112
Tabla 6.4: Caídas de voltaje C1/T1 método Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR. .....	112
Tabla 6.5: Comparación caídas de voltaje C1/T1. ....	113
Tabla 6.6: Caídas de voltaje del circuito C1/T1 (PSAT). ....	114
Tabla 6.7: Comparación caídas de voltaje del circuito C1/T1 PSAT vs Secondary Circuit Analysis. ....	114
Tabla 6.8: Comparación caídas de voltaje C2/T1. ....	115
Tabla 6.9: Comparación caídas de voltaje del circuito C2/T1 PSAT vs Secondary Circuit Analysis. ....	116



Tabla 6.10: Transformadores Design Optimization. ....	131
Tabla 6.11: Transformadores Diseño Original. ....	131
Tabla C 1: Distritos por carga debido a efectos del viento. ....	146
Tabla C 2: Grado de construcción. ....	146
Tabla C 3: Descripción clases de suelo. ....	147
Tabla D 1: Características postes de concreto armado centrifugado de sección circular. .....	148
Tabla E 1: Características de conductores desnudos de aleación de aluminio. ....	150
Tabla E 2: Características de conductores desnudos de cobre. ....	150
Tabla E 3: Características de conductores auto soportado aluminio tipo na2xsa2y. ....	151
Tabla F 1: Tipos de anclajes (1/2). ....	155
Tabla F 2: Tipos de anclajes (2/2). ....	155
Tabla F 3: Tipos de tensores (1/2). ....	156
Tabla F 4: Tipos de tensores (2/2). ....	157
Tabla G 1: Cross arm parameters. ....	158
Tabla G 2: Disposiciones de las crucetas. ....	158
Tabla G 3: Tipos de aisladores. ....	158
Tabla G 4: Tipos de pernos PIN. ....	158
Tabla H 1: Valoración Designer. ....	159
Tabla H 2: Valoración SGP. ....	160



## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 4.1: Carga kVA pico diversificada. ....	71
Ecuación 4.2: Corriente transitoria. ....	72
Ecuación 4.3: Caída de voltaje. ....	73
Ecuación 4.4: Índice de calidad. ....	75
Ecuación B 1: Resumen de materiales en SGP. ....	144
Ecuación B 2: Resumen mano de obra. ....	144
Ecuación B 3: Resumen por transporte. ....	144
Ecuación D 1: Momento por efecto del viento. ....	149
Ecuación D 2: Profundidad de empotramiento de postes. ....	149
Ecuación E 1. ....	152
Ecuación E 2. ....	152
Ecuación E 3. ....	152
Ecuación E 4. ....	152
Ecuación E 5. ....	153
Ecuación E 6: Flecha máxima. ....	153
Ecuación E 7. ....	153



# Universidad de Cuenca



Universidad de Cuenca  
Cláusula de Licencia y Autorización para Publicación en el Repositorio Institucional

---

LENIN MARCELO CUESTA GARZÓN, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “GESTIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS INTEGRADOS CON LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, Noviembre de 2017

LENIN MARCELO CUESTA GARZÓN

C.I: 0302020722



# Universidad de Cuenca



Universidad de Cuenca  
Cláusula de Licencia y Autorización para Publicación en el Repositorio Institucional

---

LUIS DAVID YUNGA CHAPA, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "GESTIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS INTEGRADOS CON LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, Noviembre de 2017

LUIS DAVID YUNGA CHAPA

C.I: 0104838628





# Universidad de Cuenca



Universidad de Cuenca  
Cláusula de Propiedad Intelectual

---

LENIN MARCELO CUESTA GARZÓN, autor del Trabajo de Titulación "GESTIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS INTEGRADOS CON LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Noviembre de 2017

---

LENIN MARCELO CUESTA GARZÓN

C.I: 0302020722



# Universidad de Cuenca



Universidad de Cuenca  
Cláusula de Propiedad Intelectual

---

LUIS DAVID YUNGA CHAPA, autor del Trabajo de Titulación "GESTIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS INTEGRADOS CON LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Noviembre de 2017

LUIS DAVID YUNGA CHAPA

C.I: 0104838628



Universidad de Cuenca

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a Dios y a nuestro director de tesis, Ing. Juan Ugalde quien desinteresadamente nos brindó su apoyo para la realización del presente trabajo de titulación.

A nuestros tutores, Ing. Ramiro Ávila e Ing. Galo Cabrera, por guiarnos a lo largo del proyecto, además por brindarnos su ayuda, información y colaboración la cual permitió concluir con el presente trabajo.

A la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR por su acogida, al personal del departamento SIGADE en especial a la Ing. Gabriela Cuesta Garzón por su disponibilidad y apoyo para la realización de nuestro trabajo final.

A todos los docentes responsables de nuestra formación académica, a nuestros compañeros y amigos con los que hemos compartido alegrías y tristezas durante nuestra etapa universitaria.

**LENIN MARCELO Y LUIS DAVID**



## **DEDICATORIA**

En especial al Creador, por permitirme terminar satisfactoriamente una etapa más de mi vida, por brindarme fortaleza y guiarme en cada momento en el que lo necesitaba.

Este trabajo se lo dedico a mis padres, Luis y Rosa pilares fundamentales de mi formación como persona por su ejemplo de sacrificio y responsabilidad, a mis hermanas Magaly, Daysi y Daniela con quienes he compartido toda mi vida por su comprensión e incondicional apoyo, en especial a mi sobrina Camila en la cual espero incentivar un camino de dedicación e indicarle que con constancia y sacrificio se puede lograr todo lo que se proponga.

**LUIS DAVID YUNGA CHAPA.**

A Dios, por permitirme culminar esta etapa, me ha guiado de tal manera que pueda cumplir una de las metas más importante en mi vida.

Este trabajo de titulación se la dedico con todo mi amor y cariño a mi hijo Lenin Steven, por ser la fortaleza en mis peores momentos, luz, alegría y la mayor motivación en mi vida. A mis padres Flor y Roberto que con sus sabios consejos y apoyo siempre han guiado mis pasos para ser una persona correcta en todos los aspectos de mi vida, a mis hermanos Cristian, Gabriela y Jimmy por todo su apoyo incondicional.

**LENIN MARCELO CUESTA GARZÓN.**



### CERTIFICACIÓN

**CERTIFICO QUE EL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN HA SIDO  
DESARROLLADO POR LOS SEÑORES:**

**LENIN MARCELO CUESTA GARZÓN**

**C.I: 0302020722**

**LUIS DAVID YUNGA CHAPA**

**C.I: 0104838628**

**Ing. Juan Hernando Ugnide Delgado**

**Director del Trabajo de Titulación**

**Ing. Ramiro Fernando Ávila Campoverde**

**Tutor del Trabajo de Titulación**

**Ing. Galo Javier Cabrera Cobos**

**Tutor del Trabajo de Titulación**



## CAPÍTULO 1

### 1. INTRODUCCIÓN

La Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR alineada a los grandes cambios que se han dado en el sector eléctrico ecuatoriano durante la última década, ha logrado optimizar muchas de sus actividades, enfocándose en garantizar un servicio de calidad y satisfacer las necesidades de sus clientes. Para cumplir dichas exigencias la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR cuenta con varias herramientas tecnológicas para apoyar sus procesos, entre las principales están: Sistema Comercial CIS<sup>1</sup>, Sistema Financiero SAF<sup>2</sup>, Sistema de Gestión de Proyectos SGP<sup>3</sup>, Sistema de Información Geográfico SIG<sup>4</sup>, entre otros.

El Departamento SIGADE<sup>5</sup> de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR lleva a cabo varios procesos en sus diferentes áreas, tales como: administración del SIG corporativo, registro de información de proyectos y análisis técnico. El SIG registra el catastro de activos de la red eléctrica de distribución mediante las herramientas computacionales del ArcGis<sup>6</sup> y ArcFm<sup>7</sup>. Para el registro de la información de los proyectos de distribución se usa un aplicativo denominado SGP que fue desarrollado por La Empresa Regional CENTROSUR en el año 2000 y elabora tareas como: presupuestación, valoración y seguimiento en su etapa de aprobación y construcción de proyectos de distribución eléctrica. Finalmente, para el análisis técnico se usa el programa CYMDIST<sup>8</sup> de CYME<sup>9</sup>. Cabe recalcar que no existe una interacción entre el SGP y el SIG en cuanto a la actualización de proyectos luego de su etapa de construcción.

La propuesta del presente trabajo es la incorporación de un gestor de diseños como el aplicativo Designer de Schneider Electric, que integraría la gestión de proyectos eléctricos que se maneja en el SGP con el registro de las redes construidas en el SIG. Además de la utilización de Designer como herramienta básica de análisis técnico y optimización de los diseños de distribución subterránea, estimación de costos, contemplando tareas como: requerimiento de trabajo, diseño, aprobación, replanteo y actualización en la geodatabase corporativa, entre otros. Sin que eso implique conflictos

---

<sup>1</sup> Customer Information System.

<sup>2</sup> Sistema Administrativo Financiero.

<sup>3</sup> Sistema de Gestión de Proyectos.

<sup>4</sup> Sistema de Información Geográfico.

<sup>5</sup> Departamento de Análisis y Sistemas Geográficos de Distribución.

<sup>6</sup> Conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información

<sup>7</sup> Herramienta para SIG de servicios compatible con ArcGis que es el software para el SIG corporativo.

<sup>8</sup> Software, Análisis de sistemas de distribución.

<sup>9</sup> Empresa internacional proveedor de paquetes de software para el análisis y diseño de sistemas de potencia. CYME es ahora parte de EATON



con el actual SIG de la empresa ya que la herramienta Designer es una extensión propia de ArcFm, la cual mantiene compatibilidad con el modelo de datos actual del SIG.

La incorporación de un gestor de diseños en entornos SIG como Designer, permite disponer de un punto único de ingreso de información lo cual reduce tiempos en la actualización de datos del SIG; por ejemplo, evitando duplicidad de trabajo y reducción de errores.

Este trabajo se enfocará en el análisis de un proyecto eléctrico de distribución que haya cumplido con cada una de las etapas en la gestión de proyectos eléctricos de distribución: iniciando en el requerimiento de trabajo, luego el diseño, liquidación, construcción, y finalmente su actualización en el SIG, utilizando tanto el SGP como el Designer y el SIG corporativo, lo cual permitirá determinar las relaciones existentes entre las etapas de gestión de proyectos actual de la empresa y el alcance del procedimiento de Designer como gestor de diseños eléctricos. Para ello se realizará un análisis de los requerimientos de configuración de todas las funcionalidades del aplicativo, es decir determinar los parámetros configurables de Designer para obtener una valoración económica del proyecto y los requerimientos técnicos de las herramientas de análisis y optimización.

Con la herramienta configurada y el proyecto de distribución dibujado en Designer se podrán comparar los resultados obtenidos frente a los proporcionados por el actual modelo de gestión de proyectos. Los resultados del análisis propio del trabajo de titulación, proporcionarán recursos y herramientas que permitan realizar la puesta en producción de esta herramienta, teniendo claro el alcance y los recursos necesarios para la implementación de Designer en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, permitiendo que SIGADE mejore su actual modelo de gestión de proyectos eléctricos de distribución.

## **1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El sistema de gestión de proyectos eléctricos de distribución de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR carece de una interfaz que permita su integración con el SIG.

## **1.2.JUSTIFICACIÓN**

Con la finalidad de agilizar la gestión de proyectos eléctricos de distribución es necesaria la unificación de un proceso que integre la gestión de proyectos en un ambiente SIG, lo cual permitiría reducir tiempos de ejecución en las etapas por las que pasa un diseño de distribución eléctrica, así como optimizar tareas llevadas a cabo por el personal del departamento SIGADE.



### **1.3.HIPÓTESIS**

Con la integración de la gestión de proyectos eléctricos de distribución en un ambiente SIG la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR obtendría una metodología más eficiente, óptima e integrada que repercutirá de forma favorable en los procesos de gestión de proyectos, específicamente en el proceso de realización diseños y valoración; y en el registro de información en el SIG corporativo, de los proyectos construidos logrando una reducción en el tiempo que toma actualizar el SIG.

### **1.4.OBJETIVOS**

#### **1.4.1. Objetivo General**

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un análisis y el diagnóstico del modelo de gestión de proyectos eléctricos integrados con los sistemas de información geográfica, que permita fortalecer la metodología actual de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR C.A., para mejorar la eficiencia de sus procesos, especialmente durante la fase de diseño, mediante la implementación de la herramienta computacional Designer.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Analizar los procesos actuales de gestión de proyectos eléctricos de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR y de los sistemas de información geográfica.
- Analizar la herramienta computacional Designer para determinar la factibilidad de su aplicación.
- Analizar las condiciones necesarias del SIG para la implementación de Designer.
- Revisar las herramientas de análisis de ingeniería que incorpora Designer, con la finalidad de justificar su uso e implementación, bajo las condiciones técnicas y normativas del país.
- Realizar un prototipo con Designer de un caso de estudio real con un proyecto de distribución.
- Determinar las ventajas y limitaciones de implementar esta herramienta.



## CAPÍTULO 2

### 2. MARCO TEÓRICO

Dado que el presente trabajo se centra en un análisis de la gestión de proyectos eléctricos en ambientes SIG, es preciso plantear y aclarar ciertas definiciones que permitan establecer una base conceptual sobre la cual se sustentará el desarrollo del proyecto.

#### 2.1. Gestión de Proyectos

*“Se define como el proceso de planeación, manejo de tareas y recursos mediante la correcta aplicación de conocimientos, habilidades, técnicas y herramientas con el fin de cumplir los objetivos establecidos para la implementación de un proyecto, además contar con un sistema que permita la comunicación permanente del progreso y avance de sus resultados”.* [1]

Para una adecuada gestión de proyectos es necesaria la coordinación de los siguientes elementos.



**Figura 2.1:** Elementos necesarios para la gestión de proyectos.

Es pertinente definir también el concepto de proyecto en el ámbito de la gestión.

#### 2.1.1. Proyecto

*“Un proyecto podría describirse como el planeamiento de algo, en el cual se indican y justifican los conjuntos de acciones necesarias para alcanzar un objetivo determinado, dentro de parámetros de concepción, tiempo y recursos.”* [2]

#### 2.1.2. Proyecto eléctrico de distribución

Un proyecto de distribución eléctrica es la planeación de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas para distribuir energía eléctrica. Este proyecto se realiza antes de llevar a cabo la obra eléctrica y tiene como finalidad determinar el costo total, materiales necesarios para la obra y aspectos sociales y ambientales.

## 2.2. Sistemas de Información Geográfico

“En términos muy prácticos, los SIG comprenden un conjunto de hardware y software integrados que permiten introducir, almacenar, manipular, y presentar datos geográficos. Los datos pueden tener todas las formas textuales, cartográficas o numéricas susceptibles de ser integradas en un único sistema. Los SIG presentan diversas modalidades y ofrecen el potencial para una enorme gama de aplicaciones”. [3]

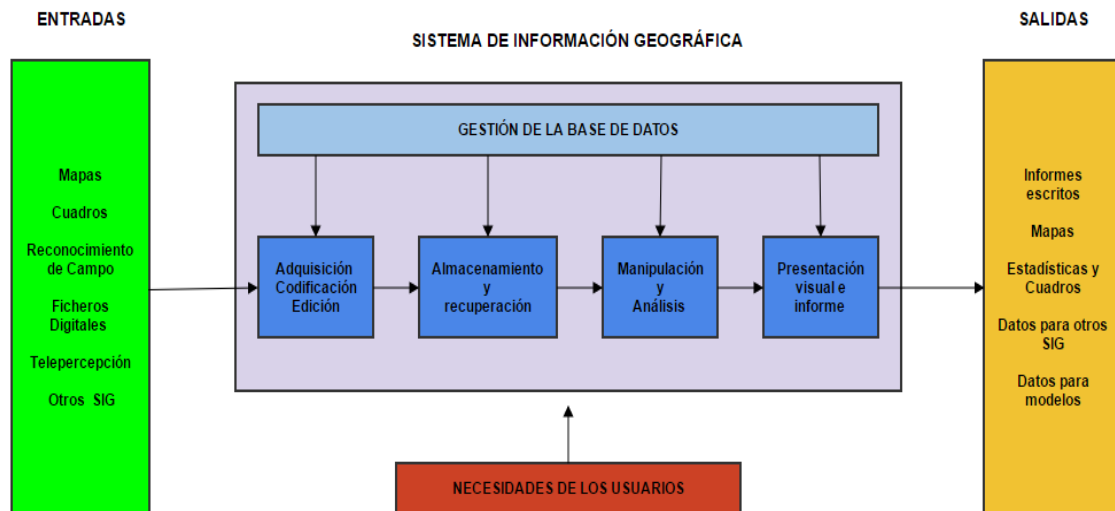


Figura 2.2: Diagrama de sistemas que ilustran un SIG.

Entonces, se puede decir que un SIG es el encargado de vincular información geográfica con su respectiva información descriptiva para posteriormente almacenarla en una base de datos.

La visualización de mapas no necesariamente es la exclusiva función de un SIG, ya que su implementación permite el uso de herramientas en la optimización de recursos a la hora de tomar decisiones tanto de planificación como de operación. [4]

### 2.2.1. Funcionamiento del SIG

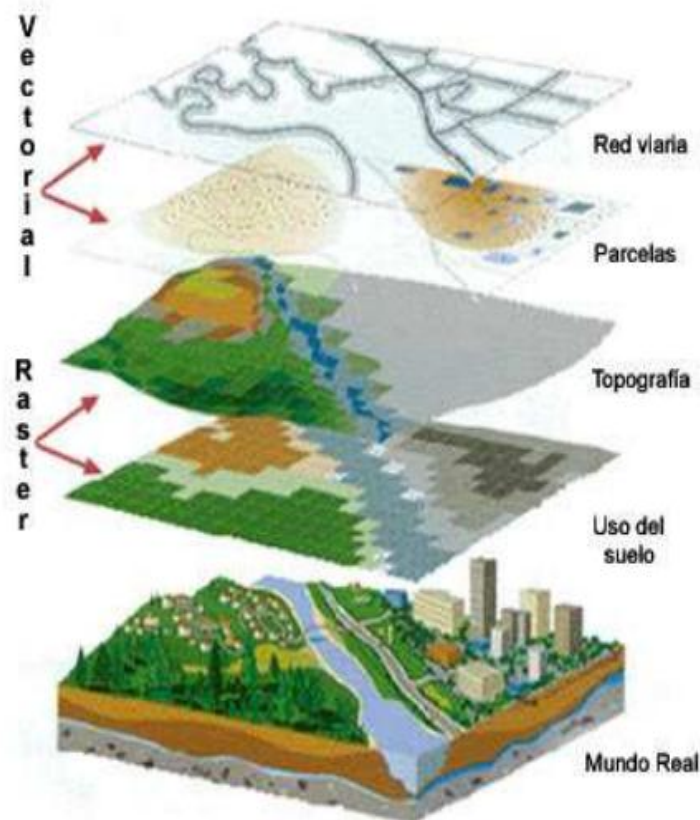
Un SIG funciona mediante la superposición de capas temáticas de información relacionadas con un mapa geográfico. En general estos sistemas funcionan con dos tipos de datos, los datos SIG en formato vectorial y los de formato raster.

La información que emplea coordenadas cartesianas para detallar un objeto en el espacio se dice que usa el formato vectorial, generalmente este formato se emplea para la representación de elementos u objetos que posean un límite o frontera totalmente definida. [5]

Otro formato de información empleado en los SIG es el denominado raster, el mismo que usa matrices formadas por pequeñas celdas también denominadas píxeles en las cuales se asigna el valor que será representativo en particular para cada una de ellas.

Los dos formatos de información son importantes y válidos en los SIG, con la diferencia que poseen características distintas, lo que permite establecer el uso de un formato frente al otro de acuerdo a las necesidades particulares del problema en cuestión.

En la Figura 2.3 se muestra de forma más detallada la diferencia entre mapas con información en formato vectorial y los raster.



**Figura 2.3:** Estructuras de capas de información en los SIG [6].

### 2.2.2. Los SIG en la Distribución Eléctrica

La compleja característica de los sistemas de distribución en conjunto con la necesidad de información precisa y actualizada de los componentes de la red, son los principales argumentos que respaldan la incorporación de los SIG en este sector eléctrico. Actualmente los SIG son usados desde la gestión de datos en la cual se puede gestionar la información de los circuitos aéreos y subterráneos, así como también llevar un registro de los activos de la empresa e información de los clientes, también empleados en la automatización de la fuerza de trabajo permitiendo programar tareas y personal de forma eficiente. [7]



En los últimos años las empresas han integrado los SIG en sus departamentos de planificación y análisis, identificando las vulnerabilidades que originan las interrupciones de servicio para respaldar las inversiones de activos de la empresa, mediante el adecuado uso de herramientas computacionales de análisis que facilitan la evaluación simultánea de factores técnicos, económicos y ambientales en actividades como, por ejemplo:

- Determinación de la ruta óptima de los circuitos de distribución.
- Distribución de carga y proyección espacial de la demanda. [8]

### 2.2.3. El SIG en la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR

La Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR actualmente posee sistemas informáticos orientados a la gestión y operación de sus actividades cuya principal característica es la de estar vinculados al SIG, empleando un modelo de interfaces punto a punto.

Actualmente la empresa ha integrado algunos de sus sistemas, entre los que se pueden mencionar:

- CIS.
- AVL<sup>1</sup>.
- Sistema ADMS<sup>2</sup>.

Además se pretende a futuro conseguir la integración al SIG de otros sistemas como:

- Sistema de gestión de activos.
- Sistema de atención de reclamos.
- Sistema de gestión de la calidad del servicio técnico [9]

**Tabla 2.1:** Datos Técnicos del SIG de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR.

<b>Datos Técnicos</b>	
<b>Nombre</b>	ArcFM v10.0
<b>Desarrollador</b>	TELVENT Miner & Miner
<b>Plataforma</b>	ESRI v10.0.3
<b>GeoDataBase</b>	Oracle 11g
<b>Modelo de Datos</b>	Modelo de datos eléctrico del software de ArcFm

<sup>1</sup> Sistema de control vehicular

<sup>2</sup> Sistema Avanzado de Gestión de Distribución



**Figura 2.4:** Modelo de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR.

El SIG de la empresa maneja información desde subtransmisión, medio y bajo voltaje hasta su relación con el cliente, mientras que su conectividad comprende desde el arranque de los alimentadores hasta el consumidor. [9]

### 2.3. SGP en la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR

En el año de 1998 se conforma un equipo de trabajo que se encarga de realizar el análisis y desarrollo del sistema de gestión de proyectos de distribución orientado al control de diseños y valoración de proyectos de distribución, el mismo que se implementa en el año 2000.

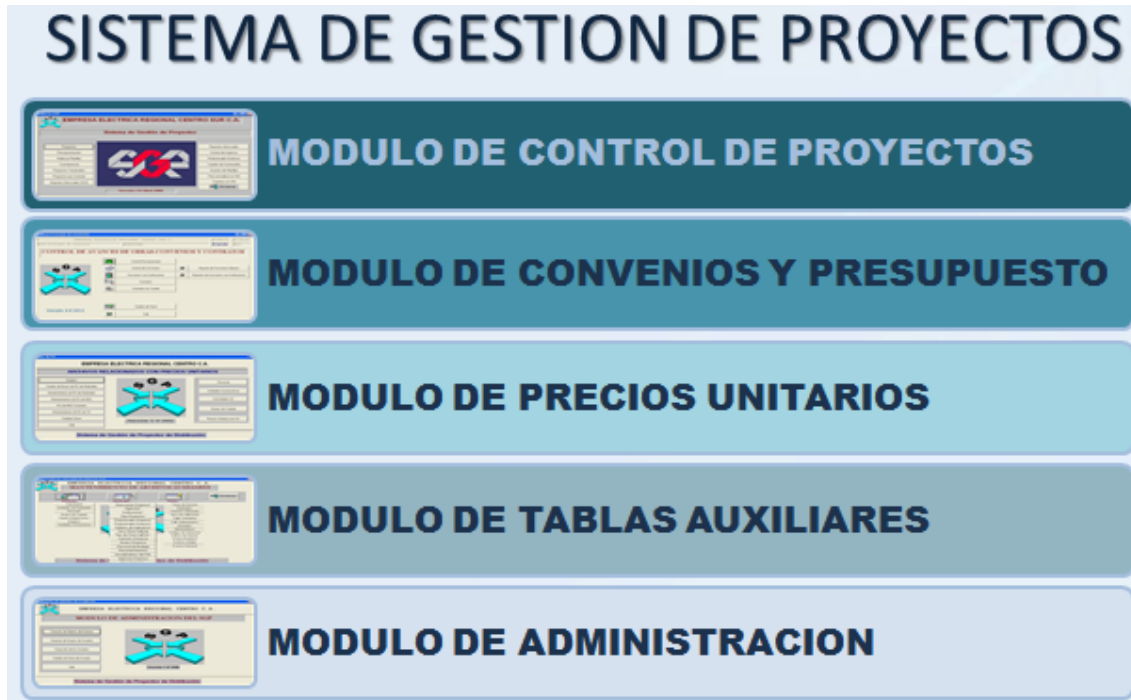
El Sistema de Gestión de Proyectos (SGP) fue desarrollado utilizando Genexus con un generador de Visual Basic, para un ambiente cliente servidor y como plataforma de base de datos DB2 para servidor AS/400 iSeries.

El actual SGP de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR maneja información de:

- Control de Proyectos
- Presupuesto de Inversiones
- Contratos, Ínfimas Cuantías
- Equipos y materiales
- Mano de Obra

- Precios Unitarios
- Convenios con Clientes
- Varios
- Administración del sistema

Está conformado por 5 módulos, como se muestra en la Figura 2.5.



**Figura 2.5:** Esquema del SGP (Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR).

#### 2.4.ArcGis®

ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. ArcGIS se utiliza para poner el conocimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, las empresas, la ciencia, la educación y los medios. ArcGIS permite publicar la información geográfica para que esté accesible para cualquier usuario. El sistema está disponible en cualquier lugar a través de navegadores Web, dispositivos móviles y equipos de escritorio. [6]

#### 2.5.ArcFM™

ArcFM™ es una potente extensión de la plataforma ArcGIS® de ESRI que proporciona una solución completa a las empresas de servicios públicos adaptada a las necesidades de los usuarios finales.

ArcFM consta de una familia de modelos y un conjunto de herramientas que facilita la visualización, edición, mapeo y gestión de datos. ArcFM se integra en la tecnología de la información global mediante el uso de bases de datos abiertas, entornos de programación estándar de la industria y arquitectura Component Object Model (COM).



En resumen proporciona funcionalidades adicionales para el manejo de los SIG de servicios (eléctricos, gas y agua), entre las funcionalidades para el SIG eléctrico están: Permite iniciar sesiones de trabajo mediante usuarios y claves con perfiles definidos, permite simular la conexión eléctrica en los elementos al llenar de forma automática el dato del alimentador en elementos que estén apropiadamente conectados tanto en la red geométrica como en datos, permite realizar trazabilidad eléctrica desde la cabecera de alimentador hasta un punto final como un cliente(Punto de Carga) o luminarias.

## **2.6.Designer**

En las actividades de planificación y gestión de los sistemas de distribución eléctrica están involucrados grupos de talento humano con diferentes habilidades y competencias, que mediante el uso de herramientas computacionales se encargan del cumplimiento de las tareas asignadas. Sin embargo, a menudo estas herramientas no mantienen una compatibilidad con los SIG propios de las empresas, provocando una gestión de datos redundantes e implicando problemas de administración y un sistema de gestión de proyectos ineficiente y costoso.

Ante la situación expuesta Schneider Electric, anteriormente Telvent desarrolló Designer, un gestor de diseños que soluciona todos los inconvenientes antes descritos. En el tema de compatibilidad, gracias a que es una extensión propia de la plataforma ArcFM que funciona bajo el mismo modelo de datos del SIG actual de la Empresa Eléctrica CENTROSUR. El software de ArcFm trae consigo un modelo eléctrico de datos el cual fue implementado en CENTROSUR con las modificaciones del caso para que se acople a nuestro medio. Es por ello que al utilizar Designer no se requiere realizar grandes cambios al modelo de datos original.

En síntesis, Designer es un sistema de gestión de diseños de proyectos de distribución integrado con el SIG, que permite crear bocetos de proyectos de construcción con su respectiva estimación de costos. [10]

### **2.6.1. Características**

Las características adicionales que destacan a Designer como un gestor de proyectos son:

- Optimizar tareas como diseño de proyectos, procesos de flujo de trabajo.
- Proveer información detallada de solicitudes de proyectos, programación, costos de materiales etc.
- Incluye funciones de gestión de unidades compatibles y herramientas de ingeniería.
- Permite análisis de circuitos eléctricos, conductores, análisis estructural, caídas de voltaje.
- Optimiza la construcción de redes subterráneas.



- Establece un sistema de gestión de activos de una sola entrada (no redundante).
- Incluye un conjunto completo de herramientas de dibujo de construcción.
- Permite mantener organizada toda la información lo largo del ciclo de vida de un proyecto.
- Facilita su adaptación a las necesidades propias de un proyecto mediante parámetros que consideran aspectos externos como condiciones de trabajo (clima), tráfico, accesibilidad al sitio de obra, etc.
- Dentro de la base de datos SIG, es posible ver, consultar y editar diseños sin copiar los archivos en la red.
- Actualiza automáticamente el SIG al momento que las órdenes de trabajo o revisiones son publicadas. [10]

## **2.6.2. Herramientas de Ingeniería y Análisis**

Debido a que la integridad de ingeniería de sus diseños es primordial, Designer ofrece un conjunto de herramientas de análisis de ingeniería, incluyendo:

### **2.6.2.1. Análisis estructural**

Analiza la integridad estructural de postes y asegura que cumplan con las normas y regulaciones de seguridad. Combina cálculos de tensión y deflexión, cálculos de momentos de carga, etc.

### **2.6.2.2. Análisis de circuitos secundarios**

Determina si su diseño infringe límites de caída de voltaje o normas de sobrecarga de transformadores, además permite establecer la potencia de motores que pueden ser instalados en un determinado punto del circuito basado en el límite máximo de fluctuación transitoria de voltaje determinado por criterios técnicos de la empresa.

### **2.6.2.3. Optimización de diseños**

Facilita el diseño de proyectos de distribución subterráneos mediante el uso de herramientas de optimización y automatización, teniendo en cuenta las condiciones del sitio, los parámetros de diseño y las zonas de exclusión. Facilita el dimensionamiento y determina la ubicación de transformadores, conductores y puntos de carga basada en los parámetros registrados de diseño, condiciones de suelo y zonas de exclusión por lo cual se estima que se trata de un diseño adecuado tanto técnicamente como económicamente.



## CAPÍTULO 3

### 3. ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se revisan la metodología y las herramientas informáticas utilizadas por: EEQ<sup>1</sup>, CNEL<sup>2</sup> y Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR para la gestión de proyectos.

#### 3.1. Metodología de Gestión de Proyectos de la Empresa Eléctrica Quito

La EEQ está encargada de la generación, subtransmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica en la provincia de Pichincha. La metodología utilizada para la gestión de proyectos en estos procesos de la cadena de valor, considera las siguientes etapas, Figura 3.1.



**Figura 3.1:** Visión General de la Gestión de Proyectos de Distribución en la EEQ.

Todas estas etapas se relacionan con otros sistemas como son: comercial, financiero, sistema de distribución, presupuesto y contable. Los usuarios que utilizan el “Sistema de Gestión de Proyectos” principalmente son los usuarios internos y externos, y en menor número los gerenciales gracias a que provee una interfaz web que es de fácil acceso y distribución.

De acuerdo al financiamiento la EEQ divide sus proyectos en tres categorías:

1. Proyectos Particulares, los que se financian con recursos propios de los clientes.
2. Proyectos de la empresa que son financiados con fondos propios, presupuesto general del estado y otros.
3. Micro Proyectos: Extensiones de red que no requieren de la instalación de un transformador.

Los diseños de acuerdo al tipo de proyectos cumplen diferentes pasos como se puede observar en la Figura 3.2.

<sup>1</sup> EEQ: Empresa Eléctrica Quito.

<sup>2</sup> CNEL: Corporación Nacional de Electricidad.

<b>Diseño</b>	<b>Proyectos Particulares</b>	Solicitud
		Factibilidad de servicio
		Revisión
	Aprobación	
	<b>Proyectos Empresa</b>	Solicitud /Portafolio
		Revisión
Aprobación		
Aprobación		
<b>Micro Proyectos</b>	Solicitud	
	Inspección	
	Aceptación	

**Figura 3.2:** Diseño por el tipo de proyecto EEQ.

En cuanto a la documentación necesaria también depende del tipo de proyecto, los documentos de cada tipo de proyecto se detallan en la Figura 3.3.

↓ <b>Cientes Externos</b>	<b>Proyectos Particulares</b>	Factibilidad
		Diseño
		Construcción
		Energización
↓ <b>Recepción Documentación</b>		
↑ <b>Cientes Internos</b>	<b>Proyectos Empresa</b>	D.I.S.R.E.Q
		Diseño
		Financiamiento
		Construcción
		Energización
		Liquidación
		Recepción del Proyecto

**Figura 3.3:** Documentos por tipo de proyecto EEQ.

### 3.1.1. Proyectos Particulares

#### 3.1.1.1. Etapa de Diseño de Proyectos Particulares

Para la etapa de diseño de proyectos particulares es necesario empezar por los trámites administrativos, luego de lo cual se realiza una inspección para determinar la factibilidad de servicio, esto se lo coordina con los proyectistas de las empresas, el resultado de todo esto es el registro del proyecto en el sistema. Para la realización de todas estas tareas el sistema cuenta con las siguientes opciones:



- Asignación del técnico responsable
- Registro de participantes
- Registro de datos técnicos
- Registro de anexos
- Incluir en el plan de obras
- Registro de entradas y salida
- Diseño del proyecto
- Registro de avance del proyecto
- Presupuesto de cobro

### **3.1.1.2. Etapa de Construcción de Proyectos Particulares**

La construcción de proyectos particulares requiere que se realice el trámite administrativo correspondiente, además de que el proyecto este diseñado y aprobado, para que finalmente se realice el ingreso de solicitud de construcción por parte del cliente, para todas estas actividades el sistema cuenta con las siguientes opciones:

- Asignación del fiscalizador/tecnólogo
- Asignación del técnico responsable
- Registro de datos técnicos de construcción
- Anexo de documentación
- Registro de avance del proyecto
- Presupuesto de cobro
- Libros de obra
- Tablero de Presupuesto
- Visitas previas
- Suspensiones de servicio
- Transformadores

### **3.1.1.3. Etapa de Energización de Proyectos particulares**

Para la fase de energización adicionalmente al trámite administrativo correspondiente se requiere que el proyecto se encuentre construido, se haya realizado un ingreso de solicitud de energización por parte del cliente y exista el registro de puesta a tierra.

## **3.1.2. Proyectos de la Empresa**

### **3.1.2.1. Etapa de Diseño de Proyectos de la Empresa**

Para la etapa de diseños de la empresa y con el objetivo de realizar el registro del proyecto, se requiere de los siguientes insumos:

- Trámite Administrativos
- Participación de los proyectistas de las empresas
- Planes de Obra
- Resultado del D.I.S.R.E.Q



Para esta etapa de diseño el sistema cuenta con las siguientes opciones:

- Asignación de técnicos responsable
- Participantes
- Registro de datos técnicos planificados
- Anexo de información que se incluye en el plan de obras
- Registro de entradas/salida
- Registro de materiales/estructuras planificadas
- Registro de financiamiento
- Diseño de proyectos
- Registro de avance del proyecto

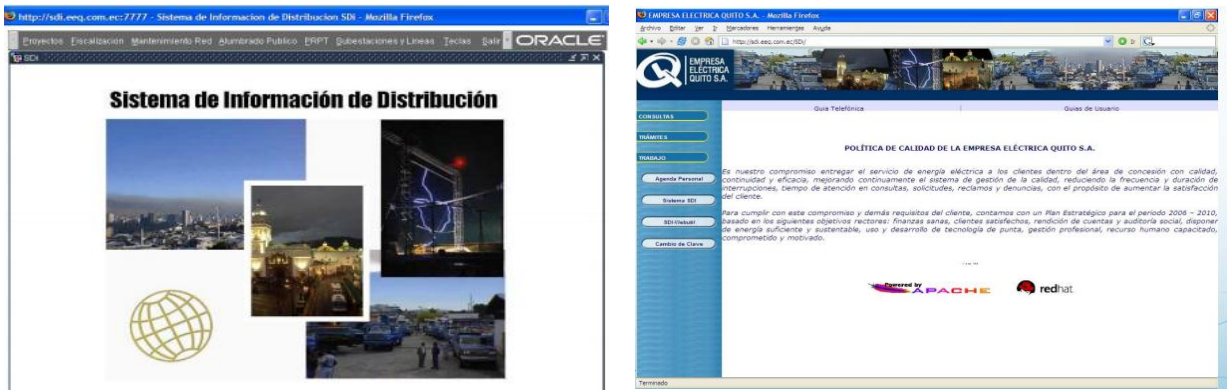
### **3.1.2.2. Etapa de Construcción de Proyectos de la Empresa**

Para realizar la construcción de proyectos de la empresa se requiere disponer de un proyecto aprobado, para lo cual se deben realizar los trámites administrativos correspondientes por parte de los proyectistas de la empresa, para todos estos trámites el sistema dispone de las siguientes opciones:

- Asignación del técnico responsable
- Elaboración de la orden de trabajo
- Registro del Contrato
- Registro de Precios unitarios
- Registro de Datos Técnicos de construcción
- Libros de Obra
- Visitas previas
- Ordenes de laboratorio
- Transformadores
- Avances de Obra
- Anexos de Información
- Liquidación de materiales
- Estados de Pago
- Recepción provisional
- Recepción definitiva
- Devolución de fondos

### **3.1.3. Sistema de Información de Distribución**

Dentro de la descripción de los proyectos particulares y de la empresa se han venido mencionando algunas de las funcionalidades de este sistema, en esta sección se mostrará un ejemplo de los formularios, y además unas capturas de pantallas para el acceso.



**Figura 3.4:** Acceso al sistema de información de Distribución EEQ.

Como se observa en la Figura 3.4, esta es la pantalla de ingreso al sistema mediante interfaz web para facilidad de distribución y acceso al sistema, en el cual el acceso depende de roles de usuario. Por otro lado, el Sistema está desarrollado con Oracle sobre un servidor web de Apache.

Nro	Código	ID Padre	Hno Trámite DD	Estado Proyecto	Fecha
239	FCV-RD-04-001		94673	A Anulado	2004-11-04
Clase de Financiamiento	Clase de Proyecto (Departamento)	Sección	Sector		
F FERUM	V Proyectos Iluminación	V VARIOS MORADORES	Rural		
Tipo Proyecto	Inmueble	Calle	Clase de Servicio		
D Redes de distribución	24 CALLE	10	RESIDENCIAL		
Nombre	Etapa	Uso	Tipo Gasto	Financiamiento	
ALBERGUE DE FRANCIA	I				
Sector	Calle				
TUMBACO	SECTOR EL CARMEN, PARROQUIA DE LLANO CHICO				
Intersección	Referencia	Teléfono			
Provincia	Cantón	Parroquia	Zona		
17 PICHINCHA	4 QUITO	65	40 TUMBACO		
Representante	Cédula	Convenio	Fecha		
ECOVIDA	1705545711		Convenio		
Datos Técnicos	Subestación	Primario	Tipo Red	Tipo Instalación	
36 TUMBACO	A	A	Aerea	Redes de Distribu...	

**Figura 3.5:** Formulario de Proyectos Eléctricos EEQ.

En la Figura 3.5 se observa un ejemplo de formulario en el que se llenan datos de los proyectos eléctricos, como se puede identificar se requieren campos de ubicación, fechas y responsables para las diferentes etapas del proyecto eléctrico.

Una de las bondades del sistema es mostrar a manera de flujo las etapas por las cuales pasan los proyectos facilitando el rastreo de los mismos, así como el fácil acceso a toda la documentación que da como resultado la gestión de proyectos.

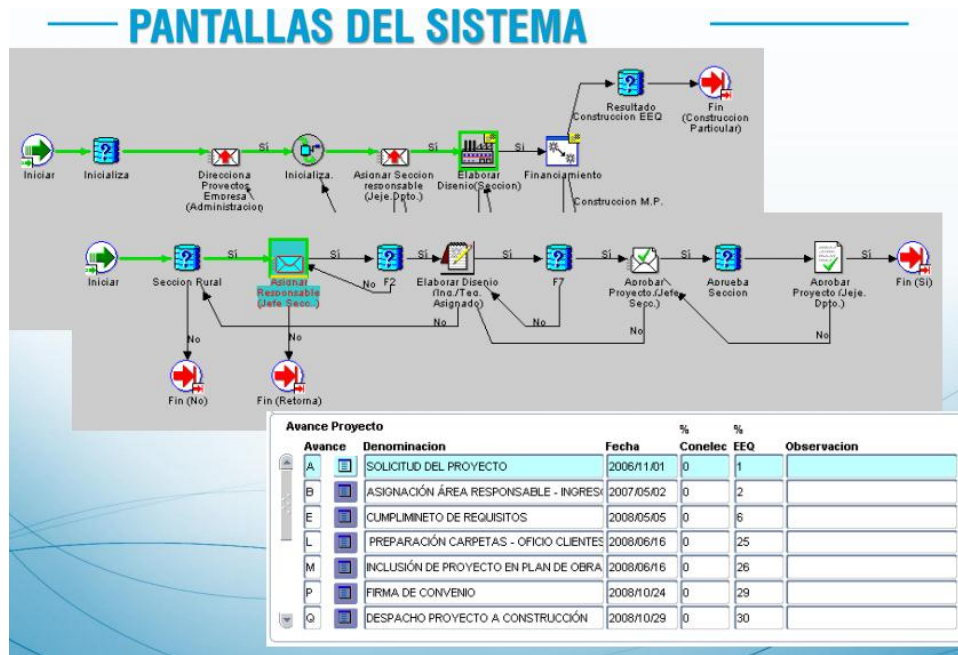


Figura 3.6: Flujo de las etapas del proyecto EEQ.

### 3.1.4. D.I.S.R.E.Q

El software D.I.S.R.E.Q. es una aplicación basada en AutoCAD<sup>3</sup> R14 que la Empresa Eléctrica Quito S.A., ha desarrollado para realizar el diseño de redes de distribución de energía eléctrica, ya sean estas aéreas o subterráneas, dentro de su área de concesión. Este software se ha convertido en una herramienta fundamental para los ingenieros eléctricos, ya que además de ser una exigencia de la EEQ para realizar el diseño de redes de distribución permite: Realizar con mayor rapidez el diseño de redes de distribución. Obtención de planos de redes primarias y secundarias. Optimiza los procesos repetitivos que se realizan en el diseño. Proporciona los respectivos reportes de listado de materiales, presupuesto y cálculo de caídas de voltaje. Este programa contiene menús que son de mucha utilidad ya que permite trabajar de forma independiente con los elementos de la red de distribución, tales como. Postes, conductores y acometidas. A la fecha este software ha sido modificado para trabajar con formatos ArcGis, es por ello que se continuará usando. [11]

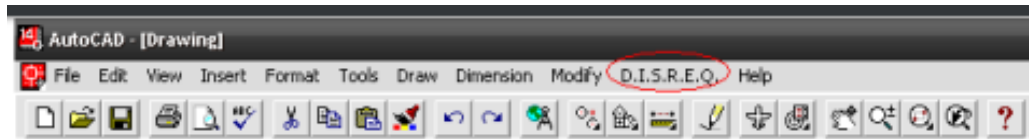
A la fecha este software ha sido modificado para trabajar con formatos ArcGis, es por ello que se continuará usando.

#### 3.1.4.1.Utilización del Software D.I.S.R.E.Q.

Una vez que se tiene definida y dibujada en AutoCAD la base geográfica del proyecto, esto es: división de lotes, vías principales y secundarias, se empieza a utilizar el software D.I.S.R.E.Q., para realizar el diseño de las redes. Al iniciar el programa, se

<sup>3</sup> Software de diseño asistido por computadora.

abre una ventana en entorno de AutoCAD lo cual muestra el acceso al menú D.I.S.R.E.Q.



**Figura 3.7:** Barra de herramientas para la selección D.I.S.R.E.Q. [11]

Al hacer clic en D.I.S.R.E.Q se despliega el siguiente menú.



**Figura 3.8:** Menú D.I.S.R.E.Q. [11]

Se ha mencionado todas las ventajas del D.I.S.R.E.Q como software de diseño, sin embargo en la actualidad la mayor desventaja es que la plataforma está basada en AutoCAD, cuando la plataforma del Sistema de Información Geográfico de todas las empresas eléctricas de distribución en Ecuador se encuentra en ArcGIS motivo por el cual se dificulta el proceso de migración de la información desde el D.I.S.R.E.Q a la plataforma geográfica de la EEQ, por este motivo han iniciado proyectos para el cambio de plataforma del D.I.S.R.E.Q de manera que se adapte a la plataforma geográfica y continúe prestando las mismas funcionalidades dentro del proceso de Gestión de proyectos de distribución a los proyectistas de las empresas.

Una de las grandes ventajas de este software es que, al ser propietario del mismo la EEQ se puede distribuir de manera gratuita a los proyectistas de las empresas, sin que esto implique un gasto adicional para la empresa o los contratistas.

### 3.2. Metodología Gestión de Proyectos por la CNEL

Actualmente tiene la responsabilidad de servir a más de 2,3 millones de clientes, con una cobertura del 95% dentro de su área de servicio. Sirve a 10 provincias.

Para la aprobación, inicio de construcción, recepción y energización de proyectos eléctricos CNEL ha definido el procedimiento PR-TEC-CTR-002, el cual pertenece al



proceso Gestión Técnica/Ingeniería y Construcciones, el cual fue aprobado el 7 de Julio del 2016.

En lo que respecta a la gestión de proyectos de distribución cumple con la metodología definida por el MEER<sup>4</sup>, sin embargo, no existe un sistema integral que realice estas tareas como el caso de la Empresa Eléctrica Quito o Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR. Para este objetivo dispone de aplicaciones y procedimientos manuales para el registro y gestión de dichos proyectos.

### **3.2.1. Tipos de Proyectos de Acuerdo a la Carga**

Dentro de este procedimiento se determina que existen tres tipos de proyectos de acuerdo a la carga:

1. Tipo I:  $\leq 10\text{kW}$
2. Tipo II:  $>10 \leq 1000 \text{ kW}$
3. Tipo III:  $> 1000 \text{ kW}$

### **3.2.2. Procedimiento para le Gestión de Proyectos**

- Aprobación de un proyecto eléctrico
  - Recepción de la Documentación: De acuerdo al tipo de proyecto se requiere diferente documentación, de acuerdo al procedimiento PR-TEC-CTR-002 páginas 3-6.
  - Revisión de la documentación presentada: De acuerdo al tipo de proyecto se verifica diferente documentación con la diferencia que en el tercer tipo hay dos factores adicionales a considerar tanto el análisis de pre factibilidad como la aprobación del diseño
- Construcción del proyecto eléctrico:
  - Luego de la revisión de la documentación correspondiente por los responsables de la aprobación, se dará autorización para la construcción de la obra. De acuerdo al procedimiento PR-COM-AC-001.
- Recepción del proyecto eléctrico
  - La persona natural o jurídica encargada de la construcción de la obra deberá solicitar la recepción de la misma entregando toda la documentación de acuerdo a los procedimientos definidos por el MEER PR-TEC-CTR-002.
- Energización de un proyecto eléctrico
  - Se presentará el informe de recepción de obra, además de los documentos necesarios definidos en el mismo procedimiento del MEER PR-TEC-CTR-002, para que luego de que estén instalados los sistemas de medición se proceda con la energización del proyecto.

---

<sup>4</sup> Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.



### 3.2.3. Ejemplo del Aplicativo de CNEL

Se tomará como ejemplo el aplicativo de CNEL Unidad de Negocios Guayaquil, en el cual se registra información general y fechas para evidenciar la integración con la parte geográfica:



Figura 3.9: Ingreso de información general CNEL.



Figura 3.10: Consultas y reportes de cuentas.

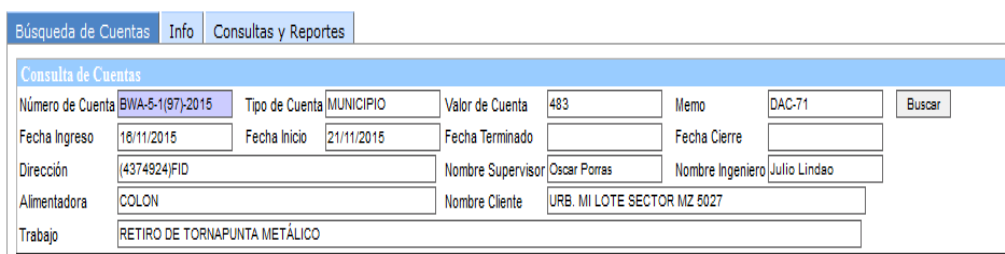


Figura 3.11: Búsqueda de cuentas CNEL.

Historial		Documentos Adjuntos		Actualizacion GIS						
<input checked="" type="radio"/> Fecha Creacion Cuenta <input type="radio"/> Fecha Actualizacion Gis		Estado    Cantidad    Porcentaje Actualizado GIS    112    80 Confirmar Datos    1    0.71 No procesado    26    18.57 Revisar en Campo    1    0.71								
Fecha Inicio:	01/01/2016	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>						
Fecha Fin:	11-10-2016	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>						
<input type="button" value="Buscar"/> <input type="button" value="Estadísticas"/>										
Numero Cuenta	Direccion	Tipo de Cuenta	Nombre de Cliente	Alimentador	Ingeniero a Cargo	Fecha de Creacion	Accion	Fecha Actualizacion GIS	Usuario	Observaciones
BWA-S-1(97)-2015	(4374924)FID	MUNICIPIO	URB. MI LOTE SECTOR MZ 5027	COLON	Julio Lindao	10/02/2016	Actualizado GIS	07/06/2016 10:35:00	CQUITUISACA	

Figura 3.12: Actualización en GIS CNEL.





Historial		Documentos Adjuntos		Actualizacion GIS	
					
(0) Imágenes		(1) Pdf		(0) Excel	
					
				(0) Word	
<input type="button" value="Opciones de Documentos"/>					

Figura 3.13: Documentos adjuntos CNEL.

### 3.3. Metodología Gestión de Proyectos por la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR

La Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR, es una compañía de distribución y comercialización de energía, sirve a las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago y actualmente sirve aproximadamente a 380000 clientes.

La empresa dispone de un aplicativo informático llamado SGP por sus siglas de Sistema de Gestión de Proyectos que, como su nombre lo indica, es utilizado para dar seguimiento y control de los proyectos de distribución.

#### 3.3.1. SGP (Sistema de Gestión de Proyectos)

Aplicativo de escritorio desarrollado en Genexus<sup>5</sup> versión 9, para acceder a este aplicativo es indispensable que se instale y configure en el equipo cliente que requiere el acceso, usualmente es utilizado por personal interno de la empresa y contratistas externos los cuales pueden utilizar el aplicativo mediante la instalación adicional de una VPN<sup>6</sup>. En la Figura 3.14 se muestra la pantalla inicial y en la que se puede observar que se requiere de autenticación de acuerdo a roles establecidos para los diferentes módulos.

<sup>5</sup> Herramienta de desarrollo de aplicaciones y sistemas.

<sup>6</sup> Virtual Private Network, tecnología de red que se utiliza para conectar una o más computadoras a una red privada utilizando Internet



Figura 3.14: Ingreso al sistema SGP.

### 3.3.1.1. Modo de Ingreso de Datos

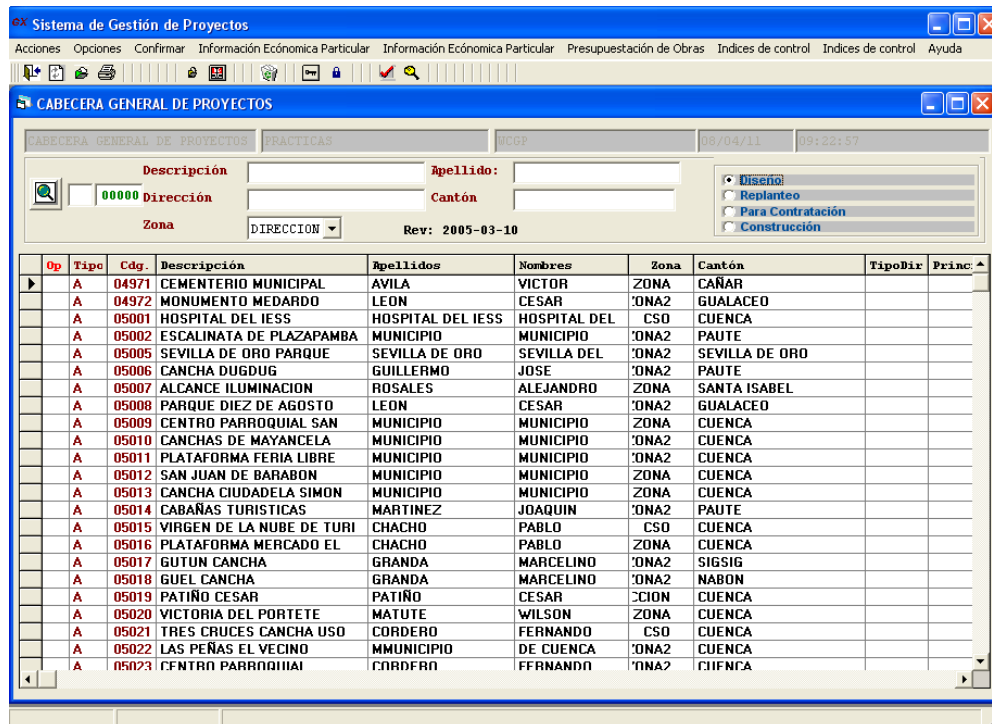
Luego de realizar la respectiva autenticación se presenta una pantalla con las diferentes funcionalidades disponibles en el sistema, como se observa en la Figura 3.15.



Figura 3.15: Opciones del menú principal SGP.

### 3.3.1.2. Descripción de las opciones del Menú

1. **Proyectos:** Muestra listado de proyectos particulares y proyectos de la empresa ingresados en el Sistema de Gestión de Proyecto:



**Sistema de Gestión de Proyectos**

Acciones Opciones Confirmar Información Económica Particular Información Económica Particular Presupuestación de Obras Indices de control Indices de control Ayuda

**CABECERA GENERAL DE PROYECTOS**

09/04/11 09:28:57

Descripción:  Apellido:

Dirección: 00000  Cantón:

Zona:  DIRECCION  Rev: 2005-03-10

Diseño  
 Replanteo  
 Para Contratación  
 Construcción

Op	Tipo	Cdg.	Descripción	Apellidos	Nombres	Zona	Cantón	TipoDir	Princ
	A	04971	CEMENTERIO MUNICIPAL	AVILA	VICTOR	ZONA	CAÑAR		
	A	04972	MONUMENTO MEDARDO	LEON	CESAR	'ONA2	GUALACEO		
	A	05001	HOSPITAL DEL IESS	HOSPITAL DEL IESS	HOSPITAL DEL	CS0	CUENCA		
	A	05002	ESCALINATA DE PLAZAPAMBA	MUNICIPIO	MUNICIPIO	'ONA2	PAUTE		
	A	05005	SEVILLA DE ORO PARQUE	SEVILLA DE ORO	SEVILLA DEL	'ONA2	SEVILLA DE ORO		
	A	05006	CANCHA DUGDUG	GUILLERMO	JOSE	'ONA2	PAUTE		
	A	05007	ALCANCE ILUMINACION	ROSALES	ALEJANDRO	ZONA	SANTA ISABEL		
	A	05008	PARQUE DIEZ DE AGOSTO	LEON	CESAR	'ONA2	GUALACEO		
	A	05009	CENTRO PARROQUIAL SAN	MUNICIPIO	MUNICIPIO	ZONA	CUENCA		
	A	05010	CANCHAS DE MAYANCELA	MUNICIPIO	MUNICIPIO	'ONA2	CUENCA		
	A	05011	PLATAFORMA FERIA LIBRE	MUNICIPIO	MUNICIPIO	'ONA2	CUENCA		
	A	05012	SAN JUAN DE BARABON	MUNICIPIO	MUNICIPIO	ZONA	CUENCA		
	A	05013	CANCHA CIUDADELA SIMON	MUNICIPIO	MUNICIPIO	ZONA	CUENCA		
	A	05014	CABAÑAS TURISTICAS	MARTINEZ	JOAQUIN	'ONA2	PAUTE		
	A	05015	VIRGEN DE LA NUBE DE TURI	CHACHO	PABLO	CS0	CUENCA		
	A	05016	PLATAFORMA MERCADO EL	CHACHO	PABLO	ZONA	CUENCA		
	A	05017	GUTUN CANCHA	GRANDA	MARCELINO	'ONA2	SIGSIG		
	A	05018	GUEL CANCHA	GRANDA	MARCELINO	'ONA2	NABON		
	A	05019	PATÍÑO CESAR	PATÍÑO	CESAR	ACION	CUENCA		
	A	05020	VICTORIA DEL PORTETE	MATUTE	WILSON	ZONA	CUENCA		
	A	05021	TRES CRUCES CANCHA USO	CORDERO	FERNANDO	CS0	CUENCA		
	A	05022	LAS PEÑAS EL VECINO	MUNICIPIO	DE CUENCA	'ONA2	CUENCA		
	A	05023	CENTRO PARROQUIAL	CORDERO	FERNANDO	'ONA2	CUENCA		

Figura 3.16: Cabecera general de proyectos.

Aquí se tiene diferentes alternativas:

- Diseño cuando el proyecto es un bosquejo nuevo.
- Replanteo cuando el proyecto es una modificación.
- Para Contratación cuando el proyecto se va a contratar.
- Construcción cuando el proyecto se va a construir.

**Tipo de Proyectos:** De acuerdo al proyecto presentado se codificará según el siguiente detalle:

- Alumbrado Público (Particular) (A)
- Alumbrado Público (Empresa) (H)
- Borradores (B)
- Condominios (G)
- Electrificación Lotizaciones < 3000 (Z)
- Equipos de Comunicación (K)
- Equipos, Adquisiciones, Bolsas (Q)
- Estación o Cabina de Transformación (E)
- Extensiones de Red "Particular" (P)
- Extensiones de Red "Empresa" (X)
- Informáticos (I)
- Instalaciones Eléctricas (V)
- Líneas de Transmisión (T)
- Lotización / Urbanización (L)
- Mantenimiento (M)



- Muebles y Enceres (F)
- Nuevos Diseños o Estudios (N)
- Obra Civil (C)
- Optimizaciones (O)
- Proyecto SGP (S)
- Proyectos con Energías Renovables (J)
- Referencia
- Rurales (R)
- Siniestros (D) H. y Eq. Med.
- Subestaciones de Distribución (W)
- Urbanas (U)
- Viviendas < 10KV Dico (Y)

**Numero:** El sistema da el número secuencial que se le asignará a este proyecto.

**Descripción:** Nombre del proyecto o el propietario.

**Tipo de Obra:** Tipo de Obra que se va a construir. Esta puede ser: Nueva, Mejora o Mantenimiento.

**Zona:** Alternativas que son:

**DIRECCIÓN**

- ZONA 1
- ZONA 2
- ZONA 3
- SIGADE 4
- CSO 5
- SUBSE 6
- DOC 7
- DICO 8
- DIMS

Propietario / Representante (nombre y apellido): Nombre y el Apellido del Propietario del Proyecto o representante del proyecto.

**2. Información Económica Particular (menú 1):**

**Comprobantes:** Recibo del proyecto.

**Datos Técnicos (SIGADE):** Se ingresa el resumen de los materiales utilizados en la construcción del proyecto.

**Datos vivienda (DICO):** Presenta la información de los materiales requeridos para la creación de la obra dentro del Proyecto.

**Responsables Particulares:** Datos de los Responsable Particular del Proyecto.



**Responsables Empresa:** Datos del Responsable de la empresa del Proyecto, de acuerdo al tipo de responsabilidad, que existen los siguientes:

- Ingresado para revisión
- Sin carpeta (Solo cabecera)
- 05 Delegación de revisión de diseño
- 10 Revisión de diseño
- 15 Devolución con observaciones
- 20 Revisión de correcciones al diseño
- 23 Aprobación parcial (Falta derecho transf)
- 25 Aprobación parcial (correcciones menores)
- 30 Aprobaciones
- 33 Consta en el presupuesto de inversiones
- 35 Proforma de convenio
- 40 Firma de convenio
- 41 Convenio concluido
- 43 Proforma de contrato
- 45 Firma de contrato
- 50 Revisión solicitud inicio construcción
- 53 Permiso de construcción negada
- 55 Permiso de construcción autorizada
- 60 En construcción
- 63 Delegación de fiscalizador
- 65 Delegación de observador
- 70 Inspección de proyecto particular
- 73 Liquidación
- 75 Energización
- 80 Provisional
- 85 Definitiva
- 90 Transferencia al municipio

**Control de Referencias:** Ingresos a través de los Ingenieros Particulares que presente Diseños y que realicen Construcciones.

**Proyectos Anteriores:** Muestra los datos anteriores del proyecto.

### **3. Información Económica Particular (menú 2):**

**Información General:** Detalla la información económica del proyecto por parte del contratista.

**DATOS ECONOMICOS CONTRATISTA**

**Detalle Económico del Proyecto (Contratista)**

Proyecto # A 5019 PATIÑO CESAR

Costo de Materiales en S/.			Costo Mano de Obra en S/.	
Nuevos	14,534,376		Montaje : MOC	MONC
Existentes	0	14,534,376		
Imprevistos	1,453,438		SubTotal Montaje	2,313,645
Administración	2,398,172		Desmontaje: MOC	MONC
<b>Total</b>		<b>18,385,986</b>		
Costo por usuario	0		SubTot Desmontaje	0
Monto por AP	0		Estudios	850,000
Derechos Trafos	0		<b>Total :</b>	<b>2,313,645</b>
<b>Costo Total Proyecto; Sin AP</b>			<b>Con AP</b>	
			21,549,631	21,549,631

F3=Cerrar

Usuario que Crea: ORDOÑEZG 26/08/1999 Usuario Deshabilita:

Usuario que Modifica:  Estado del Registro: ACTIVADO

Figura 3.17: Datos económicos del contratista.

#### 4. Presupuestación de Obras:

**Ingresar Obra:** Aquí se ingresan todas las unidades de obras proyectadas para la construcción de las obras de la empresa.

**Ingresar Nuevos Materiales:** Aquí se ingresan materiales nuevos que se van a utilizar en la construcción de la obra.

**Información para Cálculo:** Aquí se registran los precios vigentes de la mano de obra con la que serán construidos, así como los clientes antiguos y nuevos.

**Presupuesto General:** Detalla el valor total de la obra más impuestos, en la opción imprimir podemos obtener la información económica del proyecto donde se detalla las características generales del proyecto, el costo total desglosado en materiales, mano de obra, transporte, estudios y garantías.

**Reportes Varios:** Para imprimir los reportes correspondientes de cada sección.

- **Materiales por Poste:** Muestra los datos de los materiales que se va a utilizar para el montaje de la obra.
- **UC Materiales:** Listado de las unidades de construcción.
- **UC Mano de Obra:** Datos de la unidad de construcción por mano de obra:
- **MOC para Contratos con Transporte de Postes:** Datos de la unidad de construcción por mano de obra con un valor agregado que vendría a ser el transporte:
- **MOC para contratos sin Transporte de Postes:** Datos de la unidad de construcción del poste por mano de obra sin agregar el costo del transporte:
- **Mano de obra Calificada para Contratación:** Listado de unidades de construcción por la valoración de la mano de obra.

- **UC Punto a Punto:** Listado constructivo tanto de montaje, desmontaje y montaje desmontaje.
- **Unidades Propiedad:** Acumula en cantidad como precio por unidades de propiedad y totaliza, al final da un resumen con el monto total y el % de participación en el presupuesto.
- **Unidades de Propiedad (0):** Acumula las unidades de propiedad por tipo, el resumen por unida de Propiedad Total por Ítem y el Costo Total.
- **Unidades de Propiedad Resumen:** Muestra el total de las unidades de propiedad y no está el detalle de lo demás. Este resumen esta por grupos con su respectivo valor.
- **Presup/Materiales/MO:** El resumen es individual en valoración de la mano de obra, No detalla el Total de montaje de tipo, todos los tipos valorizan de manera individual.
- **Aprobación de Diseños:** Sirve para crear y aprobar un nuevo proyecto mediante el ingreso de nuevos datos como: Código, Cédula, Apellidos, Nombres, Tipo, Inicial y Definitivo.
- **Aprobación de Diseños:** Para los diseños aprobados del sistema de gestión de proyectos.

Sistema de Gestión de Proyectos "S G P"

**Índice de Aprobación de Diseños** 08/04/11 12:20:58

4971 Descripción F7=Imprimir F3=Cerrar

Op	Tipo	Proyecto	Referencia	Descripción	Fecha	Número de días
	A	04971		CEMENTERIO MUNICIPAL CAÑAR	01/01/1999	187
	A	04971	Z2-185	CEMENTERIO MUNICIPAL CAÑAR	09/08/2002	191
	A	04972		MONUMENTO MEDARDO TORRES	30/06/1998	1
	A	05001		HOSPITAL DEL IESS	27/07/1998	6
	A	05002		ESCALINATA DE PLAZAPAMBA	28/08/1998	11
	A	05004		GRUTA Y LA CRUZ DE TURI	30/11/1998	13
	A	05005		SEVILLA DE ORO PARQUE CENTRAL	14/12/1998	20
	A	05006		CANCHA DUGDUG	27/01/1999	35
	A	05007		ALCANCE ILUMINACION COLISEO	08/01/1999	9
	A	05008		PARQUE DIEZ DE AGOSTO	10/02/1999	30
	A	05010	1999	CANCHAS DE MAYANCELA	12/03/2000	-221
	A	05011	1099	PLATAFORMA FERIA LIBRE	12/03/1999	0
	A	05014		CABAÑAS TURISTICAS	08/04/1999	14
	A	05019		PATÍÑO CESAR	23/08/1999	6
	A	05020		VICTORIA DEL PORTETE	01/09/1999	4
	A	05024		TERMINAL TERRESTRE	08/03/2000	1
	A	05025		PLATAFORMA FERIA LIBRE	23/03/1998	3
	A	05026	z2-6442	CEMENTERIO MUNICIPAL DE CUENCA	19/10/2006	2576

Sistema de Gestión de Proyectos de Distribución

Figura 3.18: Índice de aprobación de proyectos.

5. **Presupuestación:** Muestra de manera detallada la forma en que están aprobados los presupuestos de los proyectos.
6. **U. C. Punto a Punto:** Muestra unidades constructivas en el nodo actual y vano anterior.
7. **Ingreso de materiales:** Muestra los materiales ya ingresados en el sistema.
8. **Elaborar Planillas.**



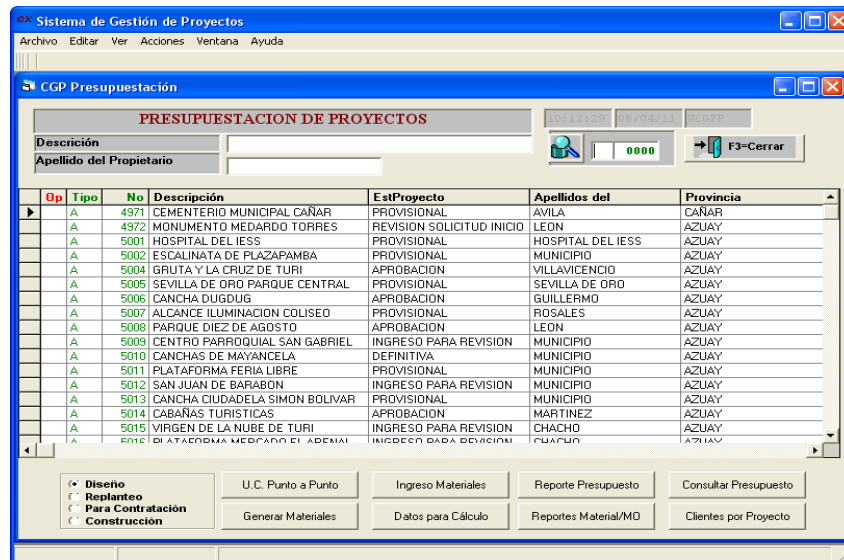


Figura 3.19: Presupuestación de proyectos.

- 9. **Transferencias:** para ver las transferencias de los proyectos a municipio
- 10. **Proyectos Terminados:** Se puede observar los proyectos que están totalmente terminados o acabados de construir. Esta ventana contiene un buscador de proyectos por (Tipo y Número).



Figura 3.20: Datos generales de proyectos.

- 11. **Proyectos por Contrato:** Ver o buscar los contratos dentro del sistema.
- 12. **Reportes Mensuales DICO:** Proyectos Aprobados DICO
- 13. **Reportes Mensuales** Sirve para imprimir los reportes según correspondan, estos pueden ser: por las Planillas, Por su Aprobación y Proyectos Construidos.
- 14. **Profesionales Externos:** Mantiene un registro de los profesionales externos

## 15. Emisión de Planillas

### 3.3.2. Integración del SGP con el SIG

Dentro de las opciones del SGP se dispone de la funcionalidad para actualizar el SIG, la cual consiste en enviar el proyecto para que lo actualicen en el sistema, para lo cual se debe ingresar la fecha del día que se envía, un ejemplo se muestra en la siguiente pantalla.

Figura 3.21: Pantalla donde se llena la fecha de envió del proyecto a actualizar.

El editor SIG tiene acceso al SGP y puede ver la cola de trabajo en la siguiente presentación:

Tipo	Número	Descripción del proyecto	Entrega	Z	Provincia	Cantón	Parroquia
E	7616	JUVENTUD ECUATORIANA PROGRESISTA	04/04/2	2	AZUAY	PAUTE	PAUTE
L	5880	ESPACION TRANSF. URBANIZACION		9	MORONA SANTIAGO	MORONA	SEVILLI
P	5424	EXTENSION DE RED KILAMPI		9	MORONA SANTIAGO	MORONA	SEVILLI
P	5425	COMUNIDAD AMAZONIA CHIPIAPA		9	MORONA SANTIAGO	MORONA	SEVILLI
R	7435	PIKUR-SEVILLA DON BOSCO	12/11/2	9	MORONA SANTIAGO	MORONA	SEVILLI
R	8131	ALIM S/E 21. CONFIABILIDAD DEL		9	MORONA SANTIAGO	MORONA	MORONA
U	5459	VIVIENDA		8	AZUAY	CUENCA	EL SAC
W	0251	RIVERA DIEGO		9	AZUAY	CUENCA	EL VEC
Y	0697	PEÑALOSA ORLANDO		8	AZUAY	CUENCA	VICTOR
Y	0699	JERVES CESAR		8	AZUAY	CUENCA	EL BA1
Y	0700	TELEFONICA		8	AZUAY	CUENCA	YAMUNK
Y	0701	CENTRO DE ATENCION		8	AZUAY	CUENCA	SINTIK
Y	0702	SARATE JOSE		8	AZUAY	CUENCA	EL SAC
Y	0703	CREMIO DE ALBAÑILES		8	AZUAY	CUENCA	BAÑOS
Y	0704	RESTAURANT		8	AZUAY	CUENCA	YAMUNK
Y	0705	ASHAL DELIA		8	AZUAY	CUENCA	RICAUF
Y	0706	MOLINA BRIGIDA		8	AZUAY	CUENCA	MORAY
Y	0707	RIEPA EDWIN		8	AZUAY	CUENCA	TOTORU
Y	0708	PLAZA VICTOR		8	AZUAY	CUENCA	YAMUNK
Y	0710	SR. CHICORELLA		8	AZUAY	CUENCA	EL SAC
Y	0711	TELE EDU		8	CAÑAR	CAÑAR	HONORJ
Y	0712	RIVERA DIEGO		8	AZUAY	CUENCA	EL VEC

Figura 3.22: Captura de pantalla de los proyectos enviados al área de actualización por el área de valoración



## CAPÍTULO 4

### 4. GESTION DE DISEÑOS ELÉCTRICOS Y ANÁLISIS TÉCNICO

#### 4.1. Etapas para el Diseño, Aprobación, Construcción y Recepción de los Proyectos Eléctricos en la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR

##### 4.1.1. Enrolamiento de Diseñadores

Todos los ingenieros eléctricos en libre ejercicio pueden ser contratados por la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR para prestar sus servicios como diseñadores en los proyectos de la empresa. Para poder prestar este servicio, los ingenieros deberán presentar su documentación como: título profesional y cédula de identidad en el departamento de SIGADE para que sean registrados por el área de proyectos en el listado de diseñadores. Luego de lo cual los diferentes departamentos o zonas de la empresa podrán asignar diseños de acuerdo al orden de listado.

En caso de los proyectos particulares, el propietario del predio donde se realizará el proyecto, tiene libre elección de contratar a un ingeniero eléctrico calificado para que realice el diseño.

##### 4.1.2. Entrega de Diseños

Una vez realizado un diseño será entregado en el departamento SIGADE (recepción de proyectos), en este punto se revisa el cumplimiento de algunos requisitos.

Los proyectos deben ser presentando en dos carpetas, las que deben contener:

- Solicitud de revisión de diseño firmado por el ingeniero proyectista y por el dueño del predio o representante del propietario.
- Pago de la tasa de revisión.
- Copia de la cédula del propietario.
- Memoria técnica del proyecto.
- Planos.
- Escrituras.
- Permisos municipales.
- Archivo digital del proyecto que incluye: memoria técnica del proyecto y archivo de AutoCAD el cual se utilizará para la actualización posterior en el SIG para el caso de lotizaciones, estaciones de transformación o condominios georeferenciados.



#### **4.1.3. Revisión del Proyecto en las Diferentes Zonas de Operación**

Luego de la revisión de la documentación en SIGADE se envía a recepción, aquí será registrado como proyecto en revisión y es informado por Quipux<sup>1</sup> a la zona responsable, en el departamento SIGADE se realizará la asignación del tipo de proyecto (lotización, cabina de transformación, etc.) además de realizar la valoración respectiva en el SGP.

Una vez asignado el tipo de proyecto y valorado en SGP, el proyecto es enviado a las diferentes zonas de acuerdo al alimentador en el que tiene incidencia:

- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Alumbrado Publico

Cuando el proyecto se encuentre en la zona asignada, se revisará el cumplimiento de todas las normas técnicas de acuerdo al MEER, la cual está relacionada a la homologación de estructuras y parámetros técnicos de caída de voltaje, además de normas de construcción. Si el proyecto no cumple con alguno de estos parámetros será devuelto al diseñador, regresando la carpeta al departamento SIGADE donde el ingeniero responsable puede consultar el estado de su diseño para realizar las correcciones pertinentes. Si el diseño luego de la revisión es aprobado, el jefe departamental de cada zona en el caso de proyectos particulares tramitará el respectivo permiso de construcción, y en proyectos de la empresa lo enviará el departamento financiero para la asignación del presupuesto de construcción.

#### **4.1.4. Actualización en SIGADE**

Una vez aprobado el proyecto por el departamento o zona en donde se construirá, regresa a SIGADE (área de proyectos), en donde se ingresan los datos relacionados al propietario y valoración para su registro en el SGP, para luego pasar al área de actualización y registro del polígono de su ubicación en el SIG con datos técnicos para un posterior uso en el área de análisis técnico.

Aquí el proyecto quedará archivado hasta la construcción del mismo.

#### **4.1.5. Construcción del Proyecto**

Para proyectos particulares dependerá del propietario su construcción. Si el proyecto es responsabilidad de la empresa, se asignará mediante concurso a un contratista para su construcción, luego de la aprobación del presupuesto correspondiente.

Los proyectos entonces se construirán con la coordinación de la empresa, una vez que el contratista termine la obra notificará a la zona responsable para su inspección y

---

<sup>1</sup> Sistema de gestión documental utilizado a nivel nacional por las empresas especialmente en el sector público.



fiscalización, con la finalidad de verificar el cumplimiento de todas las normas técnicas de construcción, si existiese alguna observación por parte del fiscalizador, el contratista deberá realizar los cambios pertinentes para su aprobación y posterior energización.

#### 4.1.6. Replanteo del diseño a diseño construido

Cuando un proyecto se construye, por lo general tiene modificaciones con respecto al diseño original debido a varios factores imprevistos, por lo tanto, la valoración como el diseño debe ser modificado al construido, en este punto pasa a la actualización en el SIG.

#### 4.1.7. Actualización en el SIG

Cuando el proyecto ha sido construido y revisado por las zonas, se entregará a SIGADE específicamente al área de actualización en el SIG para su registro. Aquí se otorga una calificación para los proyectos de los cuales la empresa es responsable, para luego pasar a ser liquidado y archivado, dicha calificación se determina por los parámetros detallados en la Tabla 4.1.

En los proyectos particulares solo se revisará que cumplan los parámetros indicados sin dar alguna calificación.

**Tabla 4.1:** Calificación de proyectos.

Descripción		Calificación
Fichas	Trafos	2.5
	Luminarias	2.5
Clientes	Planos	5
	Excel	5
Planos con bloques homologados		5
Secuencia de fase		10
Capacidad tirafusible		10
Georeferenciado		10
Información redes soterradas		10
Total		60

#### 4.2. Flujo de Trabajo en Designer

En la Figura 4.1 se muestra las etapas que un diseño deberá cumplir hasta su etapa final de registro en el SIG, en la Tabla 4.2 se define cada uno de los procesos de acuerdo al flujo de trabajo de Designer.

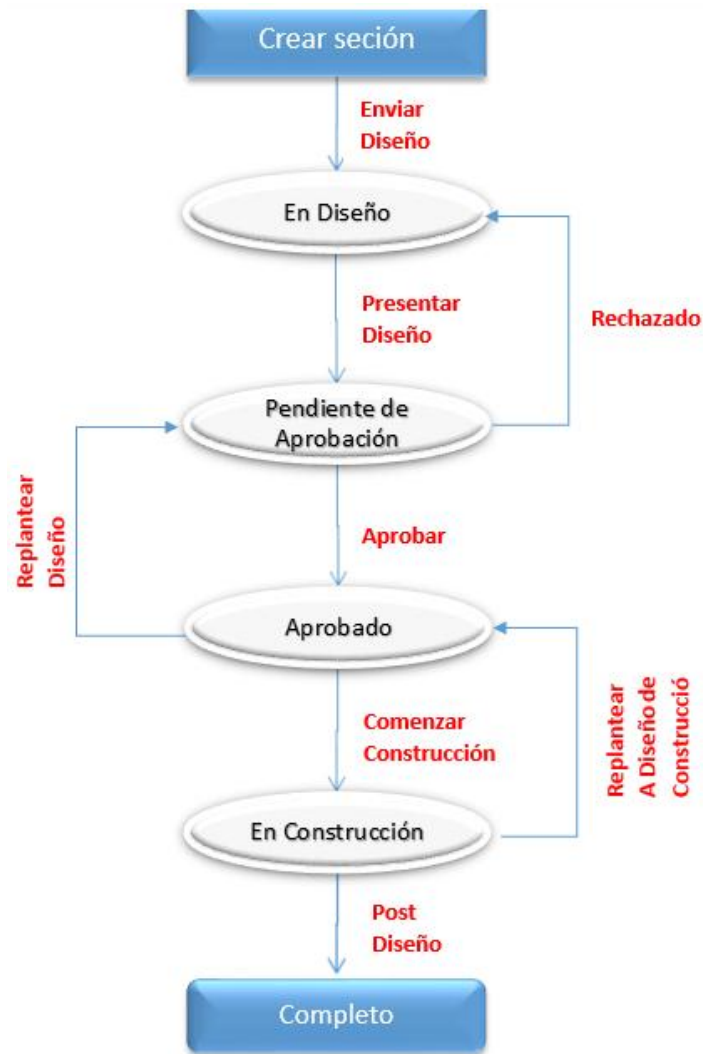


Figura 4.1: Flujo de trabajo de Designer.

#### 4.2.1. Información SGP para Designer

La información necesaria se obtendrá de la base de datos o reportes que se puedan procesar del sistema del SGP que maneja la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR, esta contiene precios unitarios, mano de obra y materiales disponibles, esta información ha sido analizada y procesada de acuerdo a los esquemas de la Figura 4.2.

Toda esta información es la base para llenar los datos de las unidades compatibles (UC) de Designer con sus respectivos precios de materiales y mano de obra como: montaje, desmontaje y montaje/desmontaje que son las funciones de diseño que considera el SGP, por lo tanto, se han asumido las mismas para la configuración en Designer.

**Tabla 4.2:** Flujo de trabajo de Designer.

FASES	DESCRIPCION	HERRAMIENTA USADA EN DESIGNER	ENCARGADO	ESTADO
Inicio de Sesión	Se puede dar diferentes roles de acuerdo al tipo de usuario, que puede ser: administrador, diseñador, aprobador de diseños. Las características de cada uno dependerán de la función a realizar.	 Work Request	Usuario que solicita la creación del proyecto	Iniciado
En Diseño	Crea él o los diseños, se dibuja utilizando las unidades constructivas SIG y No SIG, con lo cual se realiza la valoración	 Create Desing  Submit Desing	Diseñador o proyectista	In desing
Pendiente de Aprobación	Responsable de evaluar el o los diseños y seleccionar uno para su construcción. Cualquier diseño en el estado de aprobación pendiente puede rechazarse y asignarse a un diseñador para otras ediciones. Si hay varios diseños en una solicitud de trabajo, solo uno puede ser aprobado.	 Aprove Desing  Reject Desing	Aprobador de diseños	Pending Approval
En construcción	El diseño permanece en el estado de “En Construcción”			In Construction
Diseño de Construcción	El diseño puede ser modificado para incluir los cambios que se hicieron al diseño al momento de la construcción debido a las condiciones de campo u otros factores.,	 Begin Construction	Aprobador de diseños	As-Built
Completo		Available Task Send to GIS	Administrador	

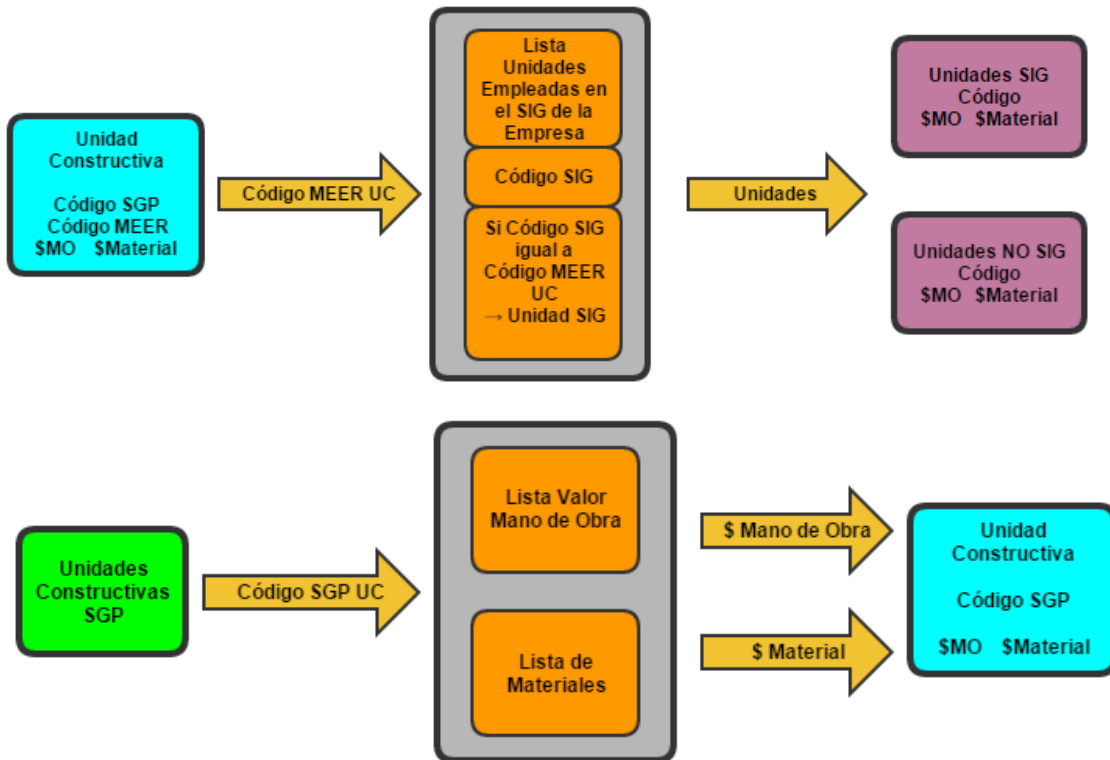


Figura 4.2: Esquema de conformación de la información de las Unidades Compatibles.

#### 4.2.2. Estructura de Designer

- **Work Request (Solicitud de Trabajo):** Una solicitud de trabajo por lo general se considera como el más alto nivel del proceso de gestión de trabajo. Como su nombre lo indica, se trata de una solicitud de trabajo a realizar. Esta solicitud puede requerir la modificación de cualquiera de las infraestructuras existentes o la construcción de nuevas infraestructuras. Puede haber varias alternativas para cumplir con la solicitud de trabajo. Estas alternativas suelen estar representadas por los diseños alternativos.
- **Design (Diseño):** Un diseño representa una solución a la solicitud de trabajo. Por ejemplo, si una solicitud de trabajo requiere la sustitución de un poste, entonces el diseño haría detalle exactamente cómo (y con qué material) el poste sería reemplazado. Ya que puede haber muchas opciones para la sustitución, pueden existir varios diseños. Sin embargo, sólo un diseño puede ser abierto en ArcMap a la vez.
- **Work Location (Lugar de Trabajo):** Para un diseño dado, siempre hay trabajo por hacer. Geográficamente hablando, la obra tendrá un lugar. Por lo tanto, cada tarea se indica en un diseño y podría tener una ubicación en la que la tarea se va a realizar. La información que se aplica a nivel de ubicación de trabajo sería puntos como direcciones, las condiciones de trabajo, las condiciones del lugar (tráfico, tipo de suelo, etc.) cualquier atributo que pueda afectar el trabajo que se realiza. Aquí se puede configurar las necesidades específicas de un proyecto.





- **GIS Unit (UC SIG):** Una UC SIG o unidad SIG es simplemente un objeto que contiene una referencia a una clase de objeto y el subtipo con referencias a uno o más objetos de Unidad Compatible. La UC SIG lleva los atributos de la entidad, mientras que la Compatible Unit (UC) lleva la información del Work Management System (WMS).
- **Compatible Unit (UC):** Las unidades compatibles (UCs) se pueden colocar en el mapa para representar un equipo específico. Una UC lleva información acerca de la función o tabla que representa. Típicamente, una UC está formada por dos capas: la UC SIG y UC. La UC SIG contiene una referencia a la clase de objeto (o característica) y subtipo, así como los atributos de definición de UC. La UC representa la característica y su información WMS (por ejemplo, función de trabajo). Una sola UC SIG puede tener varias UC (con varias funciones de trabajo).

#### 4.2.3. Tablas Designer

Designer contiene datos iniciales de configuración que se utilizan como modelo, todos estos datos están en tablas, las cuales pueden modificarse con los datos de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR. Al realizar el análisis de la información del SGP y los criterios de Designer se deberán llenar las siguientes tablas para la creación de unidades compatibles. Este procedimiento se lo puede realizar mediante carga masiva en las tablas correspondientes como se explica a continuación.

**Tabla 4.3:** Tablas configurables para la valoración.

TABLA	DESCRIPCIÓN
MM_CU_LIBRARY	Esta tabla contiene los datos de las unidades compatibles que se podrán dibujar en cada capa del diseño según corresponda.
MM_WMS_COMPATIBLE_UNIT_LIBRARY	Almacena el Código y el ID de cada unidad compatible el cual más tarde será el enlace para las UC GIS y no GIS, por otro lado también se debe especificar en qué función de trabajo se utilizará cada una de ellas, para el presente trabajo se ha considerado que están disponibles en cada función de trabajo
MM_WMS_LABOR_COST	Almacena la información de mano de obra de cada CU, una consideración especial es que no tiene el mismo costo de mano de obra en cada función de trabajo.

La descripción de los campos de las tablas especificadas en la Tabla 4.3 se pueden observar en el ANEXO A.

#### 4.2.4. Creación de Unidades Compatibles mediante ArcCatalog<sup>2</sup>

El primer paso para la construcción de las unidades compatibles es disponer de la parte presupuestaria como se explicó en la sección anterior, luego de lo cual se procederá a configurar las unidades con los mismos códigos que se crearon de forma masiva en las tablas mencionadas en la sección 4.2.3. Esta tarea se lo puede realizar desde el administrador de UC que está disponible en ArcCatalog.

Una consideración importante es que las UC SIG deberán tener definido el nombre de la Capa con la cual se vincula al SIG, así como también el Subtipo de la capa.

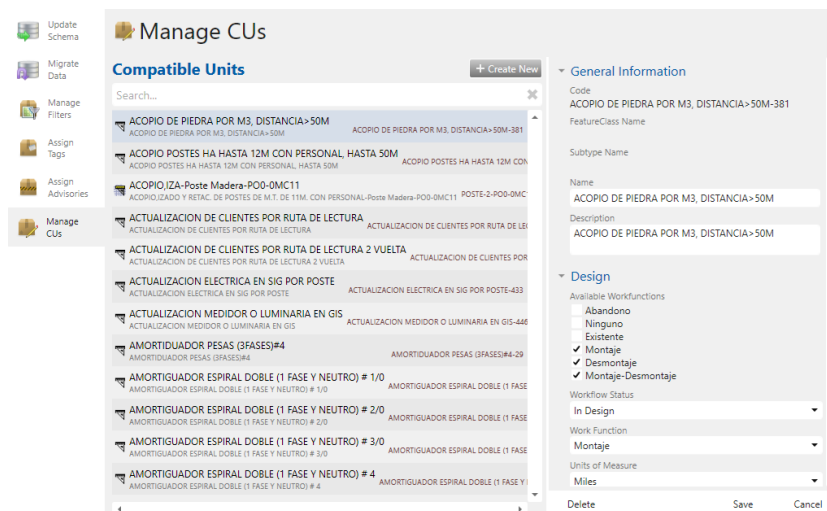


Figura 4.3: Asistente de creación de UC.

La pantalla del asistente de creación de las UCs muestra la opción Create New, la cual despliega una ventana que contiene las opciones que se observan en la Figura 4.3, aquí se escoge el Feature/Object Class, que es el primer parámetro a escoger para la creación de una UC, indica el tipo de unidad a crear. Por ejemplo, si se escoge estructura soporte, este contiene las unidades de postes, para la creación de unidades SIG. Al escoger el Feature/Object Class asigna el subtipo de la unidad, en este ejemplo se despliega los tipos de postes existentes. Finalmente, el WMS code es el código de Work Management system que se asigna a cada unidad. Si son unidades noSIG el campo Feature/Object Class deberá estar en NONE, así la unidad será creada como noSIG. Una vez escogidos estos campos la siguiente ventana es la que se observa en la Figura 4.5.

<sup>2</sup> Aplicación utilizada para organizar y administrar varios tipos de información para ArcGis.



The screenshot shows a dialog box titled "New Compatible Unit". It contains three input fields: "Feature/Object Class:" with a dropdown menu showing "EstructuraSoporte"; "Subtype:" with a dropdown menu showing "Poste Hormigon"; and "WMS Code:" with a text input field containing "PHA 500KG". At the bottom right, there are two buttons: "Continue" and "Cancel".

Figura 4.4: Pantalla de creación de UCs.

The screenshot shows the second window of the UC creation assistant. It displays the following information: "Code" (PHA 500KG), "FeatureClass Name" (EstructuraSoporte), "Subtype Name" (Poste Hormigon (1)), and "Name" (empty text field). Below these is a "Description" text area. A "Design" section is expanded, showing "Available Workfunctions" with radio buttons for "Abandono", "Ninguno" (checked), "Existente", "Montaje", "Desmontaje", and "Montaje-Desmontaje". Below this are "Workflow Status" (dropdown: None), "Work Function" (dropdown: Ninguno), and "Units of Measure" (dropdown: Each). An "Extended Data" section is also expanded, showing an empty text field.

Figura 4.5: Segunda ventana del asistente para la creación de UCs.



Se asigna: nombre de la unidad, la descripción, el available work function, el work flow status y la unidad de medida. Todos estos parámetros son los que ya se explicaron al momento de crear las unidades de forma masiva con cada uno de sus campos en la sección 4.2.3, esta es una manera manual de crear una UC. Cabe indicar que en ninguno de estos pasos se ingresaron costos. Esta sería una creación de unidad sin valoración lo cual deberá hacerse para el costo de material una carga manual en la tabla MM\_WMS\_COMPATIBLE\_UNIT\_LIBRARY, mientras que para mano de obra se deberá hacer como carga directa en la tabla MM\_WMS\_COMPATIBLE\_UNIT\_LIBRARY.

### 4.3.Herramientas de análisis (Analysis Tools)

Las herramientas de análisis integradas en Designer permiten evaluar escenarios del tipo “¿Qué sucede sí?” en diseños eléctricos, mediante:

- Cable Pulling Analysis<sup>3</sup>.
- Secondary Circuit Analysis<sup>4</sup>.
- Structural Analysis<sup>5</sup>.

Estas herramientas previamente deben ser configuradas mediante parámetros técnicos y económicos en sus respectivas tablas.

#### 4.3.1. Cable Pulling Analysis

Cable Pulling Analysis permite realizar escenarios de tendido de conductores a través de ductos (tuberías). Los parámetros se pueden modificar para crear una variedad de escenarios, lo que permite elegir el plan de tracción o tensado óptimo. Como comprobación, los resultados de cada escenario se comparan con las tensiones de tracción y las presiones laterales máximas admisibles.

Los parámetros que intervienen en un escenario incluyen:

- Tipo de cable.
- Tipo de cable neutro.
- Número de cables a tirar.
- Material de la cubierta del cable.
- Tipo de tensado (trayectoria: curva, recta hacia arriba, recta hacia abajo, horizontal).
- Longitud del cable.
- Ángulo y radio de curvatura.
- Ángulo de desplazamiento.
- Tamaño del ducto.
- Tipo de ducto.

---

<sup>3</sup> Análisis de tracción de cables.

<sup>4</sup> Análisis de Circuitos Secundarios.

<sup>5</sup> Análisis Estructural.



- Coeficiente de fricción.

Toda la información técnica se resume en las siguientes tablas, las cuales deben existir en la geodatabase<sup>6</sup>.

**Tabla 4.4:** Tablas Cable Pulling Analysis.

Tablas	Información o Parámetros
MMENG_BASICFRICTIONCOEFF	Coeficientes de fricción entre los diferentes tipos de aislamientos de conductores y ductos generalmente empleados en tendido de conductores de redes subterráneas.
MMENG_CABLEPARAMS, MMENG_MAXTENSIONPULLEYE	Datos técnicos de conductores como diámetros, materiales, peso, tensiones mecánicas máximas, coeficientes de tracción.
MMENG_NEUTRALPARAMS	Diferentes tipos de conductores neutros.

Cable Pulling Analysis proporciona para cada sección de ducto los siguientes resultados:

- Tensión de tracción hacia adelante y hacia atrás.
- Presión lateral.
- Espaciamiento de cables.
- Radio de curvatura interior.
- Configuración de tracción (simple, triangular, horizontal, diamante).
- Factor de corrección de peso.
- Probabilidad de atascos.

En un inicio Cable Pulling Analysis fue desarrollado como una herramienta que facilitaría la toma de decisiones en tareas de tendido de conductores de redes subterráneas, sin embargo de acuerdo a información proporcionada por el servicio técnico de Schneider Electric, esta herramienta no ha sido empleada de acuerdo a las expectativas, por lo cual en la versión 10.2.1b ya no se encuentra disponible; por lo que no se justifica la configuración de la misma con información de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR en las tablas respectivas.

#### 4.3.2. Secondary Circuit Analysis

Secondary Circuit Analysis es un cálculo eléctrico que permite determinar el transformador y los conductores eléctricos que maximizarán el rendimiento de la red y minimizará costos. Secondary Circuit Analysis ayuda a los diseñadores a calcular:

<sup>6</sup> Modelo que permite el almacenamiento físico de la información geográfica.



- Carga kVA: Determina la cantidad de demanda en kVA que un transformador tendrá para un diseño dado.
- Parpadeo de voltaje (flicker): Fluctuación de voltaje cuando se enciende un motor (representación de electrodomésticos como aires acondicionados o refrigeradores).
- Caída de voltaje: Caídas de voltaje a través del transformador y a lo largo de las líneas secundarias y de servicio.
- Fallas eléctricas: Cantidad de corriente que fluye a través de un cortocircuito.

Los cálculos del Secondary Circuit Analysis se basan en las siguientes consideraciones:

**Topología de Circuito Radial:** Esta herramienta requiere que el circuito secundario no contenga lazos y reciba energía de una sola fuente. Cuando se enfrenta a un circuito secundario que contiene bucles, el Secondary Circuit Analysis rompe cada bucle en un punto arbitrario, de igual manera si un circuito secundario se encuentra alimentado por más de un transformador, el Secondary Circuit Analysis ignora todos los transformadores, excepto uno (seleccionado al azar).

**Barra de voltaje constante en el primario del transformador:** El terminal primario del transformador se considera como una barra infinita<sup>7</sup>. Supone que su voltaje es constante independientemente de la cantidad de potencia que suministra al circuito secundario.

**Modelo equivalente de Circuito de una fase:** Se utiliza un modelo de circuito equivalente de una fase para realizar el cálculo del flujo de carga. El tipo de transformador (trifásico o monofásico) que alimenta el circuito determina la forma en la que las cargas de servicio se interpretan y se añaden al equivalente de una fase.

- Si el transformador es trifásico, supone que cada carga de servicio es una carga equilibrada trifásica y su valor total se divide por tres. En este caso también se supone que la corriente de carga fluye solamente en una dirección, es decir, no necesita retornar a través de un conductor neutro.
- Si el transformador es monofásico, supone que cada carga de servicio está en la misma fase que cualquier otra carga y además supone que la corriente de carga fluye tanto en un conductor de fase como en un conductor de retorno neutro.

Secondary Circuit Analysis requiere que las siguientes tablas existan en la geodatabase con información de los elementos propios de la empresa.

---

<sup>7</sup> Idealización de un sistema de potencia, el cual es tan grande que en él no varían ni el voltaje ni la frecuencia.



**Tabla 4.5:** Tabla del Secondary Circuit Analysis

Tablas	Información o Parámetro
MMENG_TRANSFORMER	Parámetros técnicos y económicos de los transformadores comúnmente empleados en proyectos de distribución de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR.
MMENG_CONDUCTOR_ELEC	Parámetros eléctricos de los conductores.

**Tabla 4.6:** Información de la tabla MMENG\_TRANSFORMER.

Parámetros	Unidad
Impedancia secuencia positiva	p.u
Impedancia secuencia cero	p.u
Relación X/R sec positiva	p.u
Relación X/R sec cero	p.u
Potencia Nominal	kVA
Tipo (Monofásico, Trifásico)	---
Voltaje Primario	kV
Voltaje Secundario	kV
Costo	\$

**Tabla 4.7:** Información de la tabla MMENG\_CONDUCTOR\_ELEC.

Parámetros	Unidad
Resistencia sec positiva	$\Omega/1000$ unidades de longitud
Resistencia sec cero	$\Omega/1000$ unidades de longitud
Reactancia sec positiva	$\Omega/1000$ unidades de longitud
Reactancia sec cero	$\Omega/1000$ unidades de longitud
Capacidad de corriente	A
Costo	\$/unidad de longitud
Material	--
Bandera: subterráneo/aéreo	1 ó 0
Tipo aislamiento	--

### 4.3.3. Structural Analysis

ArcFM Structural Analysis le permite evaluar la integridad de una estructura de soporte (postes) y sus elementos asociados.



### 4.3.3.1. Organización de la herramienta de análisis estructural

La herramienta Structural Analysis consiste en una ventana principal conformada por seis páginas con sus respectivas pestañas que incluyen:

- Ruling Span<sup>8</sup>.
- Transverse Pole Strength<sup>9</sup>.
- Bisector Guy<sup>10</sup>.
- Dead End Guy<sup>11</sup>.
- Cross Arm<sup>12</sup>.
- Clearance<sup>13</sup>.

Cada página contiene entre uno y siete recuadros que le permiten modificar los parámetros de análisis estructural. Estos recuadros incluyen: Distancias de Seguridad, tipos de crucetas, conductores, tensores, anclajes, factores ambientales de sobrecarga, postes y vanos de diseño.

### 4.3.3.2. Overcapacity Factors

El recuadro Overcapacity Factor permite la aplicación de factores ambientales a un escenario de análisis, las tablas que relacionadas a los factores de sobrecarga son:

**Tabla 4.8:** Tablas de los factores de sobrecargas.

Tablas	Información o Parámetro
MMENG_LOADINGDISTRICTS	Cargas ambientales de acuerdo a la zona geográfica donde se ubica la estructura, basadas en datos históricos de cargas de hielo y viento en conductores y postes.
MMENG_SOILCLASS MMENG_SOLICLASSDESCRIPTION	Tipos de suelos, ésta clasificación se emplea al momento de filtrar la lista de anclajes disponibles. Esto asegura que solo se indiquen los anclajes apropiados para un tipo de suelo en particular.

La información proporcionada por la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR e ingresada en las tablas descritas en la Tabla 4.8 se detalla en el ANEXO C.

<sup>8</sup> Vano de diseño

<sup>9</sup> Esfuerzos transversales en postes

<sup>10</sup> Tensores en postes en los cuales la trayectoria de las líneas de distribución cambia

<sup>11</sup> Tensores en postes fin de línea

<sup>12</sup> Crucetas

<sup>13</sup> Distancias de Seguridad



### 4.3.3.3. Pole Parameters

La carga en postes tiene tres componentes: tensión producto del soporte de conductores, tensión por efectos del viento en los conductores y en el propio poste. Puesto que el objetivo del análisis es determinar la capacidad de resistir la ruptura del poste en la línea de suelo, todas las cargas en el poste se calculan como un brazo de palanca sobre esta línea.

Puede seleccionar una clase de poste, altura y material para mostrar el momento máximo de resistencia. Una vez que se suministran longitudes y ángulos de los vanos de los conductores, se muestra los siguientes resultados.

<b>Pole</b>		<b>Wind Moment On Pole:</b>	<b>Maximum Resisting Moment:</b>	<b>Critical Buckling Load:</b>	<b>Pole Top Deflection (%):</b>
Height: 40	Material: Douglas Fir	4.475	83,010	0	3.94
Class: 3	Setting Depth: 8 <input checked="" type="checkbox"/> Depth Adjusted For Equipment	<b>Total Bending Moment (includes wind on pole):</b>	<b>Total Transverse Load on Pole:</b>	<b>Actual Buckling Load:</b>	
Pole top attachment height: 3		39,487	35,012	0	

**Figura 4.6:** Parámetros de los postes [12].

El **Wind Moment on Pole** es el momento de flexión contra la superficie del poste causado por el viento. Este cálculo utiliza los valores de Loading District y calibre del conductor.

El **Maximum Resisting Moment** es la capacidad del poste de soportar cargas tales como la tensión del conductor y el viento, basado en su tamaño y material.

El **Total Bending Moment** se define como el momento de flexión debido a las cargas de la tensión del conductor, el viento en los cables/conductores y el viento en el propio poste. Si el momento de flexión total excede el momento de resistencia total del poste, el cuadro de texto se resaltará en rojo.

La **Total Transverse Load on Pole** es la fuerza resultante de la tensión del conductor (debido al ángulo de la línea) y la carga del viento en el conductor aplicada al poste.

La **Critical Buckling Load** es la carga de pandeo máxima que el poste puede soportar.

La **Actual Buckling Load** es la carga de pandeo real causada por efectos de los tensores ubicados en el poste.

La **Pole Top Deflection** muestra (en porcentaje) cuánto se desvía el poste desde su línea de eje.

Las tablas que relacionadas a los parámetros de postes se muestran en la Tabla 4.9.

Toda la información proporcionada por el departamento de análisis técnico del departamento SIGADE de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR se expone en el ANEXO D.



**Tabla 4.9.** Parámetros de los postes.

<b>Tablas</b>	<b>Información o Parámetro</b>
MMENG_POLECLASSES	Tipos y clases de postes empleados en el área de distribución eléctrica.
MMENG_POLEHEIGHTSETDEPTH	Longitudes de empotramientos de los postes.
MMENG_WDSPCIESULTFIBERSTRESS, MMENG_WOODPOLERESISMOMENT, MMENG_POLEWINDMOMENT	Momentos y tensiones máximas de rotura para cada tipo de poste.

#### 4.3.3.4. Ruling span parameters

Un vano regulador o ruling span es la longitud del vano equivalente que permite obtener la tensión promedio en los vanos del tramo de la línea, comprendidos entre apoyos, se asume que el rango de vanos de diseños se basa en normas constructivas o la experiencia por parte de los usuarios contratistas.

#### 4.3.3.5. Conductor parameters

La carga del conductor es la suma de una carga vertical más una horizontal. Los componentes de carga vertical son el peso del conductor y la capa de hielo donde sea aplicable y la carga horizontal es la fuerza del viento en el conductor con corrección para el hielo donde sea aplicable.

Las tablas relacionadas a los parámetros de conductores se presentan en la Tabla 4.10.

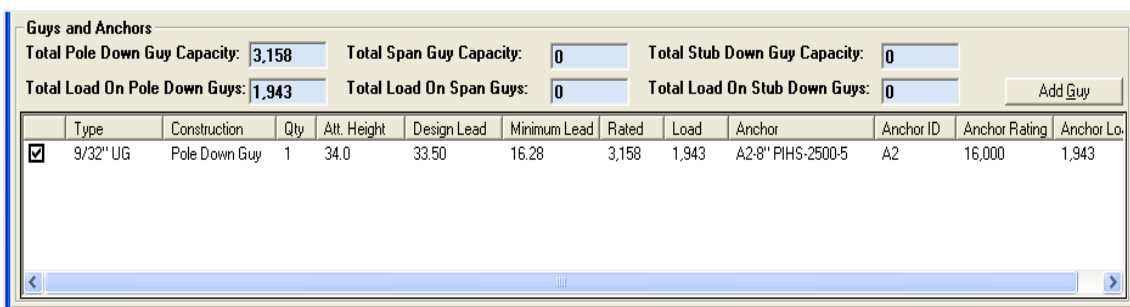
**Tabla 4.10:** Parámetros de los conductores.

<b>Tablas</b>	<b>Información o Parámetro</b>
MMENG_CONDSIZEVV	Calibres de los conductores comúnmente empleados en tareas de distribución eléctrica.
MMENG_CONDTENSION	Para una longitud de vano de diseño conjuntamente con las cargas ambientales de una zona geográfica, relaciona el calibre de un conductor con su tensión máxima de rotura además con aspectos como: flecha del vano y peso del conductor.
MMENG_CONDTRANSWINDLOAD	Para los mismos parámetros de la tabla MMENG_CONDTENSION relaciona la carga mecánica en los conductores por efectos del viento.

Toda la información proporcionada por el departamento de análisis técnico del departamento SIGADE de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR, así como cálculos relacionados con los conductores se expone en el ANEXO E.

#### 4.3.3.6. Guy y Anchor parameters

Los campos de Guys<sup>14</sup> and Anchors<sup>15</sup> se encuentra en la pestaña Bisector Guy y la pestaña Dead End Guy. La pestaña Bisector Guy se usa para los tensores empleados en postes de retención, los resultados en esta pestaña asumen que el poste tiene conductores suspendidos en ambos lados y considera el viento como un factor de carga. Los resultados en la pestaña de Dead End Guy consideran que sólo un lado del poste tiene conductores tensados y el otro lado requiere tensores para mantener el equilibrio.



Type	Construction	Qty	Att. Height	Design Lead	Minimum Lead	Rated	Load	Anchor	Anchor ID	Anchor Rating	Anchor Lo.	
<input checked="" type="checkbox"/>	9/32" UG	Pole Down Guy	1	34.0	33.50	16.28	3,158	1,943	A2-8" PIHS-2500-5	A2	16,000	1,943

Summary statistics from the screenshot:

- Total Pole Down Guy Capacity: 3,158
- Total Span Guy Capacity: 0
- Total Stub Down Guy Capacity: 0
- Total Load On Pole Down Guys: 1,943
- Total Load On Span Guys: 0
- Total Load On Stub Down Guys: 0

Figura 4.7: Recuadro de los tensores y anclajes [12].

La adición, modificación y eliminación de anclajes o tensores afectan los resultados de los siguientes campos.

**Total Pole Down Guy Capacity:** Esta es la tensión del cable tensor en comparación con su fuerza de rotura nominal para todos los tensores del tipo a tierra.

**Total Span Guy Capacity:** Esta es la tensión de un tensor en comparación con la fuerza de rotura nominal para todos los tensores tipo poste a poste.

**Total Load on Span Guys:** La carga total en los tensores tipo poste a poste.

**Total Stub Down Guy Capacity:** Es la tensión total del cable tensor en comparación con la fuerza de ruptura nominal para todos los tensores tipo farol.

**Total Load on Stub Down Guy:** La carga total en los tensores tipo farol.

Las tablas que relacionadas a los parámetros de tensores y anclajes se presentan en la Tabla 4.11.

La información detallada se encuentra en el ANEXO F.

<sup>14</sup> Tensores de postes

<sup>15</sup> Anclajes

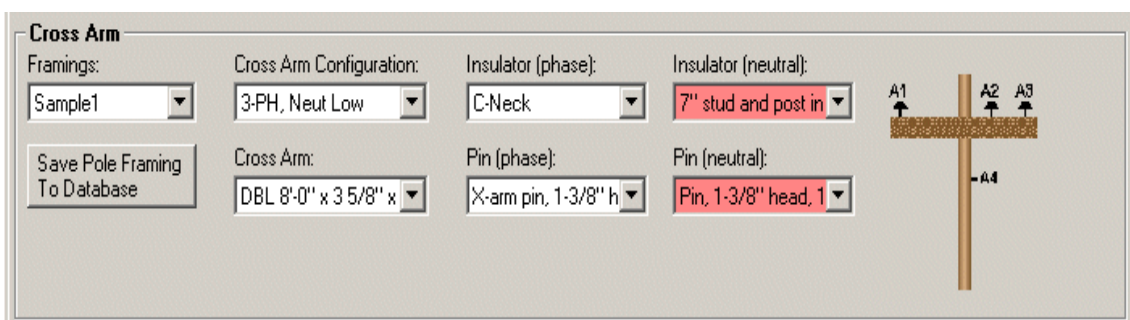
**Tabla 4.11:** Parámetros de tensores y anclajes.

Tablas	Información o Parámetro
MMENG_ANCHORTYPES	Tipos de anclajes (single helix, double helix, varilla con perno, etc.).
MMENG_ANCHORCAPACITY, MMENG_ANCHORTORQUES	Valores de parámetros mecánicos como torques apropiados para cada tipo de anclaje, así como sus capacidades de retención para un determinado tipo de suelo.
MMENG_ANCHORPRICE	Información económica para la creación de una relación costo/Torque de los diferentes anclajes.
MMENG_GUYCABLEDIAMETERVV, MMENG_GUYCABLEMATERIALVV	Parámetros geométricos y tipo de tensores de acuerdo al material de construcción (Siemens Martin, EHS, HS, etc.).
MMENG_GUYCABLESTRENGTH	Parámetros mecánicos relacionados con tensiones nominales de rotura de los cables tensores.

#### 4.3.3.7. Cross arm parameters

La pestaña Cross Arm le permite agregar una sola cruceta a su estructura de soporte. Este cálculo evalúa la resistencia de los aisladores, pernos pasadores y cruceta.

Designer compara aspectos como: la carga del conductor con la resistencia del o los aisladores, también compara la carga del conductor con la fuerza de los pasadores tipo pin, en cualquiera de los dos casos si los valores calculados exceden a los nominales para cada elemento, se resaltarán en color rojo como advertencia, como se aprecia en la Figura 4.8.



**Figura 4.8:** Recuadro de análisis de las crucetas [12].

Las tablas relacionadas a los parámetros de crucetas se encuentran en la Tabla 4.12.



Toda la información proporcionada por el departamento de análisis técnico del SIGADE y cálculos relacionados con las crucetas empleadas por la empresa se expone en el ANEXO G.

**Tabla 4.12:** Parámetros de las crucetas

Tablas	Información o Parámetro
MMENG_XARM	Información propia de la geometría de la cruceta como dimensiones complementada con valores mecánicos tales como capacidad máxima de flexión.
MMENG_XARM_CONFIG	Resumen de sus elementos: número de conductores en la cruceta, disposición geométrica de conductores.

#### 4.3.3.8. Clearance parameters

Los parámetros de espaciamento permiten analizar la distancia de seguridad necesaria para los conductores, se incluyen los estándares REA<sup>16</sup> y NESC<sup>17</sup>.

Las tablas que relacionadas a los parámetros de espaciamento se describen en la Tabla 4.13.

**Tabla 4.13.** Parámetros de distancias de seguridad.

Tablas	Información o Parámetro
MMENG_REACLEARANCE, MMENG_NESCLEARANCE	Normas NESC y REA referentes a las distancias de seguridad para cables y conductores eléctricos, a fin de limitar el contacto y acercamiento de las personas, con el propósito de salvaguardar la integridad física de las mismas.

De acuerdo a la regulación CONECEL 02/10 mediante Acuerdo Ministerial No. 01-245 de 13 de julio de 2001, publicado en el Registro Oficial No. 382 de 2 de agosto de 2001, se expidió con carácter de obligatorio el Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 19 (Código Eléctrico Nacional), en el que se establece la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que puedan surgir por el uso de la electricidad y de la instalación de conductores y equipos.

El Código Eléctrico Nacional dispone que en instalaciones de más de 600 V nominales, para las distancias de mínimas de seguridad se utilice el National Electrical Safety Code, ANSI-C2 [13].

<sup>16</sup> REA: Rural Electrification Act

<sup>17</sup> NESC: National Electrical Safety Code



#### **4.4.Optimización de Diseños (Design Optimization)**

Designer incorpora la tarea de optimización de diseños residenciales subterráneos. Un DRS<sup>18</sup> optimizado satisface las demandas eléctricas del proyecto, minimizando al mismo tiempo los costos de materiales y otros costos asociados con la subutilización de transformadores y circuitos secundarios.

La Optimización de diseños utiliza algoritmos eléctricos, políticas eléctricas configurables, catálogos de materiales con información de costos, y datos SIG para automatizar la selección de materiales y establecer el diseño óptimo.

##### **4.4.1. Flujo de Trabajo de Optimización de Diseños**

La optimización crea diseños en tres fases principales:

1. Selección de parámetros de diseño de las siguientes fuentes de datos:
  - Catálogos de dispositivos que contienen características predefinidas y costos de transformadores, conductores secundarios y de servicio.
  - Los valores de compensación cartográfica con la finalidad de establecer el lugar dónde se colocará una estructura, punto de carga o transformador en relación con un predio basada en datos GIS.
  - Configuración de las políticas de la empresa en aspectos como carga máxima del transformador, la caída máxima de voltaje y efecto flicker máximo permisible.
  - Perfiles de carga que contienen las características de la superficie de construcción; demanda kVA Pico y promedio por área; factor de potencia para el arranque de motores; kVA transitorios, Número de fases y curvas de coincidencia. La optimización del diseño aplica las características de un perfil de carga a un conjunto seleccionado de predios.
2. Ejecución de algoritmos basado en datos de entrada.
3. Selección de elemento como transformadores y conductores de acuerdo a los resultados de los algoritmos.

El flujo descrito se aprecia en la Figura 4.9.

##### **4.4.2. Metodología y Algoritmos**

###### **4.4.2.1. Selección del Transformador**

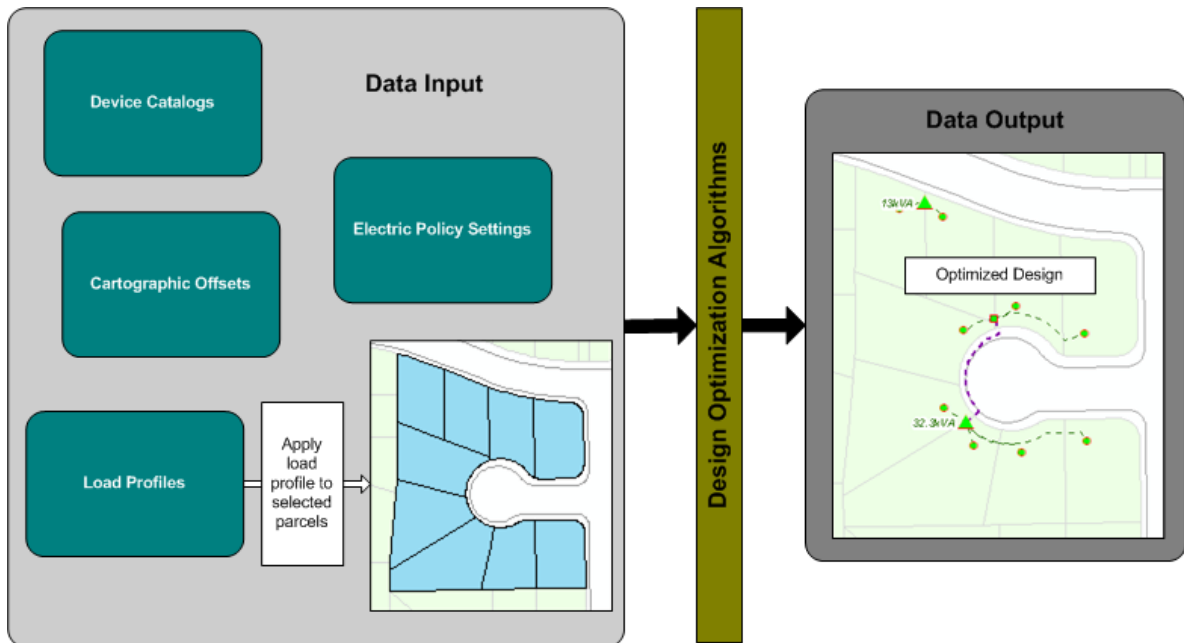
El optimizador selecciona el número de transformadores y su ubicación geográfica, así como su potencia kVA que permita satisfacer las cargas del DRS de la manera más rentable, utiliza los siguientes datos de entrada para seleccionar el tipo y la disposición óptima del transformador:

- Carga kVA pico diversificada.

---

<sup>18</sup> DRS: Diseño Residencial Subterráneo

- Factor de sobrecarga máximo permitido del transformador.
- Consideraciones de costos.



**Figura 4.9:** Flujo de trabajo del optimizador de diseños [12].

#### 4.4.2.2. Carga kVA Pico Diversificada

La Carga kVA pico diversificada considera la probabilidad de que la demanda máxima de todos los clientes ocurra al mismo tiempo. La siguiente fórmula se utiliza para calcular la carga pico de kVA diversificada:

$$kVA_{DIV} = C * N * \sum_{j=1}^n kVA_i$$

**Ecuación 4.1:** Carga kVA pico diversificada.

**Donde:**

$kVA_{DIV}$  es la carga pico total diversificada aguas abajo de un punto en el circuito

$N$  es el número de clientes aguas abajo del punto del circuito analizado

$C$  es la factor de coincidencia

$kVA_i$  es la carga máxima esperada para el cliente  $i$

Los kVA pueden a su vez ser estimados para un cliente como el producto de la superficie de un edificio y un factor de carga que tipifica una categoría de cliente.

#### 4.4.2.3. Selección del Conductor

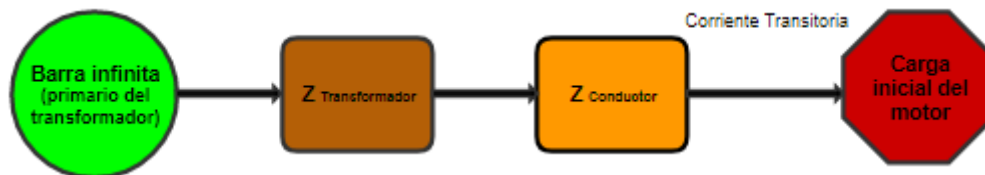
El optimizador selecciona el tipo de conductor óptimo utilizando tres parámetros principales:

- Efecto Flicker máximo permitido.
- Caída de voltaje máximo.
- Consideraciones de costos.

#### 4.4.2.4. Efecto Flicker

Los datos usados por el modelo de circuito para determinar el parpadeo (flicker) máximo del voltaje incluyen:

- Impedancia del transformador (suministrado por el catálogo de tipos de transformadores).
- Longitud del conductor a cada punto de servicio (derivado de datos geográficos).
- Impedancia del conductor por unidad de longitud (suministrado por el catálogo de tipos de conductores).
- Carga de arranque del motor para cada punto de servicio (derivado de kVA más un factor de potencia de arranque del motor).
- Parpadeo de voltaje máximo permitido (determinado por políticas de la empresa).



**Figura 4.10:** Modelo del Circuito para determinar el efecto flicker [12].

Los siguientes algoritmos se utilizan para calcular el efecto flicker:

$$I_{inrush} = \frac{kVA_{inrush}}{V_o}$$

**Ecuación 4.2:** Corriente transitoria.

Donde

$V_o$  es el voltaje secundario nominal del circuito

$$V_{flicker} = I_{inrush} [(R_{XFR} + R_{PATH}) * \cos(\varphi) + (X_{XFR} + X_{PATH}) * \sin(\varphi)]$$

Donde  $R_{XFR}$  y  $X_{XFR}$  son la resistencia y la reactancia del transformador respectivamente, y  $R_{PATH}$  y  $X_{PATH}$  son la resistencia y la reactancia total respectivamente, de la trayectoria del conductor que une la barra  $i$  a la barra del secundario del transformador y  $\varphi$  es el ángulo de potencia para la corriente de arranque del motor.



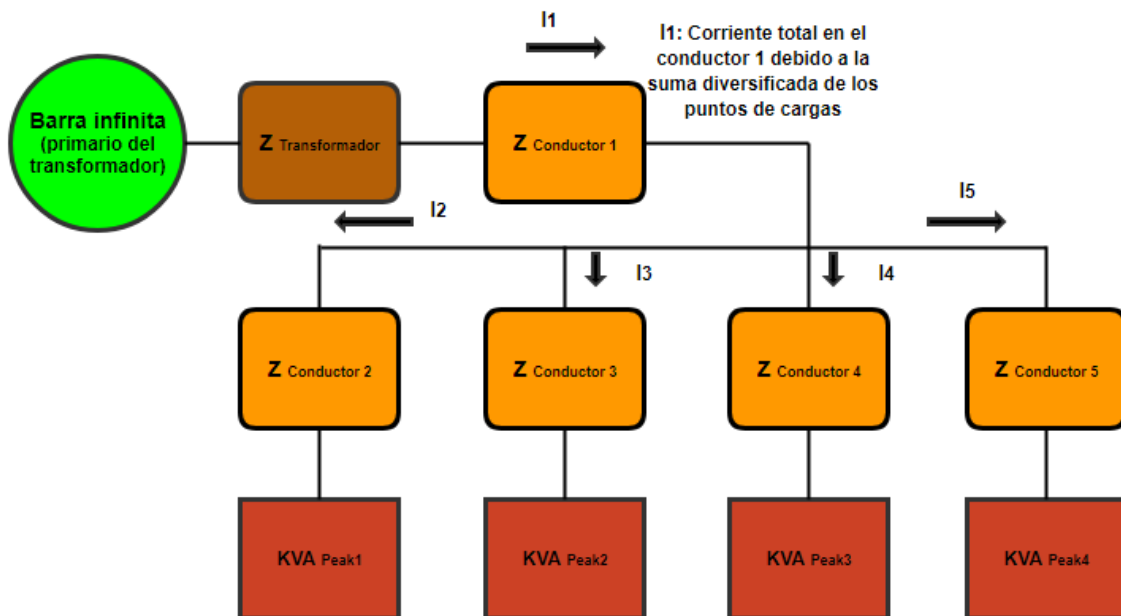
#### 4.4.2.5. Máxima Caída de Voltaje

El modelo de circuito de caída de tensión es un modelo radial que considera todas las cargas picos de los puntos de servicio simultáneamente.

Los parámetros empleados para determinar la caída máxima de voltaje incluyen:

- Impedancia por unidad de longitud (derivado del modelo del cálculo del efecto flicker)
- Longitud del conductor a cada punto de servicio (derivado de datos geográficos)
- Impedancia del conductor (derivado de catálogos de materiales conductores)
- kVA Pico de cada punto de servicio
- Caída de voltaje máximo permitido (determinado por políticas de la empresa)

El modelo del circuito de caída de voltaje es:



**Figura 4.11:** Modelo del circuito de caída de voltaje [12].

El algoritmo para calcular la caída de voltaje es:

$$V = I(R_{\cos\mu}) + I(X_{\sin\mu})$$

**Ecuación 4.3:** Caída de voltaje.

Donde

$V$  es la caída de voltaje en un circuito

$I$  es la corriente que circula por el conductor



*R es la resistencia del conductor en ohms*

*X es la reactancia del conductor en ohms*

*$\mu$  es el ángulo cuyo coseno es el factor de potencia de la carga*

*$\cos \mu$  es la factor de potencia de la carga, en decimales*

*$\sin \mu$  es el factor reactivo de carga, en decimales*

#### **4.4.2.6. Consideraciones de Costo en la Selección de Transformadores y Conductores**

El optimizador ejecuta los algoritmos descritos anteriormente para seleccionar el mejor subconjunto de transformadores y conductores además calcula los costos proporcionados por los catálogos y elegirá el de menor costo.

### **4.5. Normativa de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR**

#### **4.5.1. Caída de Voltaje Admisible**

No deberá exceder para la red secundaria los siguientes límites: [14]

- Área Urbana: 5,5 %
- Área Rural: 4,5 %

El límite máximo para caída de voltaje en acometidas en ningún caso deberá exceder el 1%.

#### **Red de media tensión.**

Como referencia general, el límite máximo de caída de voltaje considerado desde el punto de salida de la Subestación hasta el transformador más alejado no deberá exceder los siguientes límites [14]:

- Alimentador Urbano: 3 %
- Alimentador Rural: 5 %

#### **4.5.2. Sobrecarga de Transformadores**

El valor de sobrecarga para los transformadores es:

**Tabla 4.14:** Sobrecarga de Transformadores.

<b>Descripción</b>	<b>Factor</b>
Capacidad de Sobrecarga Transformadores de Distribución	125%



### 4.5.3. Efecto Flicker

#### Índice de Calidad

Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al flicker, se considerará el Índice de Severidad por Flicker de Corta Duración (Pst), en intervalos de medición de 10 minutos, definido de acuerdo a las normas IEC; mismo que es determinado mediante la siguiente expresión:

$$P_{st} = \sqrt{0.0314P_{0.1} + 0.0525P_1 + 0.0657P_3 + 0.28P_{10} + 0.08P_{50}}$$

**Ecuación 4.4:** Índice de calidad.

Dónde:

Pst: Índice de severidad de flicker de corta duración.

P0.1, P1, P3, P10, P50: Niveles de efecto “flicker” que se sobrepasan durante el 0.1%, 1%, 3%, 10%, 50% del tiempo total del periodo de observación.

De acuerdo a la regulación No CONELEC 004/01 el índice de severidad del Flicker Pst en el punto de medición respectivo, no debe superar la unidad. Se considera el límite Pst = 1 como el tope de irritabilidad asociado a la fluctuación máxima de luminancia que puede soportar sin molestia el ojo humano. Sin embargo, no existe una relación directa que determine que para un valor de Pst le corresponda una variación de voltaje ( $\Delta V$ ), ya que este índice depende de otras variables como: número de eventos, la caída o elevación de voltaje, la duración de las fluctuaciones, etc. [15]

Además, las fluctuaciones de voltaje, entre las cuales se encuentra el parpadeo flicker, las cuales pueden tener una duración de varios milisegundos y su amplitud no supera el +/- 10% del voltaje nominal.

### 4.5.4. Determinación de la Demanda Eléctrica en Sectores Residenciales

La división de clientes y zonas del área de concesión se la realizó por estratos basados en el consumo de energía se indica en la Figura 4.12.

Demanda máxima diversificada considerando el uso de equipos eléctricos de uso general y cocción de alimentos.

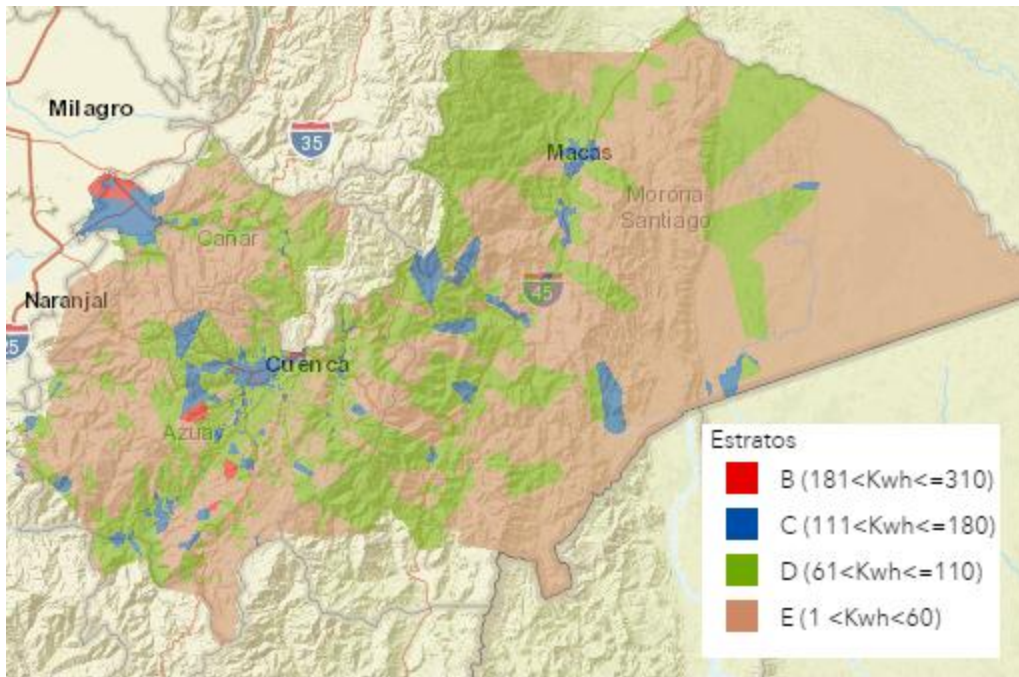


Figura 4.12: Clasificación de clientes según estratos [16]

Tabla 4.15: DMD según estratos [16].

# DE CLIENTES	ESTRATO "A1"	ESTRATO "A"	ESTRATO "B"	ESTRATO "C"	ESTRATO "D"	ESTRATO "E"
	501 - 1000 kWh	311 - 500 kWh	181 - 310 kWh	111 - 180 kWh	61 - 110 kWh	1 - 60 kWh
	DMD	DMD	DMD	DMD	DMD	DMD
1	5,85	5,41	4,01	2,98	2,40	1,96
2	9,36	8,66	6,41	4,76	3,84	3,13
3	12,86	11,91	8,81	6,54	5,28	4,30
4	16,38	15,16	11,22	8,33	6,73	5,48
5	19,74	18,27	13,52	10,04	8,11	6,60
6	22,46	20,52	15,12	11,16	8,95	7,24
7	25,17	23,12	17,07	12,63	10,16	8,24
8	28,08	25,84	19,09	14,14	11,38	9,24
9	30,78	28,42	21,02	15,59	12,57	10,22
10	33,49	30,99	22,93	17,03	13,74	11,18
11	36,19	33,53	24,82	18,44	14,89	12,13
12	38,90	36,08	26,72	19,86	16,05	13,08
13	41,81	38,78	28,72	21,35	17,25	14,06
14	44,51	41,33	30,62	22,77	18,41	15,00
15	47,22	43,86	32,50	24,18	19,55	15,94
16	49,92	46,38	34,37	25,57	20,68	16,86
17	52,62	48,89	36,23	26,96	21,80	17,77
18	55,33	51,43	38,12	28,36	22,94	18,71
19	57,82	53,77	39,86	29,67	24,00	19,58
20	60,74	56,43	41,82	31,12	25,16	20,52

#### 4.5.5. Factores de Potencia

Los factores de potencia de acuerdo a los tipos de clientes son:

Tabla 4.16. Factores de potencias típicos. [17]

Estadístico	Residencial	Comercial	Industrial	Otros
Promedio	0,92	0,95	0,92	0,97



## CAPÍTULO 5

### 5. PROTOTIPO DEL DISEÑO

#### 5.1. Construcción de Unidades Compatibles

A continuación, se mostrará la información obtenida del SGP sobre los precios unitarios y las unidades constructivas existentes en este sistema, las mismas que serán el punto de partida para la elaboración de las unidades compatibles empleadas para la valoración de proyectos eléctricos en Designer.

**Tabla 5.1:** Precios mano de obra por unidad constructiva.

<b>CAMPO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
UNPCOD	Código de las familias de las unidades constructivas.
UNRESP	Código SGP de las unidades constructivas.
UNRALT	Alternativa constructiva de la unidad, pudiendo existir 1 ó 2 opciones.
UNRDES	Descripción de la unidad constructiva.
CMRPUN	Costo por concepto de mano de obra.
UNRDESMEER	Codificación de la unidad constructiva de acuerdo a la homologación de estructura del MEER.

**Tabla 5.2:** Ejemplo de una unidad constructiva.

<b>UNPCOD</b>	<b>UNRESP</b>	<b>UNRALT</b>	<b>UNRDES</b>	<b>CMRPUN</b>	<b>UNRDESMEER</b>
C80	2500	1	TENDIDO, CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR CALIBRE #6 TIPO 5005	175.22	CO0-0C6

**Tabla 5.3:** Precio de materiales.

<b>CAMPO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
HCMBCOD, CATGRP, CATCLS, CATTIP, CATESP, MATCOC, MATUNI	Códigos propios del SGP para un determinado material.
MATDES:	Descripción del elemento material.
COMPRU	Costo del material.

En la Tabla 5.4 se da un ejemplo para el costo de material de un conductor eléctrico.



**Tabla 5.4:** Ejemplo costo de material.

HCMBCOD	CATGRP	CATCLS	CATTIP	CATESP	MATCOC	MATUNI	MATDES	COMPRU
21	01	04	13	340	C040	MT	CONDUCTOR DESNUDO CABLEADO ALUMINIO 5005 6 AWG	0.34

- **ARCHIVO “MATERIAL X UNIDAD CONSTRUCTIVA COMPLETO”**

Contiene cada uno de los materiales que conforman una unidad constructiva, por ejemplo, una ESTRUCTURA TIPO 1CP perteneciente a la familia de unidades E77 con el código SGP 0200, constructivamente está integrada por:

**Tabla 5.5:** Materiales que forman la unidad constructiva Estructura Tipo EST 1CP.

AISL ESPIGA PORCELANA SIN INTF AL RADIO INT ANSI 56-1
PERNO PIN PUNT POST ROS PLOMO DESC 56-1 25X508 MM
CINTA DE ARMAR DE ALUMINIO 1.27X7.62 MM
ABRAZADERA PLETINA GALV SIMPLE DI 38X130-150 MM
AISL ESPIGA PORCELANA SIN INTF AL RADIO INT ANSI 56-1

El costo de estos materiales permite determinar el costo total por concepto materiales para una unidad constructiva.

- **ARCHIVO “GIS-UC”**

Archivo empleado para determinar si una unidad constructiva se representa como una unidad SIG o No-SIG.

**Tabla 5.6:** Campos con información del archivo "GIS-UC"

Capa	subtipo	Descripción Subtipo	Cantidad	Descripción	Código Estructura	Desc-Nemo
------	---------	---------------------	----------	-------------	-------------------	-----------

**Capa y Subtipo:** Capa y subtipo respectivamente en el que se representará una unidad en caso de ser UC-SIG.

**A continuación se ejemplifica de mejor manera una unidad SIG.**

**Tabla 5.7:** Ejemplo de una unidad SIG:

Capa	subtipo	Descripción Subtipo	Cantidad	Descripción	Código Estructura	Desc-Nemo
Luminaria	4	Sodio Cerrada	4684	Lum. 240V Na 250 W en poste con red aérea Auto controlada pot. cte. C	APO0313	APD-0PLCS250AC




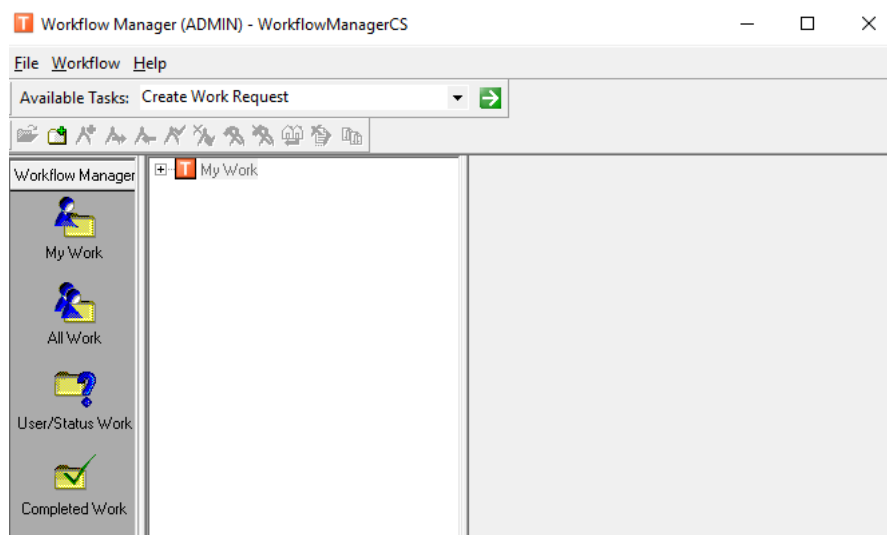
El código que enlaza una unidad constructiva del SGP con una unidad compatible SIG es el Desc-Nemo el cual es la codificación MEER de la unidad, es por esto la importancia de una correcta codificación.

Luego de tener toda esta información las unidades compatibles normales y unidades NoSIG son creadas tomando en cuenta cada uno de los campos de las tablas indicadas en la sección 4.2.3. relacionada a la Tabla 4.3.

## 5.2. Work Flow Manager

Workflow Manager es una herramienta de ArcFM utilizada con Designer para crear y realizar un seguimiento de las solicitudes de trabajo y los diseños asociados. Esta herramienta ofrece una funcionalidad del sistema de gestión de trabajo que le permite realizar un seguimiento de los costos asociados a una solicitud de trabajo a lo largo de su ciclo de vida. Se puede crear múltiples opciones de diseño, comparar y seleccionar un diseño basado en estimaciones de costos.

Para acceder se deberá abrir el Administrador del Workflow utilizando el botón  (Open Designer Workflow Manager) en la barra de herramientas de Designer Workflow Manager en ArcMap, como se muestra en la Figura 5.1.



**Figura 5.1:** Pantalla Del Work Flow Manager.

Es requisito disponer de un mapa con información cartográfica y redes de distribución existentes en la zona de trabajo, antes de abrir un nuevo diseño.

Además, desde aquí se puede acceder a trabajar sobre un diseño vacío o en su defecto consultar la valoración de uno existente sin abrirlo, o también se puede acceder a modificar un diseño existente o cambiarlo de estado.

Esta herramienta incorpora la seguridad de autenticación mediante una pantalla de inicio de sesión, en donde se ingresa la información del usuario es decir el acceso al diseñador. Si se inicia sesión en una base de datos Oracle o SQL, se requiere un nombre de usuario y una contraseña. Si se está conectado a una base de datos de Access como es

el caso de este prototipo, sólo se requiere un nombre de usuario que en el caso de ejemplo es ADMIN.

### 5.3. Creación de un Nuevo Proyecto

#### 5.3.1. Descripción del Proyecto Prototipo


El sitio en donde se construirá la Lotización de la Compañía Hidalgo & Hidalgo se encuentra ubicado en la Circunvalación Sur, a 100 metros al norte de la bomba de gasolina de Challuabamba de la parroquia Nulti de la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay, como se puede observar en la Figura 5.2



**Figura 5.2:** Vista satelital donde se construirá el proyecto H&H

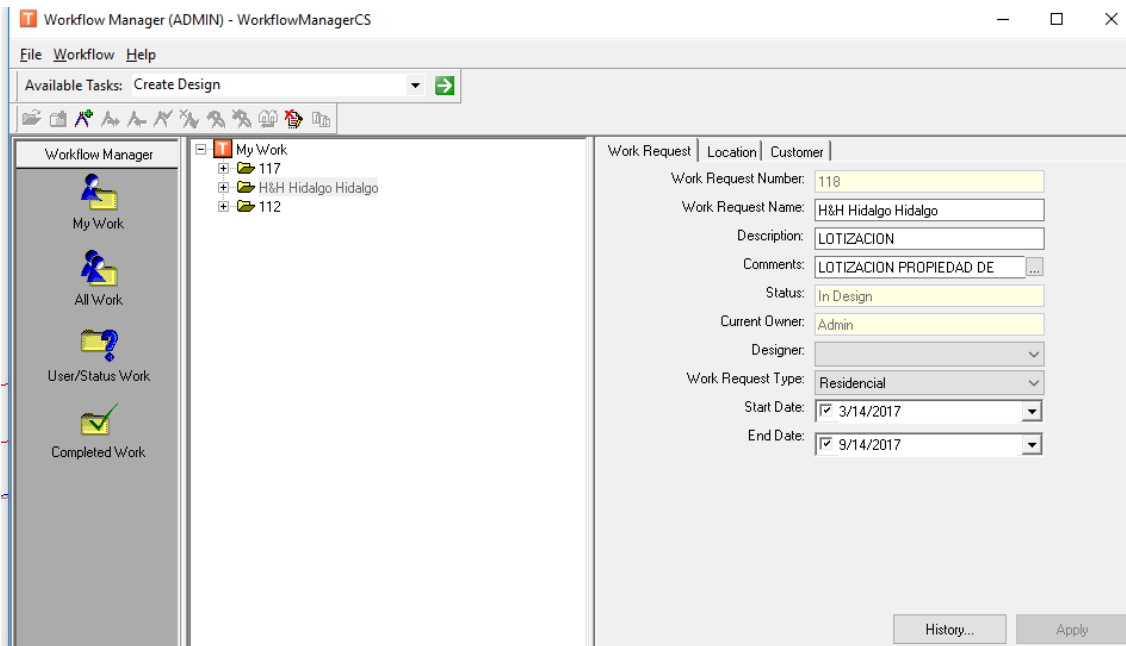
El diseño constará de 71 lotes de un promedio de terreno de 500 m<sup>2</sup>, los mismos que tendrán todas las obras eléctricas.

#### 5.3.2. Crear de un Work Request

Al abrir el Workflow Manager como se observa en la Figura 5.1, el botón  (Crear solicitud de trabajo) muestra un listado de todas los Work Request (Solicitud de Trabajo) creados o asignados al diseñador ADMIN.



Para crear un Work Request (Requerimiento de Trabajo) se debe seleccionar en “My Work” con lo cual se muestran unas fichas de información con respecto a la Solicitud de trabajo: Work Request, Location, Customer.



**Figura 5.3:** Pantalla de ingreso de información de la solicitud de trabajo.

En la Tabla 5.8 se expondrán los datos de cada pestaña a ser llenados del Work Request


**Tabla 5.8:** Campos que deben ser llenados en el Work Request.

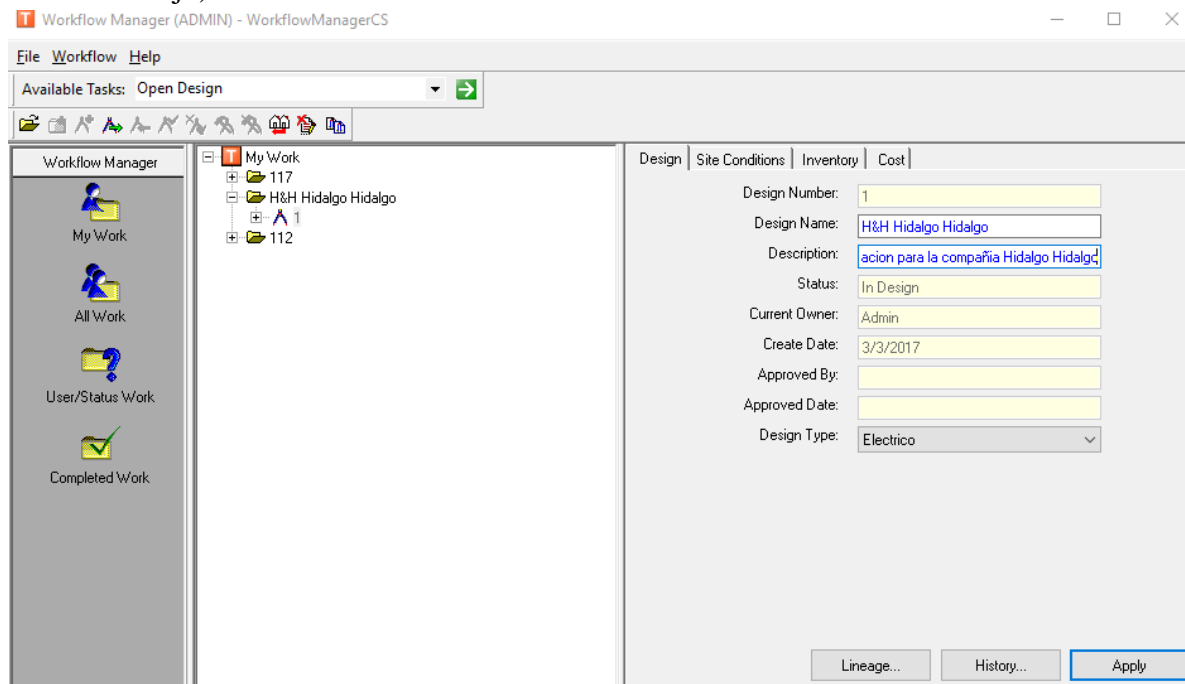
Work Request	
Campo	Descripción
Work Request Number	Numero automático secuencial que da Designer a cada Work Request
Work Request Name	El nombre del Proyecto
Description	Breve descripción del proyecto
Comment	
Status	El estado del diseño de acuerdo a la fase que está atravesando
Current Owner	El usuario que es dueño del diseño en la etapa de estatus.
Designer	El usuario que va a ingresar en ese instante al diseño
Work Request Type	El tipo de trabajo, que puede ser en nuestro caso distribución (residencial, comercial, industrial)
Start Date	Fecha en la que se inicia la construcción del proyecto
End Date	Fecha en la que se energiza el proyecto

**Tabla 5.9:** Campos que deben llenarse de la localización del Work request.

<b>Location</b>	
<b>Campo</b>	<b>Descripción</b>
Administrative Area	Se configuro para el caso de Matriz o Dirección de Morona Santiago
Facility Information	- Feature Type: Para designar si es tipo de red, por ejemplo aéreo o subterráneo. - Facility ID
Work Request Adress	En estos 3 capos se llenan los datos de localización del proyecto

### 5.3.3. Crear un Diseño

Workflow Manager permite a un diseñador crear nuevos diseños para una solicitud de trabajo, para lo cual se debe utilizar el botón  (crear diseño), se ingresa los datos requeridos como se observa en la Figura 5.4, un Work Request puede tener varios diseños. Estos diseños pueden ser diferentes por su “Site Condition” (condiciones del sitio de trabajo).



**Figura 5.4:** Pantalla de ingreso de información del diseño.



**Tabla 5.10:** Tabla descriptiva de los campos a ser llenados en el diseño.

<b>Desing</b>	
<b>Campo</b>	<b>Descripción</b>
Desing Number	Numero automático secuencial que da Designer a cada diseño
Desing Name	El nombre del diseño
Description	Breve descripción del diseño
Comment	
Status	El estado del diseño de acuerdo a la fase que está atravesando
Current Owner	El usuario que es dueño del diseño en la etapa que cursa el proyecto.
Create Date	El usuario que va a ingresar en ese instante al diseño
Approved By	Quien aprobó el diseño
Aproved Date	Fecha de aprobación del diseño
Desing Type	Eléctrico, Gas, Agua, Fibra

**Tabla 5.11:** Condiciones del sitio del proyecto.

<b>Site Condition</b>	
<b>Cost Factor Type</b>	<b>Cost Factor Value</b>
Condición de Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suelo blando</li> <li>- Suelo Duro</li> <li>- Suelo Firme</li> </ul>
Condición de Trafico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin trafico</li> <li>- Trafico ligero</li> <li>- Trafico Mediano</li> <li>- Alto Trafico</li> </ul>
Estado de red	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energizado</li> <li>- No energizado</li> </ul>
Mano de Obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Por la empresa</li> <li>- Dirección de Morona Santiago</li> </ul>

#### 5.3.4. Crear un Work Location

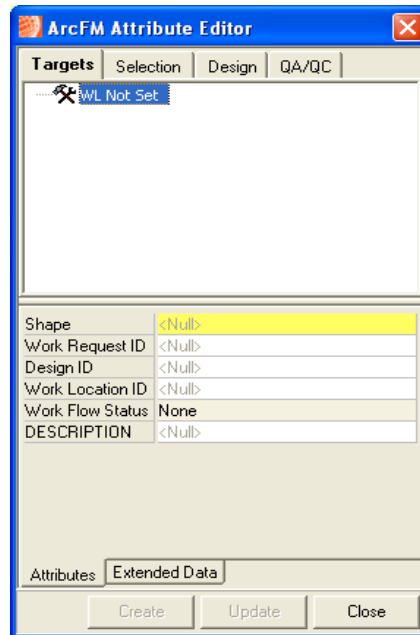
Un lugar de trabajo (WL) representa el área del sitio dentro de un diseño, donde se realiza el trabajo y /o donde se encuentra el equipo de trabajo, se puede crear varios lugares de trabajo (WL) en función de determinadas condiciones de suelo. A cada WL se le asigna un número de identificación único, dentro de la solicitud de trabajo son manejadas desde ArcMap es decir luego de abrir un diseño que se observa en la Figura 5.5.

#### 5.4. Valoración con Designer

##### 5.4.1. Unidades NO SIG

Las unidades NO SIG son aquellas que no tienen representación gráfica en el mapa, estas unidades se colocan directamente en el listado de unidades usadas en el diseño, a las cuales se les asigna el número de unidades existentes. Un ejemplo puede ser la

colocación de un poste, la cual tiene ligado tareas de cavado y retacado que no se dibuja sin embargo es valorado de acuerdo al número de postes instalados.



**Figura 5.5:** Editor de Atributos.

## 5.4.2. Consideraciones en la creación de las UCs

### 5.4.2.1. Consideraciones de materiales para reutilización

El SGP considera en su valoración un costo por concepto de reutilización de materiales, valor que representa una reducción de costo total de materiales. Para considerar este aspecto en Designer se creó igual número de unidades compatibles con un valor 40% menor del costo total de las UCs, para considerarlas como unidades de reutilización dándoles al inicio de su descripción un sufijo “RE” para diferenciarlas de las unidades compatibles con función de trabajo “instalar”.

### 5.4.2.2. Consideración en la valoración de conductores

En el SGP para la valoración de conductores coloca manualmente la longitud de acuerdo al manual de diseño que existe en la plataforma online de geoinformación de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR, es así para un tramo sea este monofásico, bifásico o trifásico, se lo dibuja como un solo conductor y su configuración se detalla con una referencia cruzada. Al hacer esto, Designer considera como un solo conductor independiente de su configuración y lo valoraría como tal. Por este motivo se crearon tantas unidades compatibles como sistema de número de fases existiera para cada tipo conductor. Es decir, un circuito monofásico representa el costo referencial para material y mano de obra, para un bifásico se crea otra unidad, pero con el valor dos veces el monofásico, y tres veces el costo si el sistema es trifásico. Cabe destacar que Designer valora todo en unidades métricas, sin embargo, el SGP la mano de obra en tendidos de



conductores lo valora por kilómetros, por lo que para la creación de UCs para Designer este costo se lo dividió entre 1000 para que su valoración corresponda a la longitud de representación en el SIG.

### 5.4.3. Factores de Costo Configurables

Designer considera diferentes factores de costo, separados por el grado en el que influyen en la valoración de un diseño, estos son:

- Por Work Location (Localización de trabajo)
- Por UC

Estos factores de costo permiten realizar la presupuestación con mayor flexibilidad por ejemplo un factor como el IVA podrá ser aplicado para todo el diseño o tan solo para algunas UC.

#### 5.4.3.1. Factores de Costo por las condiciones del sitio de trabajo

Todos estos parámetros pueden ser configurados en la tabla MM\_WMS\_COST\_FACTOR en la base WorkflowManager.mdb y permite establecer un factor que hará variar el costo por mano de obra para un diseño. Por ejemplo, si el valor configurado es 1.2 para una condición de “suelo firme”, el costo del diseño subirá en un 20%. Así para cada condición de sitio. Para la base de edición con la que se desarrolló el presente trabajo estos parámetros fueron establecidos con un valor de 1. Sin embargo, permiten establecer factores de valoración de acuerdo a las necesidades del usuario.

ID	TYPE_ID	CODE	VALUE	MULT
1	1	0	Sin Trafico	1
2	1	1	Trafico Ligero	1
3	1	2	Trafico Mediano	1
4	1	3	Alto Trafico	1
5	2	0	Empresa	1
6	2	1	Contratista	1
7	3	0	Suelo Blando	1
8	3	1	Suelo Firme	1
9	3	2	Suelo Duro	1
10	4	0	Fuero de Servicio	1
11	4	1	Gas en Servicio	1
12	4	2	Electrico en Servicio	1

Figura 5.6: Tabla MM\_WMS\_COST\_FACTOR.

#### 5.4.3.2. Factores de costo por unidad compatible

Este factor de costo se asocia a cada unidad compatible, Designer la denomina como SCRAP, este es un valor que lo considera como chatarrización del material y reduce el costo del material de la unidad compatible en el valor que se ha configurado en la tabla MM\_WMS\_COMPATIBLE\_UNIT\_LIBRARY en el campo de SCRAP\_VALUE.



### 5.4.4. Las Work Function y sus Valores

Una Work Function determina el costo de mano de obra de una UC de acuerdo a la función de trabajo, la base se configuró de tal manera que muestre tres valores: montaje, desmontaje y montaje-desmontaje, ya que SGP considera estos tres valores por mano de obra. SGP hace el cálculo de estos valores considerando lo siguiente:

- Montaje: representa el 100% del valor de mano de obra, configurado con el valor de 1 como se observa en la Figura 5.7.
- Desmontaje: 60% del valor de mano de obra de montaje
- Montaje-Desmontaje: 180% del valor de mano de obra de montaje.

En la Figura 5.7 se indica el valor de la unidad compatible ESTRUCTURA TIPO UP-77 como ejemplo el costo de mano de obra al 100% es 6,68\$, el 60% es 5,42\$ y el 180% es 12,20\$.

	CU_ID	WORK_FUNCTION_ID	COST
	77	1	6.78
	77	2	5.424
	77	3	12.204


Figura 5.7: Tabla MM\_WMS\_LABOR\_COST

### 5.4.5. Estimación Rápida

La estimación rápida permite al diseñador tener conocimiento del costo del proyecto mientras va colocando o dibujando cada una de las unidades compatibles, esto lo hace en la barra de navegación de Designer.

### 5.5. Dibujo

Las unidades compatibles se las puede localizar de dos maneras.

- 1) En la tabla de contenidos del entorno de dibujo se encuentra la sección de las UCs  el cual se desplegará todas las UCs creadas en la etapa de configuración de las UCs SIG y no SIG como se observan en la Figura 5.8.

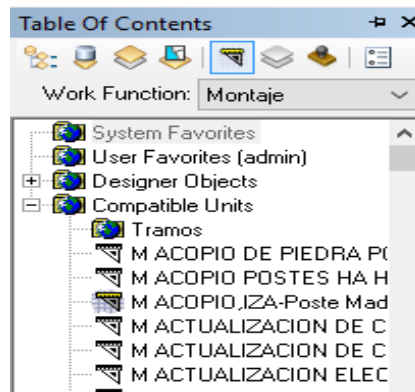



Figura 5.8: Tabla de contenido de las UCs.

- 2) La segunda es mediante el filtro de Unidades Compatibles, al hacer clic en el botón  (UC Filter) se desplegará una pantalla como la que se muestra en la Figura 5.9, en la cual se puede buscar las unidades con el nombre o parte de éste.

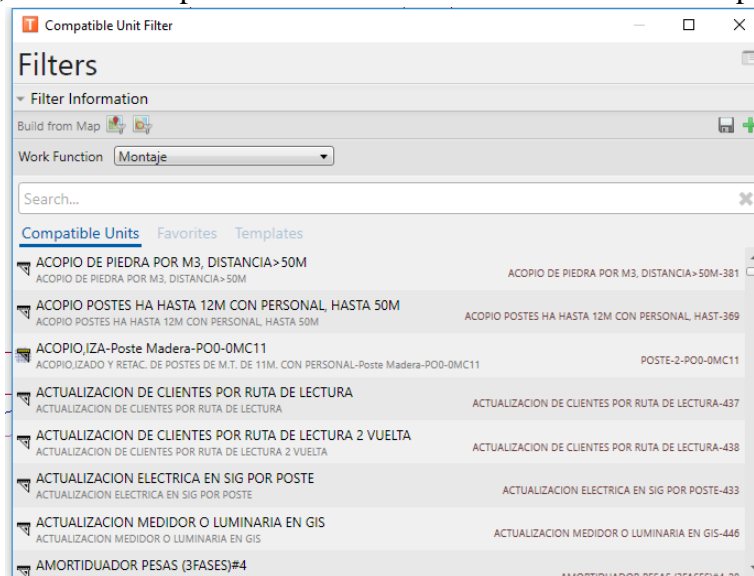


Figura 5.9: Filtro de unidades compatibles.

### 5.5.1. Proceso de Dibujo del Proyecto

Implementar un diseño en Designer es similar que hacerlo en ArcGis y ArcFm para edición, con la diferencia que en Designer se incorpora el concepto de las UC y se dispone de herramientas adicionales como las de valoración, análisis de ingeniería y optimización.

Para la adición de las unidades compatibles al diseño se utilizó la sección de UC de la tabla de contenido como se muestra en la Figura 5.8. El primer paso fue dibujar las estructuras que soportan los conductores, 81 pozos para el caso de las redes subterráneas y 68 postes para redes aéreas específicamente para el sistema de alumbrado público. En la Figura 5.11 se puede observar la lotización con la información base de los predios

georeferenciados, además se observa los pozos y los postes. Todo el proceso se lo realiza utilizando la norma vigente para diseños de redes de distribución en el país. La simbología empleada es propia de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR.

Simbología			
<p><b>Luminaria</b></p> <p><b>Subtipo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> LED</li> <li> Mercurio Abierta</li> <li> Mercurio Cerrada</li> <li> Ornamental</li> <li> Proyector Mercurio</li> <li> Proyector Sodio</li> <li> Sodio Abierta</li> <li> Sodio Cerrada</li> </ul> <p><b>Puesto Proteccion Dinamico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> &lt;all other values&gt;</li> </ul> <p><b>Subtipo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Disyuntor</li> <li> Interruptor</li> <li> Reconectador</li> <li> Seccionalizador</li> </ul> <p><b>Pararrayo</b></p> <p><b>Subtipo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Descargador</li> <li> Puesta a Tierra</li> </ul> <p><b>Regulador Tension</b></p> <p><b>Subtipo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Regulador Tension Bifasico</li> <li> Regulador Tension Monofasico</li> <li> Regulador Tension Trifasico</li> </ul>	<p><b>Seccionador Cuchilla</b></p> <p><b>Subtipo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Tripolar</li> <li> Tripolar con Dispositivo Rompe Arco</li> <li> Unipolar</li> <li> Unipolar con Dispositivo Rompe Arco</li> </ul> <p><b>Seccionador Fusible</b></p> <p><b>Subtipo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Fusibles H y K</li> <li> Unipolar Abierto</li> <li> Unipolar Abierto con Dispositivo Rompe Arco</li> </ul> <p> Unipolar Cerrado</p> <p><b>Puesto TransDistribucion</b></p> <p><b>Subtipo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Padmounted Bifásico en Cabina</li> <li> Padmounted Bifásico Exterior</li> <li> Transformador Bifásico en Cabina</li> <li> Transformador Bifásico en Poste</li> <li> Banco de 2 Transformadores en Cabina</li> <li> Banco de 2 Transformadores en Poste</li> <li> Banco de 3 Transformadores en Cabina</li> <li> Banco de 3 Transformadores en Poste</li> <li> Padmounted Monofásico en Cabina</li> <li> Padmounted Monofásico Exterior</li> <li> Padmounted Trifásico en Cabina</li> <li> Padmounted Trifásico Exterior</li> <li> Transformador Monofásico en Cabina</li> <li> Transformador Monofásico en Poste</li> <li> Transformador Trifásico en Cabina</li> <li> Transformador Trifásico en Poste</li> </ul>	<p><b>Tramo BT Aereo</b></p> <p><b>Subtipo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Acometida BTA Bifasica</li> <li> Acometida BTA Monofasica</li> <li> Acometida BTA Trifasica</li> <li> Bajante BTA Bifasica</li> <li> Bajante BTA Monofasica</li> <li> Bajante BTA Trifasica</li> <li> Tramo BTA Bifasico</li> <li> Tramo BTA Monofasico</li> <li> Tramo BTA Trifasico</li> </ul> <p><b>Tramo BT Subteraneo</b></p> <p><b>Subtipo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Acometida BTS Bifasica</li> <li> Acometida BTS Monofasica</li> <li> Acometida BTS Trifasica</li> <li> Bajante BTS Bifasica</li> <li> Bajante BTS Monofasica</li> <li> Bajante BTS Trifasica</li> <li> Tramo BTS Bifasico</li> <li> Tramo BTS Monofasico</li> <li> Tramo BTS Trifasico</li> </ul> <p><b>Tramo MT Aereo</b></p> <p><b>SUBTIPO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Tramo MTA Monofasica</li> <li> Tramo MTA Bifasica</li> <li> Tramo MTA Trifasica</li> <li> Bajante MTA Monofasica</li> <li> Bajante MTA Bifasica</li> <li> Bajante MTA Trifasica</li> </ul> <p><b>Tramo MT Subteraneo</b></p> <p><b>SUBTIPO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Tramo MTS Monofasica</li> <li> Tramo MTS Bifasica</li> <li> Tramo MTS Trifasica</li> <li> Bajante MTS Monofasica</li> <li> Bajante MTS Bifasica</li> <li> Bajante MTS Trifasica</li> </ul>	<p><b>Estructura Subterranea</b></p> <p><b>SUBTIPO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Camara</li> <li> Pozo</li> </ul> <p><b>Poste</b></p> <p><b>Subtipo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Poste Hormigon</li> <li> Poste Madera</li> <li> Poste Metalico</li> <li> Poste Plastico</li> </ul> <p><b>Tensor</b></p> <p><b>Subtipo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Tensor a farol en BT</li> <li> Tensor a farol en MT</li> <li> Tensor a Tierra Doble</li> <li> Tensor a tierra en BT</li> <li> Tensor a tierra en MT</li> <li> Tensor de Empuje BT</li> <li> Tensor de Empuje MT</li> <li> Tensor Farol Doble</li> <li> Tensor Poste a Poste Doble</li> <li> Tensor Poste a Poste en BT</li> <li> Tensor Poste a Poste en MT</li> </ul>

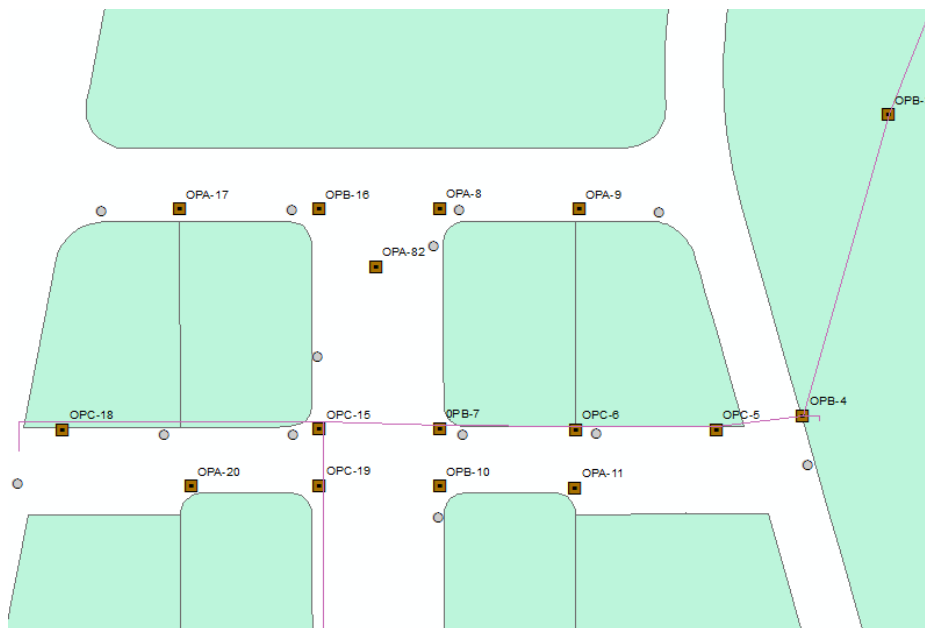
Figura 5.10: Simbología CENTROSUR.





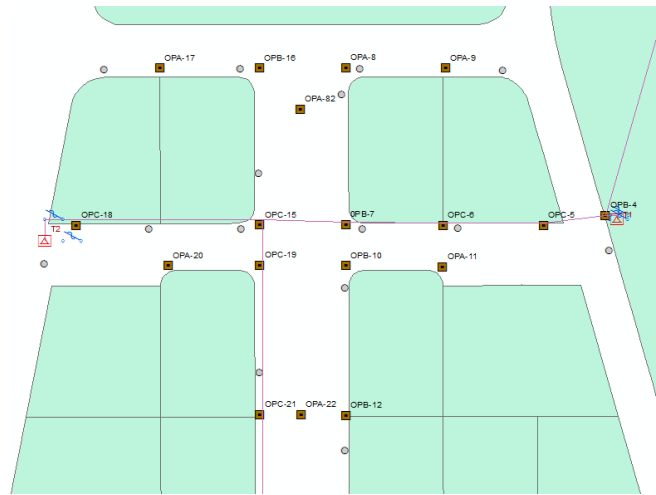
**Figura 5.11:** Implementación de estructuras aéreas y subterráneas.

Una vez ubicadas las estructuras ya sean aéreas o subterráneas el siguiente paso es, dibujar las redes de media tensión y los equipos de protección y maniobra, como se puede observar en la Figura 5.12, teniendo en consideración que las redes de medio voltaje se dibujan con un tramo continuo desde equipo a equipo o hasta encontrar un cruce.



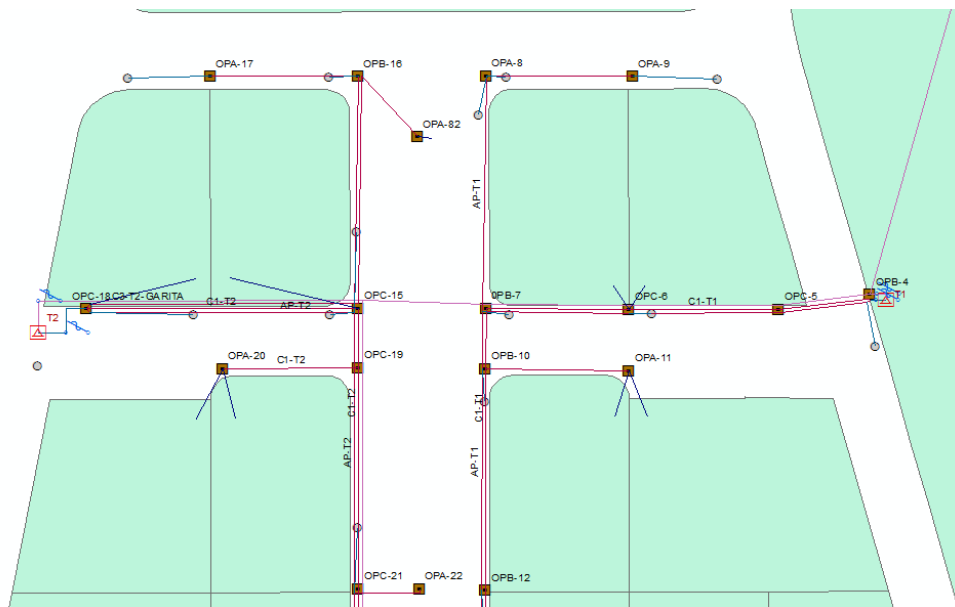
**Figura 5.12:** Implementación de redes de medio voltaje.

A continuación se realizó el dibujo de las unidades de transformación, como se observa en la Figura 5.13 .



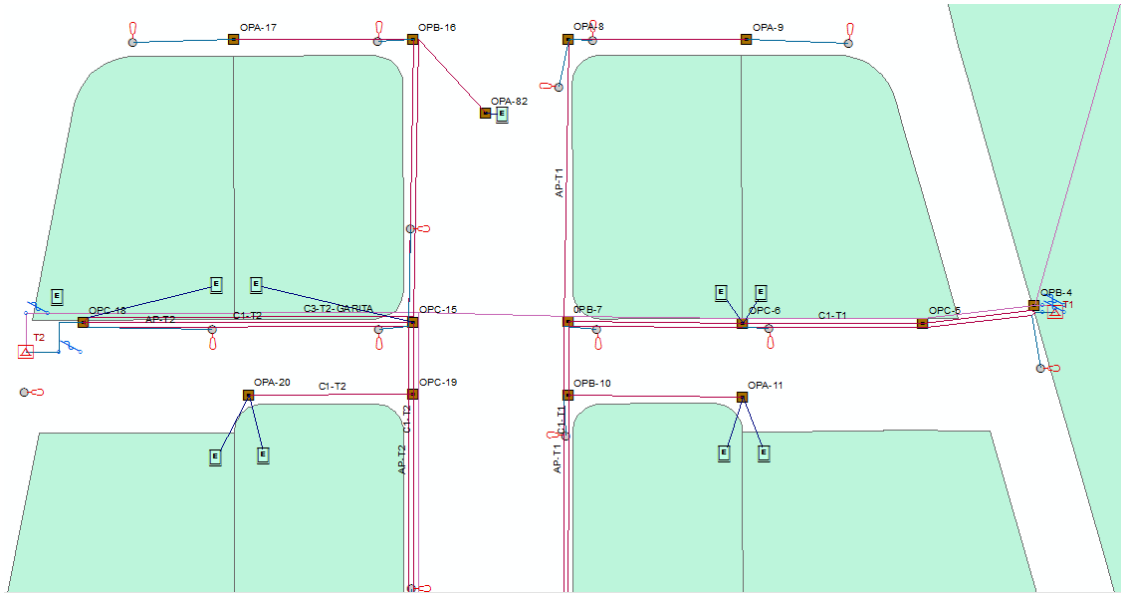
**Figura 5.13:** Implementación las unidades de transformación.

Una vez dibujados los transformadores, se procede a implementar las redes de baja tensión, tramos entre estructuras, acometidas y bajantes para alumbrado como se muestra en la Figura 5.14.



**Figura 5.14:** Implementación de redes de bajo voltaje y acometidas.

Finalmente en el diseño se dibujan las 64 luminarias y los 72 clientes o puntos de carga, Figura 5.15.



**Figura 5.15:** Ubicación de puntos de carga y alumbrado público.

## 5.6. Reportes

Designer tiene dos tipos de reportes que pueden ser visualizados antes de abrir un diseño, a continuación, se detalla cada uno de ellos.

### 5.6.1. Reporte de Costos

En la pestaña de costo, se dispone de un resumen de los costos totales del diseño como materiales, mano de obra y scrap. Este reporte tiene disponible toda esta información luego de realizar la incorporación de las UC SIG y NoSIG al diseño.

Design | Site Conditions | Inventory | Cost

### Design Cost Report

**Work Request Information:**  
 Work Request Name: H&H Hidalgo Hidalgo  
 Work Request Number: 118  
 Work Request Status: In Design  
 Address: Nulty  
 Cuenca

**Design Information:**  
 Design Name: 1  
 Design Number: 1  
 Design Status: In Design

	Work Function	Material	Labor	Total
<b>Debits:</b>	Montaje	\$80,779.59	\$38,651.14	\$119,431.70
	Subtotal	\$80,779.59	\$38,651.14	\$119,431.70
<b>Credits:</b>	Scrap Recovery	\$0.00	\$0.00	\$0.00
<b>Totals:</b>		\$80,779.59	\$38,651.14	\$119,431.70

**Figura 5.16:** Reporte de costos.

### 5.6.2. Reportes de Inventario

Luego de implementar un diseño, es decir la adición de las unidades compatibles se puede observar un inventario de todas éstas, así como su cantidad y longitud para el caso de los conductores. Un ejemplo de este se muestra en la Figura 5.17.

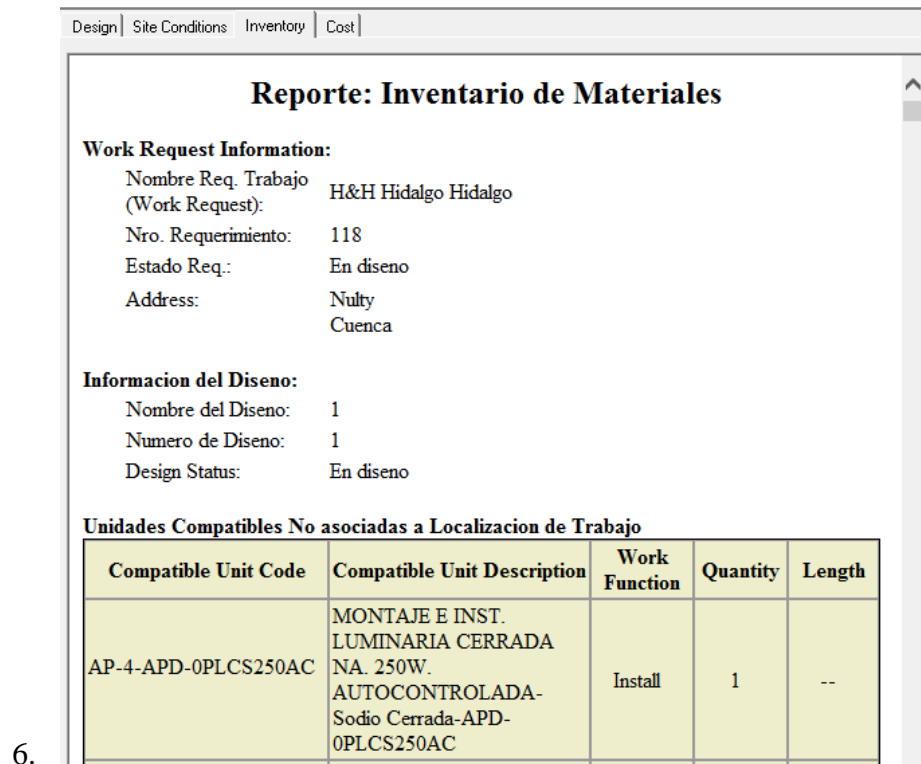








Figura 5.17: Reporte de Inventario de Materiales.

### 5.6.Estado del Diseño

Como puede observarse en la Tabla 5.12 el proyecto “H&H” ha completado con la mayoría de estados, faltando el “completado” que para el caso de estar en producción todas las configuraciones de Designer se ven reflejadas en la geodatabase corporativa (Oracle) y se lo realiza de manera automática.

**Tabla 5.12:** Flujo de trabajo del proyecto.

FASES	CUMPLIMIENTO	COMENTARIOS
Inicio de Sesión		Para realizar el diseño se trabajó con el usuario “ADMIN” sobre una base de datos personal (MDB Access)
En Diseño		Se procede a realizar el diseño mediante la adición de las UCs en el mapa SIG
Pendiente de Aprobación		Se realiza la aprobación de este diseño con el usuario “ADAMS”, cabe mencionar que no existía otras alternativas de diseño
En construcción		El diseño pasa a estado construido, para referencia fue energizado el “10 de diciembre de 2015”
Replanteo del diseño en construcción		Pasa a este estado al incluirse detalles que no se disponían en el diseño inicial, por ejemplo, códigos de unidades, elemento, y otros detalles técnicos.
Completo		El estado completo implica un impacto en el SIG (Geodatabase corporativa en Oracle) y al tratarse de un prototipo configurado en una base personal no es posible que se cumpla con este estado.

## 5.7.Herramientas de Análisis de Ingeniería

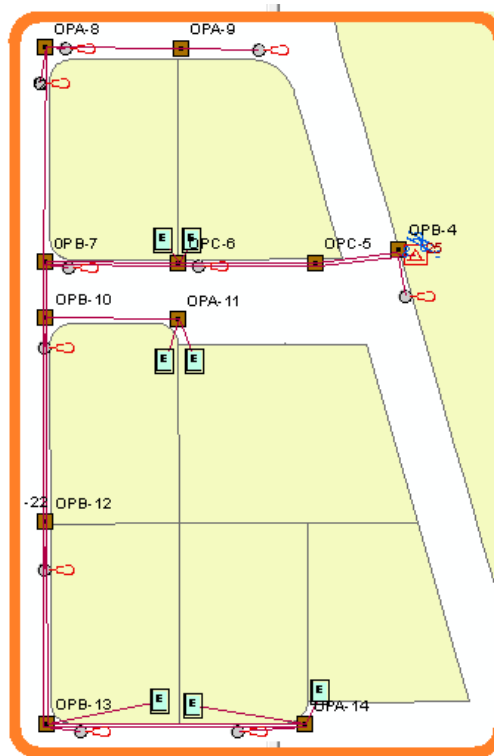
### 5.7.1. Implementación Secondary Circuit Analysis

Para la implementación de la herramienta, se seleccionó el transformador T1 del “Proyecto de Lotización compañía Hidalgo & Hidalgo”, con sus respectivos circuitos tanto de carga como de iluminación.

#### 5.7.1.1. T1-29106 malla (1P50kVA)



Figura 5.18: Ubicación del transformador T1 en el proyecto.



**Figura 5.19:** Ampliación de la ubicación del transformador T1.

### Características

Transformador monofásico, padmounted tipo malla auto protegido, 12,7 kV/240-120 V 50 kVA.

A este transformador se conectan dos circuitos monofásicos, el primero suplente la carga de 7 usuarios tipo A con una demanda de diseño de 7,47 kVA factor de potencia 0,9, el segundo circuito es uno de alumbrado público con 9 luminarias cerradas de vapor de sodio de 100W y factor de potencia 0,9.

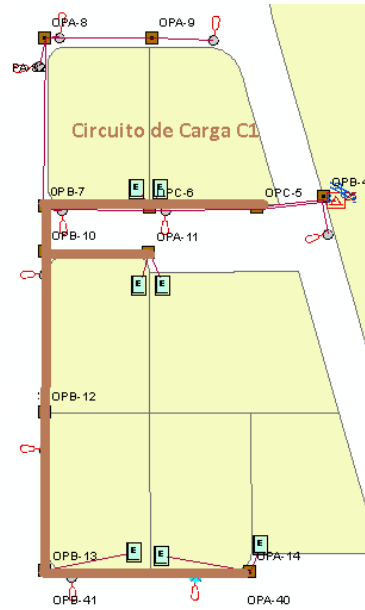
#### 5.7.1.2. Implementación de los Circuitos de T1

##### Circuito C1/T1

El circuito de carga usa un conductor TTU 2/0 AWG, con características eléctricas  $R=0,299 \Omega/\text{km}$  ( $50^\circ\text{C}$ ) y  $X=0,351 \Omega/\text{km}$  (60Hz).

Las acometidas hacia los puntos de servicio en todos los circuitos de carga se realizaron mediante conductores TTU 4 AWG, con los siguientes parámetros:

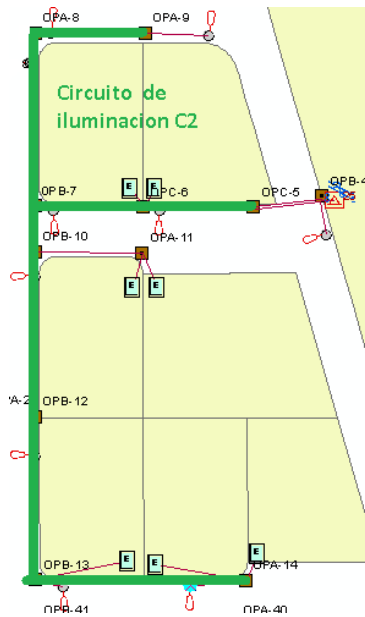
$R= 0.943 \Omega/\text{km}$  ( $50^\circ\text{C}$ ) y  $X=0,393 \Omega/\text{km}$  (60Hz).



**Figura 5.20:** Trayectoria del Circuito C1/T1.

### Circuito C2/T1

El circuito de iluminación usa un conductor TTU 8 AWG, con características eléctricas  $R=2,36 \Omega/\text{km}$  ( $50^\circ\text{C}$ ) y  $X=0,434 \Omega/\text{km}$  (60Hz).



**Figura 5.21:** Trayectoria del Circuito C2/T1.



## 5.7.2. Implementación del Structural Analysis

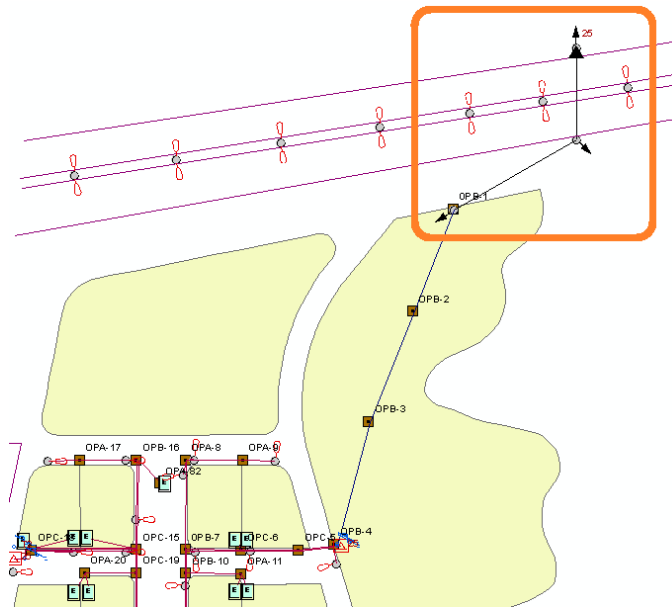


Figura 5.22: Ubicación de la estructura a analizar.

### 5.7.2.1. Selección de Parámetros Geográficos

El proyecto se encuentra ubicado en la vía rápida Cuenca-Azogues, sector Chaullabamba, de la parroquia Nulti y de acuerdo al mapa de vientos del ANEXO C, el proyecto se encuentra en un distrito con cargas ambientales del tipo “Light”.

Tabla 5.13: Carga ambiental por efecto del viento.

Distrito	Velocidad de Viento
Light	5,4 - 13,6 m/s
Medium	13,7 - 20,6 m/s
Heavy	20,7 - 28,9 m/s

En lo que respecta a los factores de seguridad de construcción para postes, se seleccionó un “Grado C”<sup>1</sup> de acuerdo a los estándares NESCS, finalmente para cuestiones de capacidad de retención de anclajes y tensores se establece que el tipo de suelo en donde se encuentra el poste tiene una composición de “Arenas y gravas densas”.

Overcapacity Factors  
 Loading District:  Construction Grade:   At Crossing Soil Class:

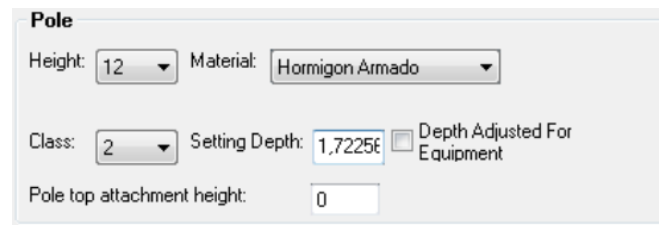
Figura 5.23: Factores de sobrecarga del proyecto.

<sup>1</sup> Grado de construcción C: Factor de seguridad usado en aplicaciones en las cuales intervengan postes de distribución (telecomunicaciones y energía).

### 5.7.2.2. Selección del Poste

La estructura es un poste código P1e-519237 que posee las siguientes características:

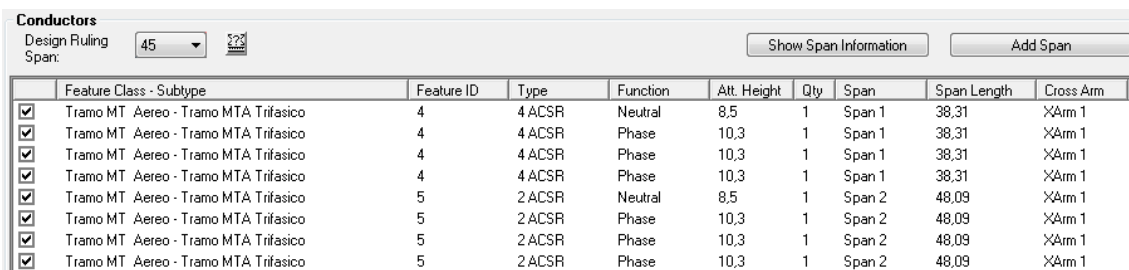
Poste de hormigón armado circular de 12 metros con 500 kg de carga de rotura, con estructuras ligadas tipo 3CR<sup>e</sup>+3CR<sup>2</sup> y 1EP<sup>e</sup>+1EP<sup>3</sup>.



**Figura 5.24:** Parámetros del poste P1e-519237.

### 5.7.2.3. Adición de los vanos

Mediante la opción “Multiple Span Legth Tool”, se añaden los dos vanos que tienen incidencia en el poste, los vanos son tramos de media tensión aéreos trifásicos con conductores ACSR 4 AWG tanto para fases como para neutro. .



Feature Class - Subtype	Feature ID	Type	Function	Alt. Height	Qty	Span	Span Length	Cross Arm
Tramo MT Aereo - Tramo MTA Trifásico	4	4 ACSR	Neutral	8,5	1	Span 1	38,31	XArm 1
Tramo MT Aereo - Tramo MTA Trifásico	4	4 ACSR	Phase	10,3	1	Span 1	38,31	XArm 1
Tramo MT Aereo - Tramo MTA Trifásico	4	4 ACSR	Phase	10,3	1	Span 1	38,31	XArm 1
Tramo MT Aereo - Tramo MTA Trifásico	4	4 ACSR	Phase	10,3	1	Span 1	38,31	XArm 1
Tramo MT Aereo - Tramo MTA Trifásico	5	2 ACSR	Neutral	8,5	1	Span 2	48,09	XArm 1
Tramo MT Aereo - Tramo MTA Trifásico	5	2 ACSR	Phase	10,3	1	Span 2	48,09	XArm 1
Tramo MT Aereo - Tramo MTA Trifásico	5	2 ACSR	Phase	10,3	1	Span 2	48,09	XArm 1
Tramo MT Aereo - Tramo MTA Trifásico	5	2 ACSR	Phase	10,3	1	Span 2	48,09	XArm 1

**Figura 5.25:** Vanos incidentes al poste P1e-519237.

Para establecer las alturas de sujeción para los conductores de fase se considera el caso menos favorable, el cual se obtiene cuando se encuentran ubicados en la punta del poste ya que se produce un mayor momento mecánico, la altura a la que se encuentra el conductor neutro es aproximadamente de 1,8 metros más bajo del conductor fase de acuerdo a las normas constructivas, siendo estas alturas modificables de acuerdo a las necesidades del usuario.

### 5.7.2.4. Tensor

Considerando que el poste es una estructura en la cual se produce un cambio en la trayectoria de circuito, el tensor requiere un análisis mediante la pestaña “Bisector Guy”.

<sup>2</sup> 3CR: Estructura trifásica centrada de retención.

<sup>3</sup> 1EP: Estructura monofásica vertical pasante.

Las características para el cable tensor de acuerdo a las estructuras homologadas por el MEER<sup>4</sup>, se establece que es un cable de acero galvanizado, grado Siemens Martin ,7 hilos, 9,52mm (3/8”), por otra parte, el anclaje se lo realiza mediante una varilla de anclaje de acero galvanizado, tuerca y arandela 16x1800mm (5/8” x 71”), los valores de resistencias mecánicas para dichos elementos fueron proporcionados por el departamento de análisis técnico del SIGADE.

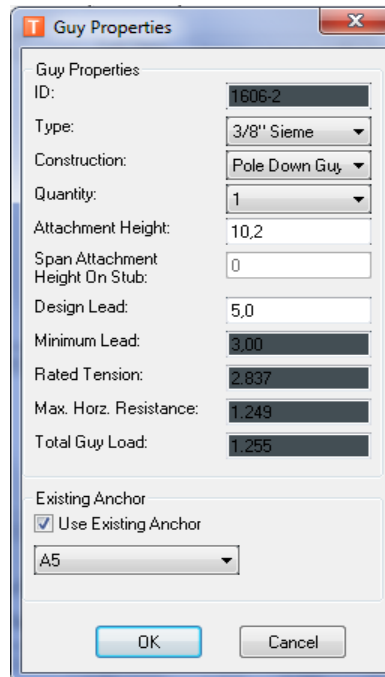


Figura 5.26: Parámetros del anclaje poste P1e-519237.

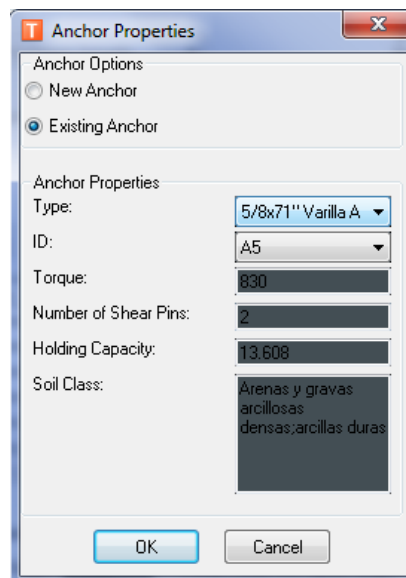


Figura 5.27: Parámetros del cable tensor poste P1e-519237.

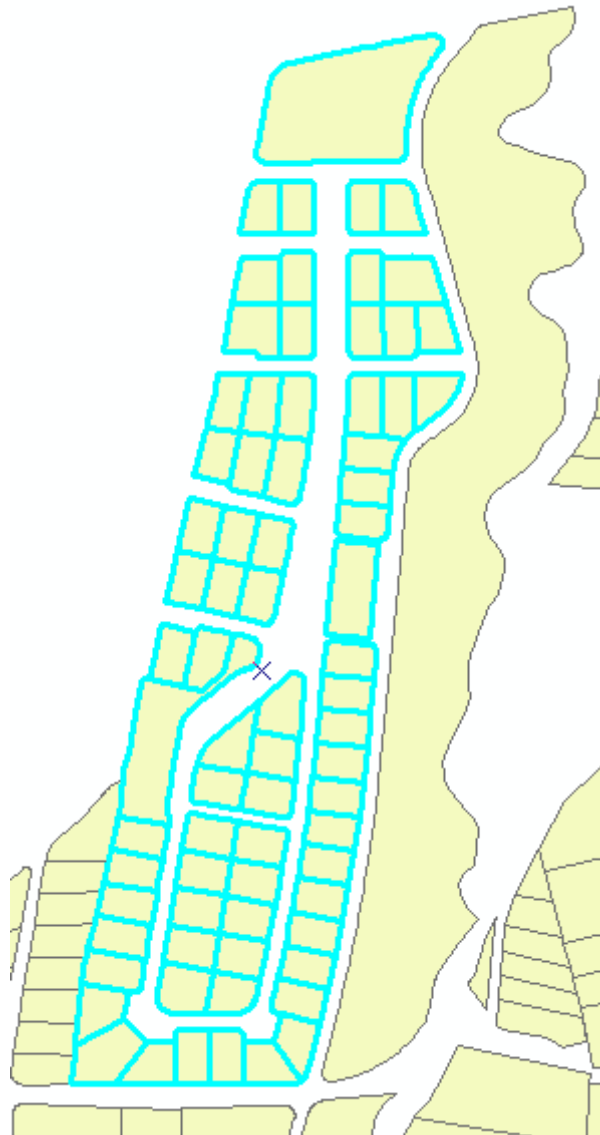
<sup>4</sup> MEER: Ministerios de Electricidad y Energía Renovable.

### 5.7.3. Implementación de Design Optimization

El proyecto eléctrico objeto de optimización mediante Design Optimization será el propio “Proyecto de Lotización compañía Hidalgo & Hidalgo”, con la finalidad de realizar una evaluación y comparación de los resultados obtenidos mediante esta herramienta frente al diseño original proporcionado por el contratista responsable del proyecto.

#### 5.7.3.1.Preparación del Ambiente de Trabajo

La lotización está contemplada como un proyecto de distribución eléctrica residencial subterránea., conformada por 71 predios con consumidores tipo A.

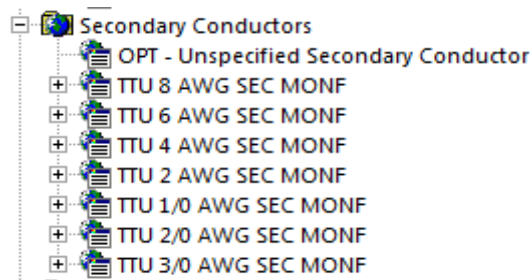


**Figura 5.28:** Proyecto eléctrico de distribución subterráneo a optimizar.

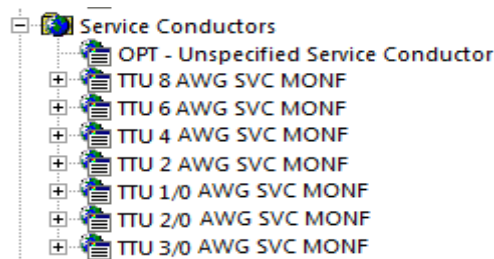
### 5.7.3.2. Catálogos de Elementos

Design Optimization crea una lista de favoritos<sup>5</sup> con la cual se elaboran catálogos con todos los elementos constructivos disponibles en categorías como conductores secundarios, conductores de servicio y transformadores.

La lista de favoritos en las categorías de conductores secundarios y de servicio, se detallan a continuación:

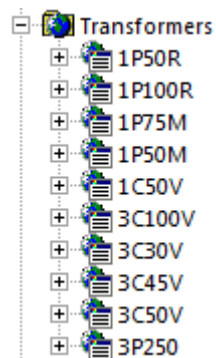


**Figura 5.29:** Favoritos de los conductores secundarios.



**Figura 5.1.** Favoritos de los conductores de servicio.

El catálogo de los transformadores está formado por favoritos que resumen unidades de transformación del tipo padmounted monofásico y trifásicos con potencias que oscilan entre 30 y 250 kVA, entre ellos están:



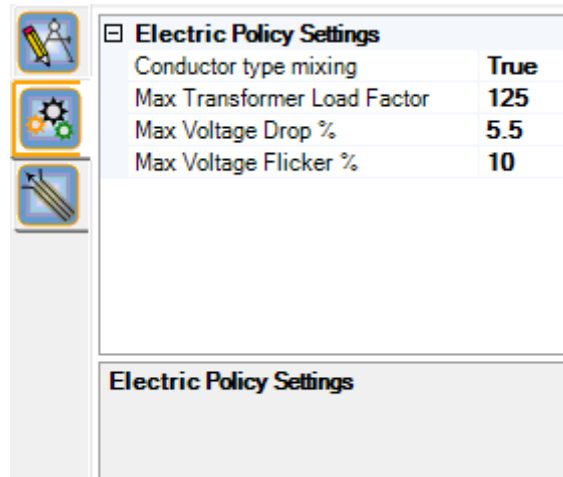
**Figura 5.30:** Favoritos de las unidades de transformación.

<sup>5</sup> Agrupación de unidades compatibles usadas con mayor frecuencia.

### 5.7.3.3. Configuración del Diseño

#### 5.7.3.4. Parámetros Eléctricos

La normativa de la CENTROSUR para proyectos de distribución urbana establece que la caída máxima de voltaje es de 5.5%, y se asume una variación máxima de voltaje por efecto flicker es del 10%, finalmente la capacidad máxima de sobrecarga para transformadores de distribución es aproximadamente del 125%, todos estos parámetros son configurados como se indica en la Figura 5.31



Electric Policy Settings	
Conductor type mixing	True
Max Transformer Load Factor	125
Max Voltage Drop %	5.5
Max Voltage Flicker %	10

Figura 5.31: Parámetros eléctricos del proyecto.

#### 5.7.3.5. Perfil de Carga

Se seleccionó un cliente tipo A con una demanda de 7,47 kVA monofásica, con factor de potencia 0,9, además Design Optimization requiere características adicionales como una demanda transitoria “In-Rush” que represente el arranque de electrodomésticos con la finalidad de evaluar las fluctuaciones de voltaje por efecto flicker y verificar el cumplimiento de los límites anteriormente definidos.

Para determinar la carga transitoria se consideró el comportamiento de la corriente de arranque en motores, la cual generalmente es varias veces la corriente nominal, es por esto que la demanda de 7,47 kVA se multiplico por un factor de 2,5 veces para obtener una potencias transitoria de 18,6 kVA , considerando que los electrodomésticos de máxima potencia son los cocinas de inducción y duchas eléctricas los cuales tienen potencias aproximadas de 4 kVA , es decir se asume que la carga transitoria es 4.6 veces la carga de los electrodomésticos de mayor consumo , se recurrió a estas consideraciones ya que una mejor caracterización de la carga representa una tarea propia de un trabajo complementario.



Load Profile Name:

Load Profile Parameters	
Building Floor Area	<b>100</b>
Floor Area Ratio	0,8
Peak KVA Per Area	0,0747
Average KVA Per Area	0,03735
Peak PF	0,9
Average PF	0,9
In-Rush KVA	18,675
Motor Start PF	0,5
Number Of Phases	1
Coincidence Curve	Matriz Double[]

**Figura 5.32:** Perfil de carga de los usuarios.



## CAPÍTULO 6

### 6. ANALISIS DE RESULTADOS

#### 6.1. Comparación de los resultados obtenidos en el SGP y en Designer

**Tabla 6.1:** Cuadro comparativo de valoración SGP vs DESIGNER.

	<b>SGP</b>	<b>DESIGNER</b>
<b>MATERIAL</b>	98211,59	105618,60
<b>MANO DE OBRA</b>	22478,68	37650,22
<b>TOTAL</b>	120690,27	143266,50

En la Tabla 6.1 podemos observar los resultados generales que se obtuvieron para la valoración del diseño H&H entre Designer y el SGP de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR.

##### 6.1.1. Análisis de Valoración

Para la comparación de la valoración se han utilizado los resultados dados por el SGP, y aunque en dicho programa no existe valores para redes subterráneas ya que estas aún no se han homologado, se ha tomado los valores alternos de otros elementos lo más parecidos en cuanto a materiales, tanto para el SGP y Designer se ha considerado el mismo valor alterno; los resultados difieren debido a que internamente Designer maneja conceptos y valores de factores en cambio el SGP al ser un programa hecho a la medida de las necesidades de la Empresa Eléctrica Centrosur es más flexible en cuanto a los cálculos, las unidades constructivas con su valoración en mano de obra y materiales individual se observa en el ANEXO H.

Existe una diferencia en la valoración entre SGP y Designer del 15.76%, por los motivos explicados anteriormente.

##### 6.2. Valoración de proyectos en SGP

El SGP al ser un aplicativo desarrollado por la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR, posee una flexibilidad en cuanto a la programación, modificación o funcionamiento de acuerdo a las necesidades de la misma. Es por este motivo que se pueden obtener varios reportes de acuerdo a la necesidad de requerimiento de información, entre ellos:

1. Información económica del proyecto
2. Listado de unidades de construcción en mano de obra calificada y no calificada
3. Listado de materiales





### 6.2.1. Información Económica del proyecto

En la Figura 6.1 muestra el reporte que contiene un resumen de la información económica del proyecto, en el ANEXO B se puede observar cómo realiza el SGP los diferentes cálculos para esta información.

1. CARACTERISTICAS GENERALES		2. PARAMETROS DE CALCULO		
PROYECTO:	L 06278 LOTIZACION H&H COMPAÑIA HIDALGO HIDALGO	#Ord.	Sec	Fecha Vigencia
PROVINCIA:	AZUAY	Precio Materiales	21 1	15/06/2016
CANTON:	CUENCA	Precio Mano de Obra	45	01/02/2016
PARROQUIA:	MULTI	Cientes: Nuevos	0	FD 1,025
TIPO DE OBRA:	NUEVA CUENTA PRESUPUESTARIA:	Antiguos	0	FDT 1,000
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO SIN ESTUDIOS:</b>		150.033,64	<b>CON ESTUDIOS:</b> 157.400,44	
3. RESUMEN PRESUPUESTARIO MATERIALES EN USD				
Material Nuevo .....	98.211,50	10, % IMPREVISTOS x MATERIALES	9.821,16	
Material Eq. Medición	0,00			
Material Reutilizados...	0,00	15, % ADMINISTRACION x MATERIALES	14.731,74	
Material Reingresados.	0,00			
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>	98.211,50	<b>TOTAL MATERIALES..</b>	122.764,49	
4. RESUMEN PRESUPUESTARIO MANO DE OBRA EN USD				
MONTAJE		DESMONTAJE		DESMONTAJE - MONTAJE
Por MOC	8.936,55	Por MOC	0,00	Por MOC 0,00
Por MONC	13.543,13	Por MONC	0,00	Por MONC 0,00
Medidores	0,00			
<b>Total Mont.**</b>	22.479,68	<b>Total Desm.**</b>	0,00	<b>Total MonDes**</b> 0,00
5. TRANSPORTE				
A Sitio	2.091,91			
A Bodega	0,00			
			<b>Total por Transpc</b>	2.091,91
6. RESUMEN TOTAL EN USD				
Costo Total Proyecto Mat+MO+Transp.	147.336,08	Impuestos SIDE:	0,0	
12 <u>% IVA** (Mano de Obra)</u>	2.697,56			
		MONC por Usuario	13.543,13	
<b>Costo Total Proyecto con IVA +SIDE</b>	150.033,64	<b>COSTO POR CLIENTE TOTALES</b>	150.033,64	
7. ESTUDIOS				
	5, % ESTUDIOS..	7.366,80		
8. GARANTIAS, ACOMETIDAS Y MEDIDORES EN USD				
	Precio Unitario sin IVA	Precio Total con IVA		
Garantía de Consumo	0,00	0,00		
** Items a los que se aplica el IVA				
Nota: Los precios unitarios y tasas, pueden cambiar sin previo aviso.				

Figura 6.1: Información económica del proyecto.



### 6.2.2. Valoración por mano de obra

El reporte de la Figura 6.3 muestra un desglose de valoración por mano de obra, tanto calificada como no calificada para el proyecto Hidalgo & Hidalgo

<b>PROYECTO: REDES DE LA COMPAÑIA HIDALGO HIDALGO</b>		<b>DATOS DE REPLANTEO</b>	
<b>PROVINCIA:</b>	AZUAY	<b>TIPO DE OBRA:</b>	NUEVA
<b>CANTON</b>	CUENCA	<b>Factor Distancia:</b>	1,025
<b>PARROQUIA</b>	NULTI		

<b>MONTAJE (CALIFICADA)</b>				
Código	Descripción	Cantidad	P.Unitario	P.Total
C85	2066 1 TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 2 AWG 25KV, 1F M.T. EN DUCTO 110MM	1.424	531,09	756,27
C85	2082 1 TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 8 AWG EN POLITUBO PVC	1.566	178,41	279,39
C85	2084 1 TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 4 AWG EN POLITUBO PVC	633	234,68	148,55
C85	2085 1 TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 2 AWG, 1F EN DUCTO 110MM	24	246,43	5,91
C85	2086 1 TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 1/0 AWG, 1F EN DUCTO 110MM	1.614	246,43	397,74
C85	2088 1 TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 3/0 AWG, 1F EN DUCTO 110MM	169	271,07	45,81
L85	2308 1 MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 250W. AUTOCENTROLADA	63	23,98	1.510,74
L85	2415 1 BAJANTE AP CONDUCTOR 2*8 AWG, POR INTERIOR DE POSTE	500	9,05	4.525,00
P48	3500 1 PINTURA DE CODIGO EN POSTE	68	2,19	148,92
P48	3501 1 DIRECCION DE PLANTADO DE POSTE	68	2,61	177,48
S08	1800 1 SECCIONADOR S1,1 PROTECTOR SOBRETENSION Y PUESTA TIERRA (SP1)	12	29,40	352,80
T36	1914 1 MONTAJE E INST. ESTAC. TRANSFORMACION 1F AUTOPROTEG. DE 50KVA	6	97,99	587,94
<b>TOTAL POR MONTAJE</b>				<b>8.936,55</b>
<b>TIEMPO APROXIMADO DE EJECUCIÓN EN DIAS</b>				<b>22</b>
<b>MONTAJE SUBTOTAL</b>				<b>8.936,55</b>
<b>Total.....</b>				<b>8.936,55</b>
<b>Valor por Transporte (Por Factor Distancia)</b>				
<b>TOTAL TRANSPORTE</b>				<b>223,41</b>
<b>Total Total USD (Sin IVA).....</b>				<b>9.159,96</b>

<b>MONTAJE (NO CALIFICADA)</b>				
Código	Descripción	Cantidad	P.Unitario	P.Total
D80	5110 1 POZO DE REVISION 40X40 CON TAPA ENLUCIDO	91	0,00	0,00
P48	5115 1 LIMPIEZA DE EXCAVACION	1	8,93	8,93
P48	5250 1 TENDIDO DE POLITUBO DE HASTA 3" Y GUIA (INC. CABLE GALV. #10), PCI	12.106	0,93	11.258,58
P48	5251 1 EXCAVACION DE ZANAJA EN TERRENO NORMAL Y/O CONCRETO M3	1	20,46	20,46
P48	5260 1 EXCAV. PARA TENSOR O POSTE <=12M, D<=60CM, TER NORMAL O CONC, CONCEN	3	16,74	50,22
P48	5301 1 DESALOJO DE MATERIAL SOBRENTE POR M3	1	19,13	19,13
P48	5304 1 SUMINISTRO Y ACOPIO DE FIBRA D<=50M, PARA POSTES DE HASTA 12M	1	12,40	12,40
P48	5308 1 SUMINISTRO Y ACOPIO DE FIBRA D<=50M, PARA TENSORES	2	17,67	35,34
P48	5335 1 RELLENO DE ZANAJA	209	10,23	2.138,07
<b>TOTAL POR MONTAJE</b>				<b>13.543,13</b>
<b>TIEMPO APROXIMADO DE EJECUCIÓN EN DIAS</b>				<b>121</b>
<b>MONTAJE SUBTOTAL</b>				<b>13.543,13</b>
<b>Total.....</b>				<b>13.543,13</b>

Figura 6.2: Valoración por mano de obra (1/2).



## Universidad de Cuenca

### TRANSPORTE A SITIO (TRANSPORTE)

Código	Descripción	Cantidad	P.Unitario	P.Total
P48 5012 1	CARGA-TRANS-DESCARGA POSTE H.A. 12M.	1	27,62	27,62
P48 5023 1	CARGA-TRANSPORTE-DESCARGA DE POSTE H.A. DE 10M.	65	27,62	1.795,30
<b>TOTAL POR TRANSPORTE</b>				<b>1.822,92</b>
<b>TIEMPO APROXIMADO DE EJECUCIÓN EN DIAS</b>				<b>3</b>
<b>TRANSPORTE SUBTOTAL</b>				<b>1.822,92</b>
<b>Total.....</b>				<b>1.822,92</b>
<b>Valor por Transporte (Por Factor Distancia)</b>				
<b>TOTAL TRANSPORTE</b>				<b>45,57</b>
<b>Total Total USD (Sin IVA).....</b>				<b>1.868,49</b>

**Figura 6.3:** Valoración por mano de obra (2/2).

### 6.2.3. Listado de Materiales

La Figura 6.4 es un reporte en el que se observa el detalle de los materiales que se ocupan para las unidades compatibles que maneja SGP.

### LISTADO DE MATERIALES MONTAJE

POSTE #		1		Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
01	04	01	420	CONDUCTOR DESNUDO CABLEADO COBRE DURO 2 AWG, 7 HILOS	MT	150	5,89	883,50	
01	04	27	010	CABLE DE ACERO RECUBIERTO CU COPPERWELD, CALIBRE 1/0 AWG (50MM2)MTR.	MT	66	4,62	304,92	
01	06	01	180	CONDUCTOR AISL SOLIDO POT 600V TW CU 14 AWG	MT	315	0,25	78,75	
01	06	01	300	CONDUCTOR AISL SOLIDO POT 600V TW CU 8 AWG	MT	13.000	0,84	10.920,00	
01	08	03	500	CONDUCTOR DE CU, AISLADO 600V, TIPO THHN NO.3/0 AWG, 19 HILOS	MT	42	11,29	474,18	
01	10	02	300	CONDUCTOR AISL CABL DE POT 2000V TTU CU 8 AWG	MT	1.566	1,31	2.051,46	
01	10	02	380	CONDUCTOR AISL CABL DE POT 2000V TTU CU 4 AWG	MT	633	3,24	2.050,92	
01	10	02	420	CONDUCTOR AISL CABL DE POT 2000V TTU CU 2 AWG	MT	24	4,56	109,20	
01	10	02	460	CONDUCTOR AISL CABL DE POT 2000V TTU CU 1/0 AWG	MT	1.614	8,02	12.944,28	
01	10	02	500	CONDUCTOR AISL CABL DE POT 2000V TTU CU 3/0 AWG	MT	169	13,27	2.242,63	
01	10	24	420	CONDUCTOR CABLEADO DE COBRE TIPO XLPE 25 KV 90°C CALIBRE 2 AWG	PZ	1.424	9,71	13.827,04	
02	10	98	160	CINTA TIPO HERIBAND DE ACERO INOXIDABLE DE 3/4" F (METROS)	MT	24	2,08	49,92	
02	20	01	010	ABRAZADERA PLETINA GALV SIMPLE DI 38X130-150 MM	PZ	12	4,18	50,16	
02	20	02	010	ABRAZADERA PLETINA GALV DOBLE DI 38X130-150 MM	PZ	12	4,45	53,40	
02	35	30	260	VARILLA PUESTA A TIERRA COPPERWELD 15.87 X 1800 MM	PZ	18	18,64	335,52	
02	41	03	090	CONECTOR PERNO HENDIDO AL/CU 6-2/0 AWG	PZ	126	4,62	582,12	
02	41	26	070	CONECTOR RANURA PARALELA CU 6-2/0 (70MM) AWG	PZ	30	12,52	375,60	
02	41	35	030	CONECTOR DE LINEA ENERGIZADA AL/CU 6-4/0 AWG	PZ	6	16,00	96,00	
02	44	05	11	POSTE CIRCULAR DE HA DE 10M	PZ	65	213,63	13.885,95	
02	44	05	150	POSTES DE HORMIGON ARMADO CIRCULAR DE 12 MTS.	PZ	1	327,03	327,03	
02	60	50	030	PARARRAYO VALVULA DISTRIBUCION 10KA 18KV	PZ	12	61,09	733,08	
02	61	19	610	SECCIONADOR FUSIBLE TIPO ABIERTO 15/27KV 100A	PZ	12	70,33	843,96	
02	62	12	020	TIRAFUSIBLE CABEZA ROSCADA TIPO "H" 2 A	PZ	12	1,70	20,40	
02	70	07	200	LUMIN CERRADA SOD AP CF, LAMP 250W,220V	PZ	63	262,79	16.555,77	
02	75	18	010	SUELDA EXOTERMICA 115	PZ	6	5,20	31,20	
03	03	01	130	TRAFO MONOF AUTOPR 1 BIJE 12.7KV/240-120V 50 KVA	PZ	6	3.061,58	18.369,48	
06	01	29	540	HEBILLA PARA FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 19,05 MM (3/4")	PZ	24	0,63	15,12	
<b>Total en Poste</b>									<b>98.212</b>

**Figura 6.4** Listado de materiales SGP.



### 6.3. Valoración de Proyectos en Designer

#### 6.3.1. Reporte de Inventario

Este reporte aplicado al Proyecto “Hidalgo & Hidalgo” se puede observar a continuación en la Figura 6.5.

#### Reporte: Inventario de Materiales

**Work Request Information:**

Nombre Req. Trabajo (Work Request): H&H Hidalgo Hidalgo  
 Nro. Requerimiento: 118  
 Estado Req.: En diseño  
 Address: Nulty  
 Cuenca

**Informacion del Diseño:**

Nombre del Diseño: H&H Hidalgo Hidalgo  
 Numero de Diseño: 1  
 Design Status: En diseño

**Unidades Compatibles No asociadas a Localización de Trabajo**

Compatible Unit Code	Compatible Unit Description	Work Function	Quantity	Length
AP-4-APD-0PLCS250AC	MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 250W. AUTOCONTROLADA-Sodio Cerrada-APD-0PLCS250AC	Install	1	--
AP-4-APD-0PLCS250AC	MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 250W. AUTOCONTROLADA-Sodio Cerrada-APD-0PLCS250AC	Install	1	--

Figura 6.5 Reporte de inventario Designer.

#### 6.3.2. Reporte de Valoración

El reporte Designer de valoración del proyecto “Hidalgo & Hidalgo” que se muestra en la Figura 6.6 es el resumen de mano de obra en montaje, desmontaje y montaje-desmontaje. Costo de los materiales y el valor del Scrap, que resta el valor al costo de materiales.

#### Design Cost Report

**Work Request Information:**

Work Request Name: H&H Hidalgo Hidalgo  
 Work Request Number: 118  
 Work Request Status: In Design  
 Address: Nulty  
 Cuenca

**Design Information:**

Design Name: H&H Hidalgo Hidalgo  
 Design Number: 1  
 Design Status: In Design

	Work Function	Material	Labor	Total
<b>Debits:</b>	Montaje	\$105,618.60	\$37,650.22	\$143,266.50
	Subtotal	\$105,618.60	\$37,650.22	\$143,266.50
<b>Credits:</b>	Scrap Recovery	\$0.00	\$0.00	\$0.00
<b>Totals:</b>		\$105,618.60	\$37,650.22	\$143,266.50

Figura 6.6: Reporte del Valoración de Diseño.



### 6.3.3. Análisis del flujo de trabajo DESIGNER y SGP

Tabla 6.2: Comparación de flujo de trabajo.

Flujos de trabajo en la gestión de diseños	
PROYECTOS DE DISTRIBUCIÓN SIGADE	DESIGNER
Ingreso manual del proyecto en SIGADE	Inicio de Sesión en Work Flow Manager
Envío físico del diseño a las Zonas	Envío digital del diseño valorado por el diseñador al encargado de aprobación
Aprobación a cargo de los jefes de zonas	Aprobación en Designer por el encargado de aprobación
Recepción física del diseño para valoración	
Envío manual del proyecto para ingreso del polígono en SIG	
Construcción del proyecto	Construcción del proyecto
Actualización del replanteo del diseño	Actualización del replanteo del diseño
Envío físico del diseño para la actualización en SIG	Con un botón se puede registrar el diseño en la base corporativa de la empresa
Liquidación del proyecto	

En la Tabla 6.2 se observa la comparación de flujos de trabajo entre Designer y SGP, cada uno muestra las etapas por las cuales un diseño tiene que cursar hasta su impacto en el SIG. Los flujos con más detalle se trataron en el capítulo 4. Sin embargo se observa que Designer simplifica labores manuales como el traslado de las carpetas físicas de los diseños, así como al momento de su actualización de proyectos en el SIG mediante Designer se vuelve una tarea instantánea.

### 6.3.4. Análisis de Costos Beneficio

El costo de una licencia primaria de Designer en el mercado está en \$12.757,00, para que un contratista pudiese adquirirla, sus ingresos de acuerdo al número de diseños que tenga tanto en el sector privado como por parte de la empresa, deberán cubrir estos gastos y representar una margen de ganancia. Esto no representaría una solución ya que el número máximo de contratos asignados a diseñadores es máximo de uno ya que el número de diseños es mucho menor al número de diseñadores. Este sería un primer escenario para la implementación de Designer.

Un segundo escenario está representado mediante implementación de un centro de cómputo por parte de la empresa para que los contratistas realicen los diseños de sus proyectos en Designer, esto incurrirían en costos de licenciamiento por el número de computadores implementadas, los costos de licencias secundarias están en \$11.694,00.



Entre los beneficios para la empresa están los costos de hora hombre involucradas en la valoración de los proyectos y en la edición de ArcGis, con Designer estos tiempos disminuirían.

El tiempo empleado para la valoración de un diseño es aproximadamente de una hora, el personal que realiza esta tarea percibe alrededor de \$ 15,28 por hora.

Al utilizar Designer como herramienta de valoración esto representaría un ahorro de tiempo de casi el 60%, ya que evita la duplicidad de trabajo al momento de registrar los elementos para la valoración y posteriormente para la edición.

Para implementar una herramienta como estas se podría realizar de dos maneras:

1. Solicitar a los contratistas la adquisición de esta herramienta de forma análoga al AutoCAD o al ArcGis como se lo realiza hoy en día y que se considere en los precios unitarios que la empresa paga por diseños el rubro de dicha inversión.
2. Disponibilidad en la empresa de un Centro de Cómputo para que los contratistas puedan realizar el dibujo del diseño, así como valorarlo.

La segunda opción resulta la más adecuada ya que para adquirir esta herramienta se requiere también disponer de ArcGis lo cual encarece los costos para el contratista resultando no rentable al diseñador.

Realizando un análisis rápido y de varios supuestos se realizará a continuación un listado de los elementos que se requerirían como inversión para la empresa al momento de poner en producción la segunda opción de implementación de esta herramienta, para el ejemplo se considerará solo en el edificio matriz es decir en la ciudad de Cuenca:

- 5 computadoras personales con un valor de \$ 1.000 por cada equipo, dando como resultado el valor de \$ 5.000,00.
- \$40.000,00 por todas las licencias de Designer secundarias ya que la empresa dispone de una primaria y una secundaria y de acuerdo al licenciamiento de este software por cada 10 licencias secundarias se requiere de una licencia primaria, finalmente se debe considerar el valor de mantenimiento que es alrededor de \$10.000 por las licencias existentes. Esto sumado al valor de las computadoras da un total de \$ 55.000. Al momento existen 6 operadores geográficos que se dedican a la edición de Redes Eléctricas de Distribución, suponiendo que el tiempo efectivo dedicado a la edición de redes es del 50% ya que también registran los cambios que se efectúan en la red como parte de operación y mantenimiento y también el registro de nuevos clientes; tomando en cuenta 20 días laborable al mes por 4 horas diarias y esto por el valor de hora da un total de \$7.334,40 mensual.
- En conclusión, se trataría de un ahorro del 60% del valor de los \$7.334,40 mensual para la empresa, sin embargo y adicionalmente al valor ahorrado es la oportunidad de la información ya que esta se vería reflejada de manera más rápida al momento de la construcción.

## 6.4. Herramientas de Análisis

### 6.4.1. Secondary Circuit Analysis

El perfil de voltajes en cada punto de los diferentes circuitos para el transformador T1 se expone a continuación.

#### 6.4.1.1. T1-29106 malla (1P50kVA)

#### 6.4.1.2. Caída de Voltaje

#### Circuito C1/T1

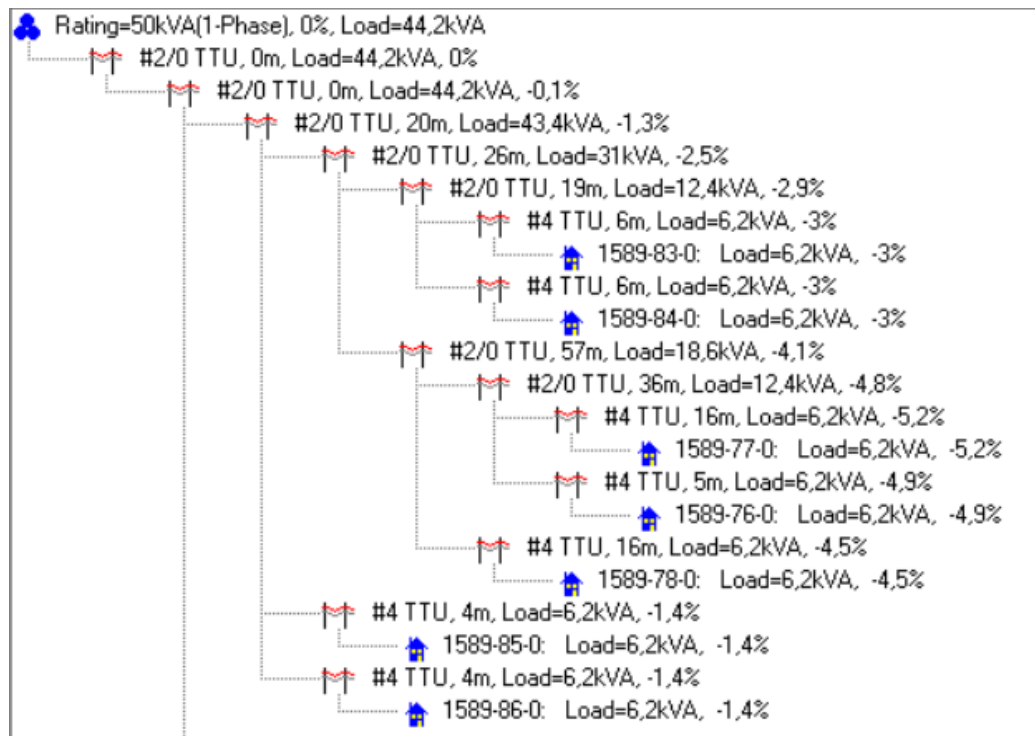


Figura 6.7: Circuito C1/T1 implementado.

Es importante indicar que esta herramienta no considera un factor de coincidencia para las cargas de un circuito, lo cual representa un inconveniente si se desea realizar una comparativa de sus resultados frente al método de cálculo de caídas de voltaje empleado por la Empresa Eléctrica CENTROSUR, por lo que se tomó la demanda de diseño que proporciona la empresa en la cual si interviene un factor de coincidencia y dividirla para el número de usuarios para observar si esta alternativa proporciona resultados similares.

Una vez seleccionado un circuito para el análisis, si bien las distancias automáticamente se configuran para cada uno de los tramos aprovechando que se encuentra dibujado en un SIG, no así para el tipo y calibre de conductor, esa configuración es una tarea manual y repetitiva que debe ser realizada por el usuario, tarea que puede ser tediosa para análisis en los cuales los circuitos sean extensos.



Toda la información de la Figura 6.7 se resume en la Tabla 6.3.

**Tabla 6.3:** Caídas de voltaje del C1/T1 (Secondary Circuit Analysis).

TRAMO				DMD	CONDUCTOR	
Designación	Longitud [m]	Consumidores		kVA	Calibre AWG	DV %
		abon.	lum. [W]			Acumulado
CIRCUITO 1						
OPC5-OPC6	20	7		43,40	2/0	1,3
OPC6-OPB7	19	5		31,00	2/0	2,2
OPB7-OPB10	8	5		31,00	2/0	2,5
OPB10-OPA11	19	2		12,40	2/0	2,9
OPB10-OPB12	29	3		18,60	2/0	3,37
OPB12-OPB13	29	3		18,60	2/0	4,1
OPB13-OPA14	36	2		12,40	2/0	4,8

De acuerdo a Secondary Circuit Analysis la máxima caída de voltaje es de 4,8% al final del tramo entre los pozos OPB13-OPA14, valor que se encuentra dentro del 5.5% para este tipo de proyectos. Las caídas de voltaje para cada circuito también fueron calculadas mediante las tablas propias de la empresa obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 6.4:** Caídas de voltaje C1/T1 método Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR.

MÉTODO EMPRESA ELÉCTRICA CENTRO SUR C.A.											
TRAMO				DMD	Circuito	CONDUCTOR			COMPUTO		
Designación	Longitud [m]	Consumidores		KVA	ases-Conds	Calibre AWG	FDV VAxM(DV=1%)	KVA x M	DV %		
		abon.	lum. [W]						Parcial	Acumulado	Máximo
<b>CAIDA DE TENSION ABONADOS</b>											
CIRCUITO 1/T1											
OPC5-OPC6	20	7		43,52	2F3C	2/0	683	870,30	1,27	1,27	
OPC6-OPB7	19	5		32,09	2F3C	2/0	683	609,62	0,89	2,17	
OPB7-OPB10	8	5		32,09	2F3C	2/0	683	256,68	0,38	2,54	
OPB10-OPA11	19	2		13,99	2F3C	2/0	683	265,88	0,39	2,93	<b>2,93</b>
OPB10-OPB12	29	3		20,20	2F3C	2/0	683	585,87	0,86	3,40	
OPB12-OPB13	29	3		20,20	2F3C	2/0	683	585,87	0,86	4,26	
OPB13-OPA14	36	2		13,99	2F3C	2/0	683	503,77	0,74	5,00	5,00

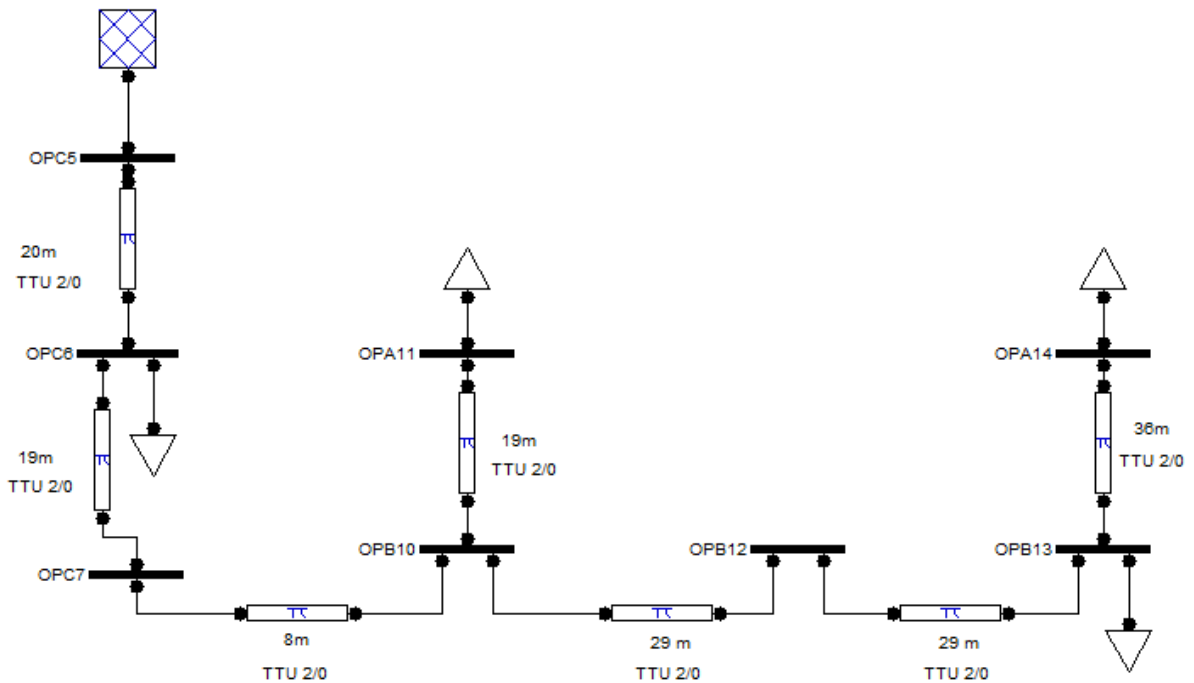
Los resultados detallados en la Tabla 6.5 indican que prácticamente se obtienen las mismas caídas de voltaje en los dos métodos de cálculo, la variación máxima es 0,196% lo que permite validar los resultados del Secondary Circuit Analysis.

Adicionalmente se realizaron cálculos de flujos de potencias de las redes analizadas mediante de software libre de análisis de redes eléctricas PSAT versión 2.1.9, la red simulada del circuito C1/T1 se indica en la Figura 6.8.



**Tabla 6.5:** Comparación caídas de voltaje C1/T1.

TRAMO				CONDUCTOR	Secondary Circuit	CENTROSUR	Variación
Designación	Longitud [m]	Consumidores		Calibre AWG	Analysis	DV %	%
		abon.	lum. [W]		DV % Acumulado	Acumulado	
CIRCUITO 1							
OPC5-OPC6	20	7		2/0	1,3	1,27	0,026
OPC6-OPB7	19	5		2/0	2,2	2,17	0,033
OPB7-OPB10	8	5		2/0	2,5	2,54	0,043
OPB10-OPA11	19	2		2/0	2,9	2,93	0,032
OPB10-OPB12	29	3		2/0	3,37	3,40	0,030
OPB12-OPB13	29	3		2/0	4,1	4,26	0,158
OPB13-OPA14	36	2		2/0	4,8	5,00	0,196



**Figura 6.8:** Circuito C1/T1 (PSAT).

Los valores de voltajes en cada nodo en valores de por unidad se indican en la Tabla 6.6.

En la Tabla 6.7 se realiza una comparación de estos resultados frente a los obtenidos mediante Secondary Circuit Analysis.



**Tabla 6.6:** Caídas de voltaje del circuito C1/T1 (PSAT).

Bus	Vm (p.u.)	Va (rad)
[1]-OPA11	0.96882	-0.02019
[2]-OPA14	0.95158	-0.0308
[3]-OPB10	0.97267	-0.0177
[4]-OPB12	0.9658	-0.02187
[5]-OPB13	0.95875	-0.02591
[6]-OPC5	1	0
[7]-OPC6	0.98667	-0.00857
[8]-OPC7	0.97709	-0.01484

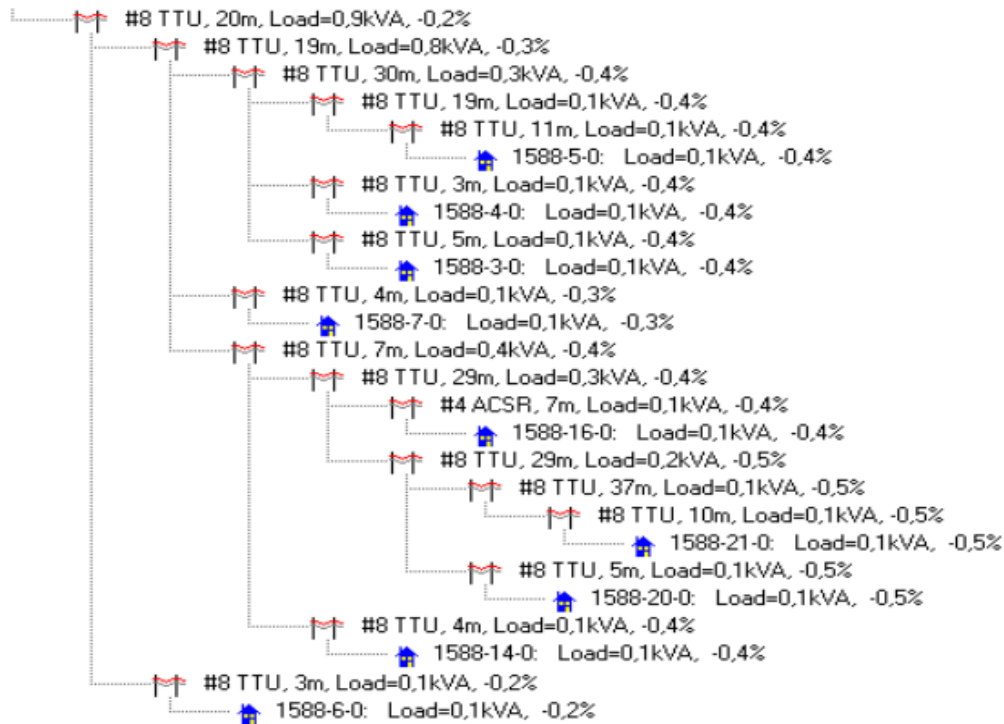
**Tabla 6.7:** Comparación caídas de voltaje del circuito C1/T1 PSAT vs Secondary Circuit Analysis.

Nodo	CONDUCTOR	Flujo de Potencia PSAT			Secondary Circuit	Variación
		Voltaje P.U.	$\theta$ Rad	DV %	Analysis	
Designación	Calibre AWG				DV % Acumulado	%
CIRCUITO 1						
OPC5	2/0	1	0	0	0	0.000
OPC6	2/0	0.98667	-0.00857	1.333	1.3	0.033
OPB7	2/0	0.97709	-0.01484	2.291	2.2	0.091
OPB10	2/0	0.97267	-0.0177	2.733	2.5	0.233
OPA11	2/0	0.96882	-0.02019	3.118	2.9	0.218
OPB12	2/0	0.9658	-0.02187	3.42	3.37	0.050
OPB13	2/0	0.95875	-0.02591	4.125	4.1	0.025
OPA14	2/1	0.95158	-0.0308	4.842	4.8	0.042

Los resultados indican que mediante un flujo de potencia se tienen caídas de voltaje que difieren máximo en un 0.23% con referencia a las caídas de voltaje proporcionadas por la herramienta Secondary Circuit Analysis.

### Circuito C2/T1

Siguiendo el mismo procedimiento se tienen los resultados para el circuito de iluminación C2/T1.



**Figura 6.9:** Circuito C2/T1 implementado.

En los circuitos de iluminación el inconveniente relacionado con la falta de un factor de coincidencia no tiene mayor implicación ya que en este caso es 1, sin embargo se debe tener presente el limitante que representa la falta de dicho factor para un análisis de circuitos en los cuales es necesario considerar una distribución de carga general.

Respecto a los cálculos de caídas de voltaje para el circuito de iluminación C2/T1, se comprueba que de igual manera al circuito C1/T1 las variaciones entre la herramienta y el método de la empresa no supera el 0,074%, es decir prácticamente se obtienen los mismos resultados.

**Tabla 6.8:** Comparación caídas de voltaje C2/T1.

Designación	TRAMO		CONDUCTOR Calibre AWG	Secondary Circuit	CENTROSUR	Variación	
	Longitud [m]	Consumidores		Analysis	DV %	%	
		abon.		lum. [W]	DV % Acumulado	Acumulado	
CIRCUITO 2/T1							
OPC5-OPC6	20		900	8	0,2	0,16	0,042
OPC6-OPB7	19		800	8	0,3	0,29	0,009
OPB7-OPA8	30		300	8	0,4	0,37	0,030
OPA8-OPA9	19		100	8	0,4	0,39	0,013
OPB7-OPB10	8		500	8	0,4	0,33	0,074
OPB10-OPB12	29		400	8	0,4	0,43	0,028
OPB12-OPB13	29		300	8	0,5	0,50	0,004
OPB13-OPA14	36		200	8	0,5	0,57	0,067



Las caídas de voltaje para el circuito C2/T1 mediante PSAT se exponen en la Tabla 6.9 conjuntamente con su comparación en referencia a los resultados de Secondary Circuit Analysis.

**Tabla 6.9:** Comparación caídas de voltaje del circuito C2/T1 PSAT vs Secondary Circuit Analysis.

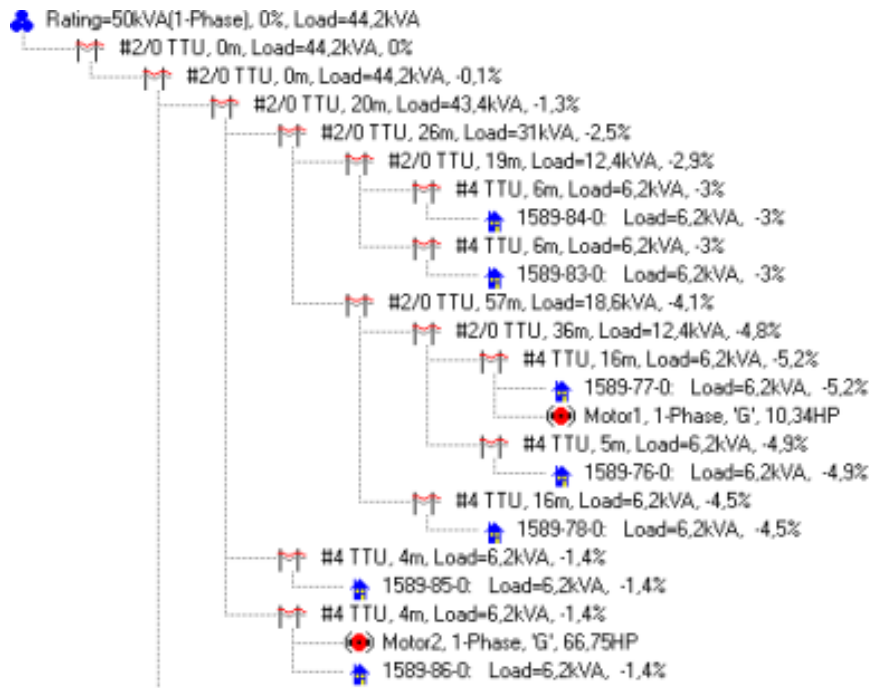
Nodo	CONDUCTOR	Flujo de Potencia			Secondary Circuit	Variación
Designación	Calibre AWG				Analysis	%
		Voltaje P.U.	$\theta$ Rad	DV %	DV % Acumulado	
CIRCUITO 1						
OPC5	8	1	0	0	0	0.000
OPC6	8	0.99828	-0.01559	0.172	0.2	0.028
OPB7	8	0.99736	-0.02329	0.264	0.3	0.036
OPA8	8	0.99654	-0.026	0.346	0.4	0.054
OPA9	8	0.9964	-0.02649	0.36	0.4	0.040
OPB10	8	0.99718	-0.0253	0.282	0.4	0.118
OPB12	8	0.99683	-0.0294	0.317	0.4	0.083
OPB13	8	0.9965	-0.03215	0.35	0.5	0.150
OPA14	8	0.996	-0.03372	0.4	0.5	0.100

El cálculo de caídas de voltaje mediante un diseño implementado en SIG permite realizar un análisis más detallado en comparación con la metodología de la empresa, ya que se consideran aspectos como bajantes entre las unidades de transformación y seccionamiento, así como tramos correspondientes a acometidas residenciales, si bien son caídas de voltaje pequeñas alrededor del 0,1% para bajantes y menores al 1% en acometidas su consideración en el análisis permite una representación de circuitos más apegados a la realidad constructiva.

#### 6.4.1.3. Fluctuaciones Transitorias de Voltaje

Como se indicó en el capítulo 4, el Secondary Circuit Analysis complementa la información de perfiles de voltaje y corrientes de falla en un circuito con un análisis de la fluctuación de voltaje por el efecto flicker debido al uso de motores.

El análisis de la variación transitoria de voltaje en un punto particular de un circuito, simplemente se lleva a cabo con la adición de un “motor”, en la configuración de sus parámetros permite seleccionar el tipo de motor acuerdo a la clasificación NEMA la cual establece un factor entre su potencia nominal y la potencia de arranque, es así que de acuerdo al tipo de motor y el límite máximo de efecto flicker , Secondary Circuit Analysis calcula cuál es la potencia en HPs máxima del motor que garantiza operar dentro de los límites establecidos.



**Figura 6.10:** Adición de motores en el análisis del efecto flicker.

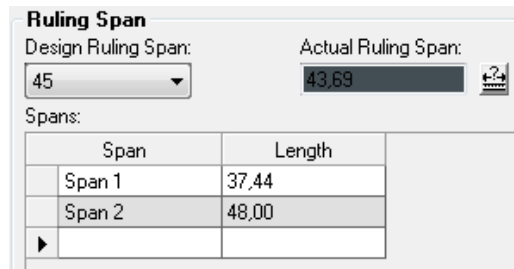
Se ingresaron dos motores NEMA “G”, en diferentes puntos de carga en el circuito C1/T1, nótese que para el mismo límite de 10% de flicker las potencias son diferentes, esto se debe a que el Motor1 se encuentra ubicado en un punto en el cual ya existe una caída de voltaje del 5,2% propia de la topografía del circuito ,de acuerdo al Secondary Circuit Analysis si se instala un motor en este punto, su potencia no puede ser superior a los 10,34 HPs, sin embargo la potencia del Motor2 es 66,75 HP debido a que se ubica en un punto con una caída de voltaje de solamente el 1,4%, lo que evidentemente permite la operación de un motor de mayor potencia considerando el mismo 10% de efecto flicker.

Los resultados que proporciona el Secondary Circuit Analysis mejoran la información técnica que hasta cierto punto representaría una ventaja para los diseñadores permitiéndoles obtener una visión más detallada de sus diseños eléctricos; sin embargo, éstos resultados lamentablemente no pueden ser exportados a un reporte final para ser adjuntados a la memoria técnica de un proyecto, como respaldo del adecuado dimensionamiento de sus equipos.

## 6.4.2. Structural Analysis

### 6.4.2.1. Vano de Diseño

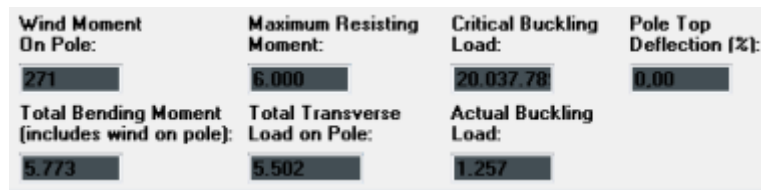
Es fundamental comprobar que las longitudes de los vanos que ejercen tensión al poste estén de acuerdo al vano de diseño seleccionado, de esta manera se asegura que los valores relacionados al vano de diseño en las diferentes tablas sean los correctos al momento de importarlos desde sus tablas correspondientes.



**Figura 6.11:** Comprobación del vano de diseño seleccionado.

### 6.4.2.2. Poste P1e-519237

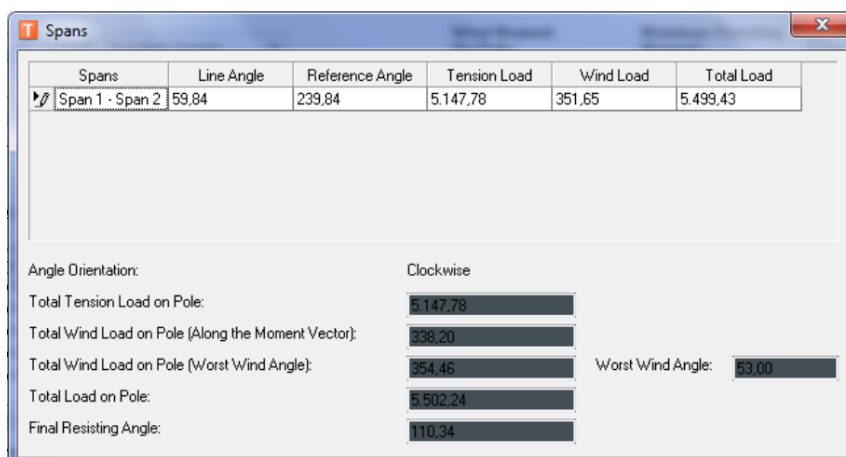
De acuerdo a los cálculos de la herramienta ningún momento (Kg-m) sobrepasa los valores nominales de la estructura, pues no se resalta en color rojo ningún casillero de la Figura 6.12, lo que demuestra que ninguna de las cargas transversales representan condiciones que comprometan la integridad de la estructura, en cuanto a la deflexión del poste en relación a su eje, es nula (0%) como se puede apreciar en la Figura 6.12.



**Figura 6.12:** Momentos y cargas en la estructura.

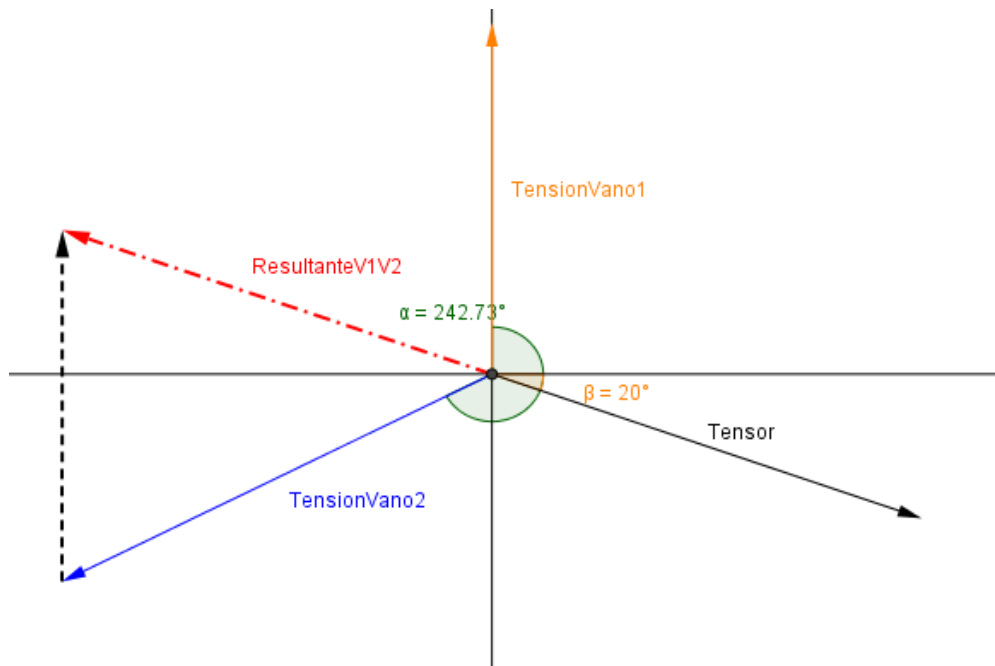
En relación al ingreso de los vanos Structural Analysis aprovecha que los tramos aéreos de conductores se encuentran representados gráficamente en el SIG, proporcionando información como distancias, ángulos entre los diferentes vanos y tipo de circuito (monofásico o trifásico) generando una interfaz de análisis amigable con el usuario.

Los momentos resultantes entre los diferentes vanos se detallan en la Figura 6.13.



**Figura 6.13:** Span Information.

El Structural Analysis de forma general se lo puede definir como un análisis mediante sumatorias de fuerzas y resultantes vectoriales, basado en esto se determina el ángulo (sentido horario) al cual el tensor deberá ser instalado para equilibrar la tensión resultante a la que se encuentra sometida la estructura, para el poste P1e-519237 el ángulo de instalación deberá ser de  $110,34^\circ$ , esto se puede apreciar de mejor manera en el diagrama vectorial de la Figura 6.14.



**Figura 6.14:** Diagrama Vectorial del poste P1e-519237.

Es importante destacar que actualmente la tarea de tendido de conductores en líneas de distribución no se lo realiza con una metodología en la cual se consideren factores de seguridad para la carga de rotura de conductores, simplemente se basan en la experiencia diaria para determinar la tensión a la cual son fijados, los valores ingresados en las tablas que requiere el Structural Analysis fueron obtenidos mediante tablas y fórmulas que se encuentran en el ANEXO C.

Después de analizar de forma detalla la metodología que emplea Structural Analysis , se determina que su modelo basado en fuerzas vectoriales ofrece resultados con la exactitud suficiente para estructuras que se encuentran en proyectos de distribución, en los cuales no exista una diferencia de nivel considerable, ya que el modelo de cálculo únicamente emplea sumatoria de fuerzas y momentos en un sistema de dos dimensiones, perdiendo exactitud sus resultados en escenarios en los cuales las estructuras se encuentren a diferente altura, ya que el comportamiento de vanos(distancias de seguridad) y fuerzas no necesariamente estarán apegados a la realidad, es propicio considerar este aspecto al momento de validar resultados.

### 6.4.2.3. Tensor

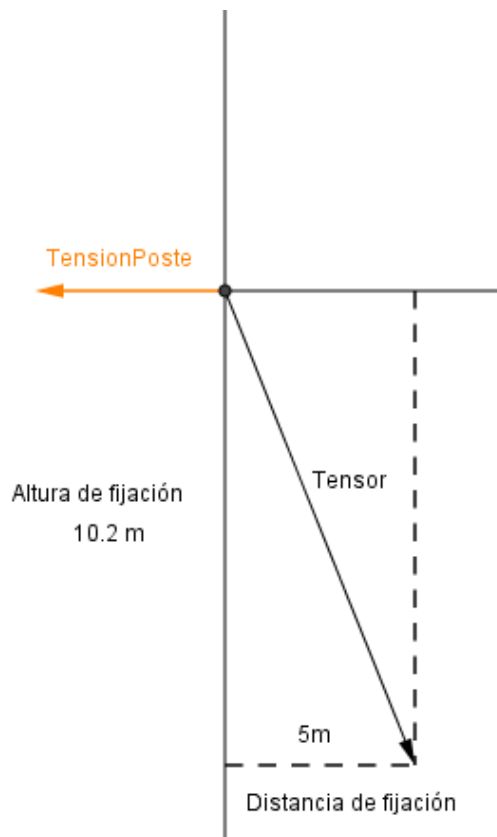
Guys and Anchors												
Total Pole Down Guy Capacity:			2.837	Total Span Guy Capacity:			0	Total Stub Down Guy Capacity:			0	
Total Load On Pole Down Guys:			1.273	Total Load On Span Guys:			0	Total Load On Stub Down Guys:			0	
												Add Guy
<input checked="" type="checkbox"/>	Type	Construction	Qty	Att. Height	Design Lead	Minimum Lead	Rated	Load	Anchor	Anchor ID	Anchor Rating	Anchor L
	3/8" Sieme	Pole Down Guy	1	10.2	5.00	3.00	2.837	1.273	A8-5/8x71" Varilla A...	A8	13.608	1.273

**Figura 6.15:** Información del tensor empleado.

El cable tensor para contrarrestar las cargas sobre el poste es uno del tipo “Tensor simple a tierra”, en el cual se asume que su punto de anclaje se encuentre a 5 metros.

Structural Analysis determina que el cable tensor estará sometido una carga de 1273Kg la cual le permite trabajar muy por debajo de su carga de rotura (2837 kg), lo mismo sucede para el anclaje varilla de Acero 5/8x71” garantizando su integridad mecánica de los dos elementos.

El diagrama vectorial del cable tensor se muestra en la Figura 6.16.



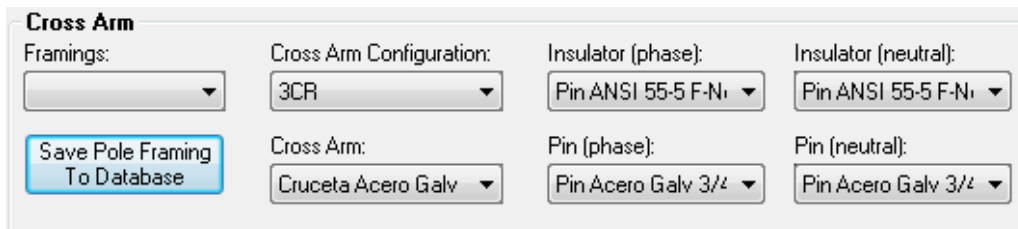
**Figura 6.16:** Diagrama Vectorial del cable tensor.

Los valores de la capacidad de retención de anclajes pueden presentar cierto grado de incertidumbre ya que actualmente en nuestro medio no se ha realizado una clasificación detallada de los tipos de suelos, los valores ingresados fueron tomados de normas e instructivos internaciones que se encuentran en el ANEXO D.



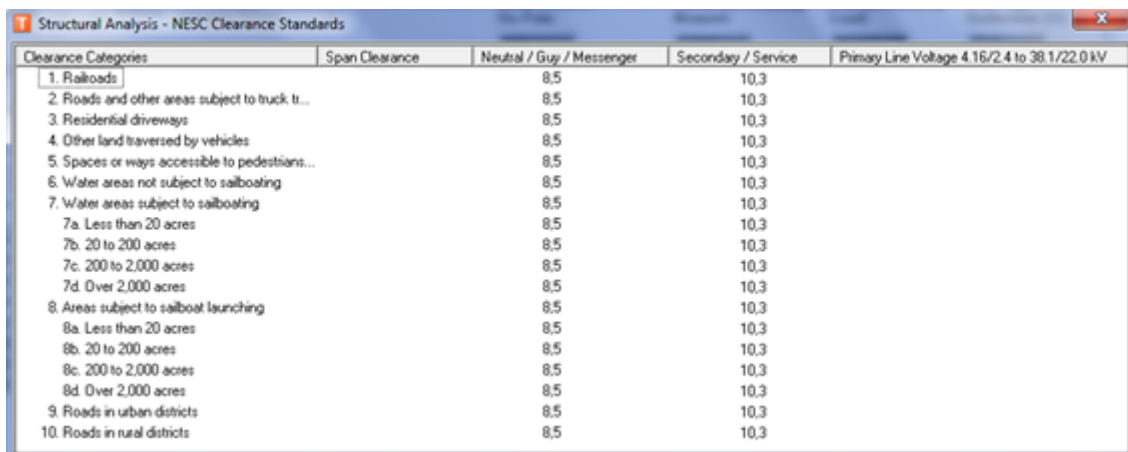
#### 6.4.2.4. Crucetas y Distancias de Seguridad

La integridad de crucetas y aisladores se encuentran garantizadas ya que en ninguno de los casos las tensiones a las que se encuentran sometidos infringen los valores máximos de resistencia mecánica, lo que refleja la ausencia de recuadros resaltados en color rojo de la Figura 6.17.



**Figura 6.17:** Elementos de la cruceta analizada.

De acuerdo a las tablas que las que se resumen tensiones y flechas para los vanos comúnmente empleado en redes de distribución, se puede determinar cuáles son las alturas a las que se encuentran los conductores aéreos considerando la flecha existente para una determinada longitud, en este caso, prácticamente no existe flecha, garantizando las distancias mínimas a los cuales deben encontrarse los conductores para salvaguardar la integridad de las personas de acuerdo a la norma NESC.



Clearance Categories	Span Clearance	Neutral / Guy / Messenger	Secondary / Service	Primary Line Voltage 4.16/2.4 to 38.1/22.0 kV
1. Railroads		8.5	10.3	
2. Roads and other areas subject to truck tr...		8.5	10.3	
3. Residential driveways		8.5	10.3	
4. Other land traversed by vehicles		8.5	10.3	
5. Spaces or ways accessible to pedestrians...		8.5	10.3	
6. Water areas not subject to sailboating		8.5	10.3	
7. Water areas subject to sailboating		8.5	10.3	
7a. Less than 20 acres		8.5	10.3	
7b. 20 to 200 acres		8.5	10.3	
7c. 200 to 2,000 acres		8.5	10.3	
7d. Over 2,000 acres		8.5	10.3	
8. Areas subject to sailboat launching		8.5	10.3	
8a. Less than 20 acres		8.5	10.3	
8b. 20 to 200 acres		8.5	10.3	
8c. 200 to 2,000 acres		8.5	10.3	
8d. Over 2,000 acres		8.5	10.3	
9. Roads in urban districts		8.5	10.3	
10. Roads in rural districts		8.5	10.3	

**Figura 6.18:** Distancias de seguridad para los vanos incidentes en P1e-519237.

Todo el análisis anterior afortunadamente puede ser almacenado como un posible escenario de operación, facilitando la creación de varias alternativas para una adecuada comparación en casos de contar con varias opciones de diseño para una misma estructura, característica que genera un valor agregado a toda la información que proporciona.

El nivel de análisis que proporciona esta herramienta, satisface los requerimientos para preservar la integridad de estructuras empleadas en proyectos de distribución, no se justifica un análisis más detallado que probablemente si sería necesario para estructuras

usadas en líneas expuestas a mayores exigencias estructurales o requieran un mayor grado de confiabilidad.

### 6.4.3. Design optimization

#### 6.4.3.1. Agrupación de predios

La tarea de agrupación organiza los predios seleccionados en grupos lógicos basados en la línea frontal, es decir todos los predios que se ubiquen al mismo lado de una calle pertenecerán a un mismo grupo, para el “Proyecto de Lotización compañía Hidalgo & Hidalgo”, en la Figura 6.19 y en la Figura 6.20 se observa como la herramienta Design Optimization realiza esta agrupación, indicando con el mismo color todos los predios pertenecientes un determinado grupo.

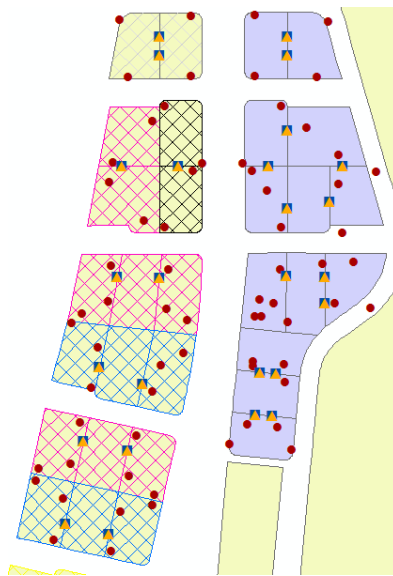


Figura 6.19: Agrupación de Predios (1/2).

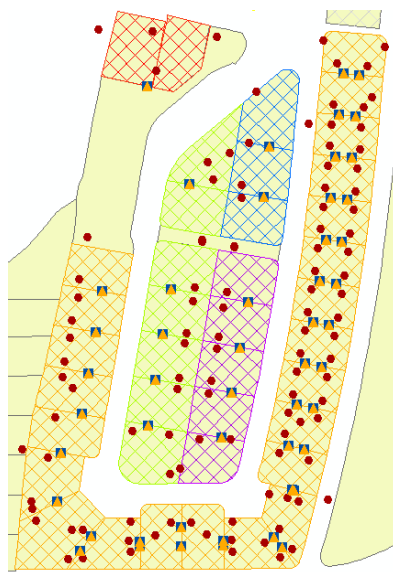
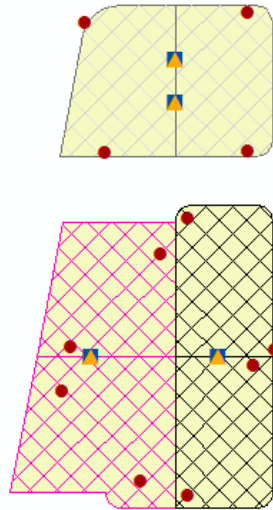


Figura 6.20: Agrupación de Predios (2/2).

Luego de observar los grupos resultantes, se determina que mediante el criterio de la línea frontal de predios se obtienen resultados que económicamente no representa la mejor alternativa para el diseñador, tal como se observa en la Figura 6.21 en la cual indica que los 6 predios se establecen en 3 diferentes grupos, requiriendo una unidad de transformación para cada uno de éstos.



**Figura 6.21:** Predios agrupados.

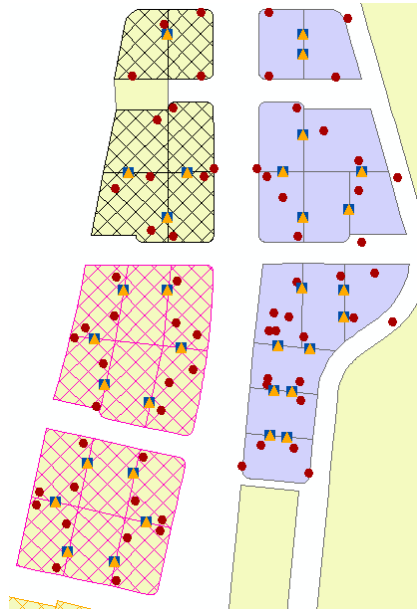
La agrupación basada en la línea frontal es adecuada para proyectos de distribución con bloques residenciales conformados por una gran cantidad de predios, aspecto comúnmente reflejado en proyectos desarrollados en países como Canadá o Estados Unidos siendo este último país en el cual Design Optimization fue desarrollado, estableciendo los parámetros de optimización de acuerdo a las necesidades de su medio, en la Figura 6.22 se observa una agrupación de predios de un proyecto de distribución en el estado de Colorado (Estados Unidos), el mismo que se encuentra cargado en la base de edición de Minerville proporcionada por Schneider Electric.



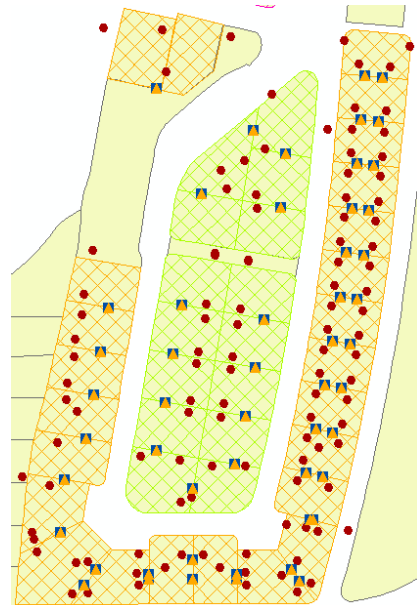
**Figura 6.22:** Proyecto de Distribución en Estados Unidos.

### 6.4.3.2. Modificar agrupación

La agrupación automática realizada por Design Optimization puede ser modificada manualmente de acuerdo al criterio del diseñador, sin embargo, al implicar una tarea manual hasta cierto punto el proceso de optimización deja de ser autónomo, modificando los resultados obtenidos al final del proceso, considerando todo lo anterior se asignó determinados predios a nuevos grupos para obtener un escenario de distribución más apegado a las características constructivas de nuestro medio.



**Figura 6.23:** Reagrupación de Predios (1/2).



**Figura 6.24:** Reagrupación de predios (2/2).

Cabe indicar que la tarea de reasignar un predio sólo se lo puede realizar entre grupos colindantes o adyacentes, existen casos en los cuales un predio no puede ser reubicado en un grupo que se encuentre en el otro extremo de una calle.

### 6.4.3.3. Resultados de optimización

La ubicación geográfica de las unidades de transformación, puntos de cargas y trayectorias de los conductores presentan inconsistencias, ya que las representaciones cartográficas están determinadas por los denominados Cartographic offsets cuyos valores son predeterminados y están establecidos como unidades de mapa, independiente del sistema de unidades en el cual se encuentre configurado el mapa de trabajo.

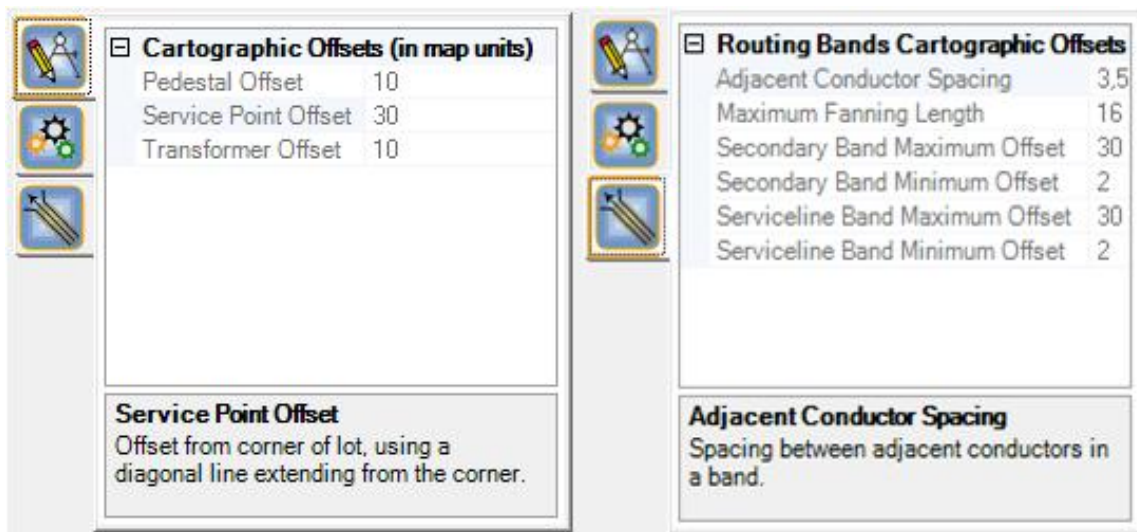
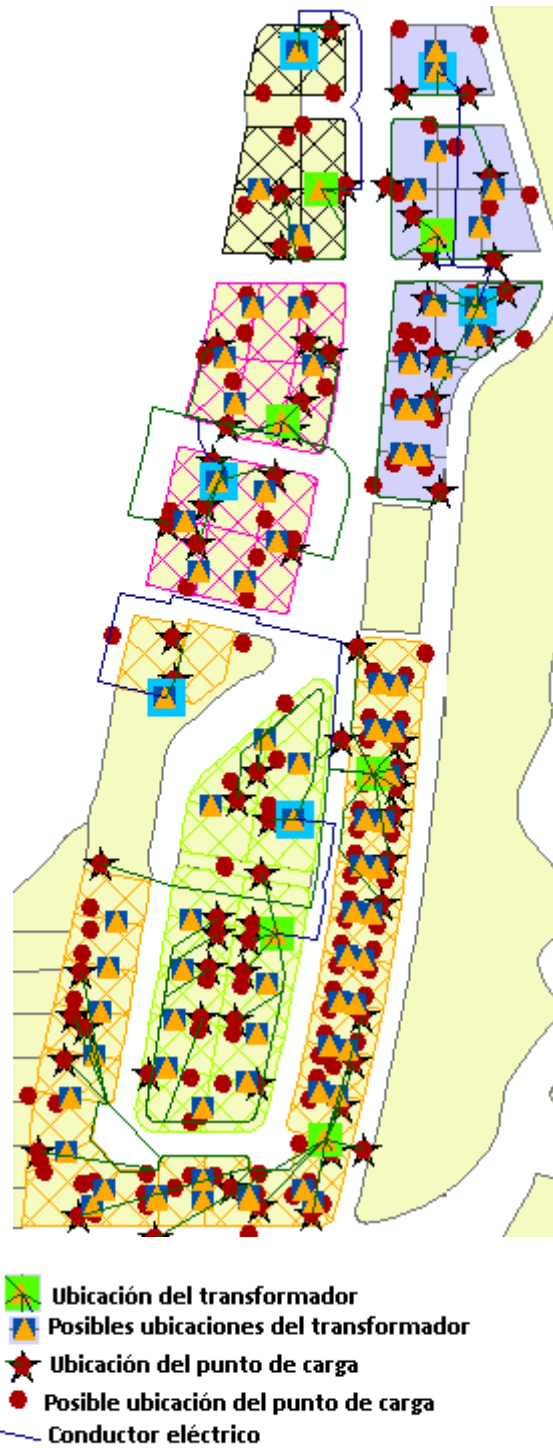


Figura 6.25: Cartographic Offset.

Estos valores originalmente fueron configurados basados en el sistema de unidades inglesas (feet), al momento de usar esta configuración en un mapa con un sistema diferente, tal es el caso de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR, generando problemas como puntos de cargas ubicados fuera de los predios, separación excesiva entre conductores adyacentes, trayectoria de conductores en medio de calles, entre otros.

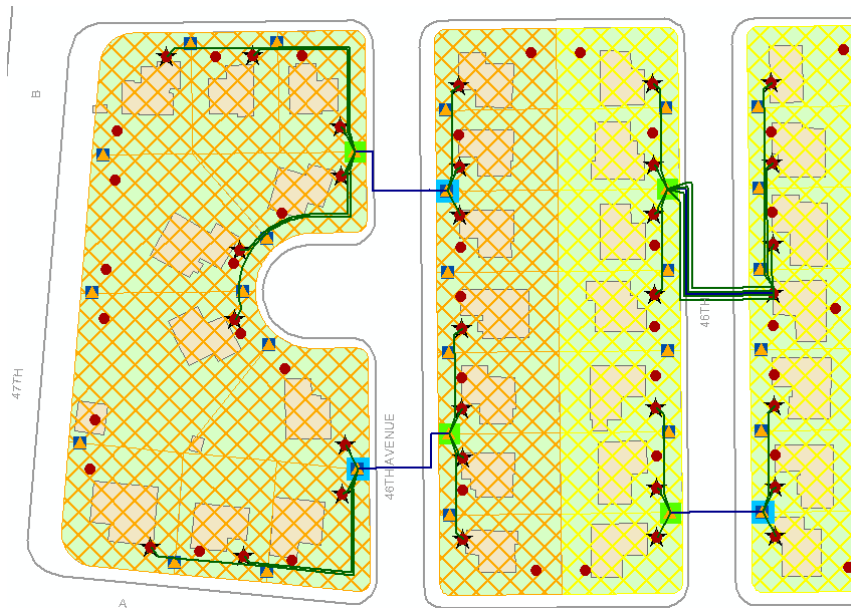
La configuración de estos offsets actualmente se encuentra inhabilitada de acuerdo a información proporcionada por Schneider Electric, sin embargo, se indicó que la configuración está prevista para ser desarrollada en posteriores versiones de la herramienta.

Los resultados proporcionados por Design Optimization se encuentran en la Figura 6.26.



**Figura 6.26:** Resultados Design Optimization.

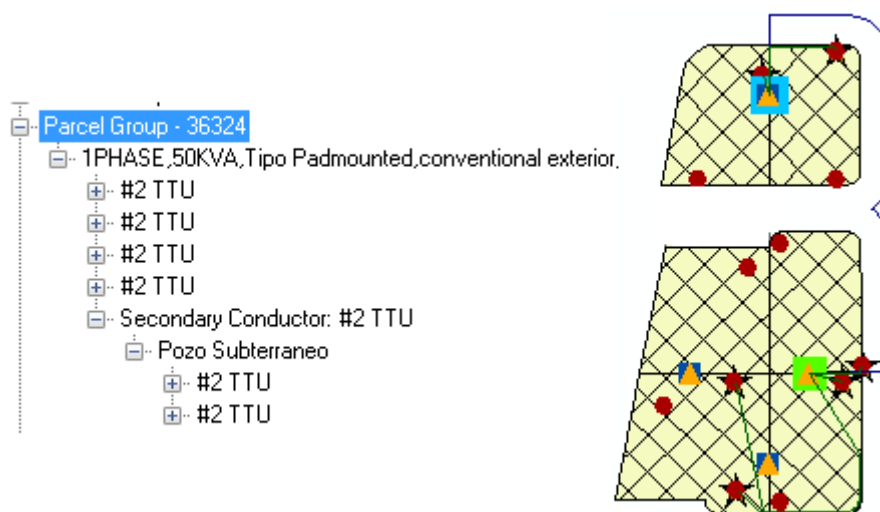
Los inconvenientes relacionados con la configuración del offset cartográfico desaparecen en proyectos que se encuentren en un mapa con un sistema de unidades inglesas, para proyectos existentes en la base de Minerville, las ubicaciones de transformadores, así como las trayectorias de los conductores están más acordes a un escenario de construcción real, como se observa en la Figura 6.27.



**Figura 6.27:** Design Optimization Minerville.

#### 6.4.3.4. Elementos constructivos

Los elementos constructivos establecidos por la herramienta en cada una de las agrupaciones de predios son los siguientes:



**Figura 6.28:** Resultados agrupación 1/5.

En el diseño original proporcionado por el responsable del proyecto, establece que para esta agrupación de predios la potencia del transformador requerida es la misma que determina Design Optimization (50kVA) , sin embargo no así para el calibre del conductor, el diseño original emplea un conductor TTU 1/0 AWG en contra parte el optimizador emplea un TTU 2 AWG, esto se debe a que Design Optimization realiza las acometidas directamente desde el secundario del transformador , es decir no emplea circuitos secundarios desde los cuales parten las acometidas como se lo realiza en nuestro medio, el hecho de emplear un circuito directo entre el transformador y punto de

carga permite emplear un calibre menor ya que es un circuito de una sola carga cumpliendo con el límite de caídas de tensión.

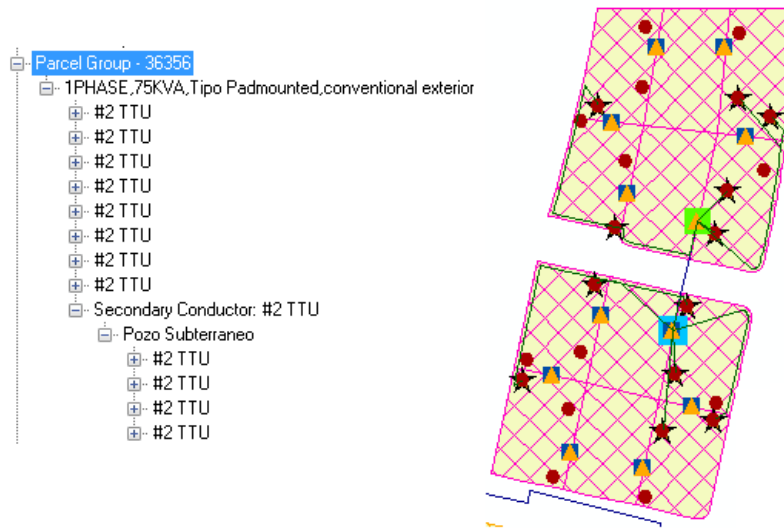


Figura 6.29: Resultados agrupación 2/5.

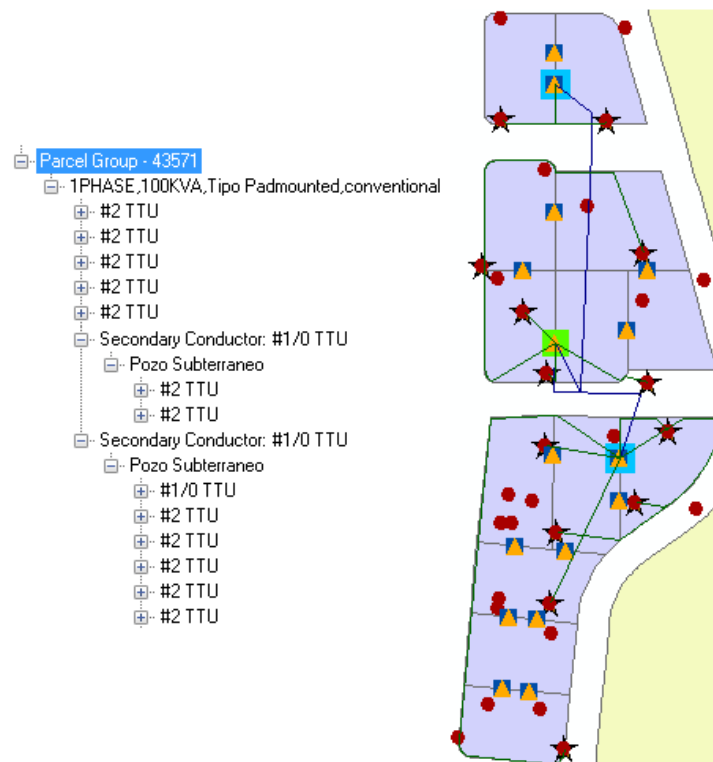


Figura 6.30: Resultados agrupación 3/5.





unidades compatibles relacionadas a éstos, para un tipo de conductor su unidad compatible reúne información tanto de costos por concepto de mano de obra como de material, sin embargo Design Optimization únicamente considera el costo del conductor, por esta razón el algoritmo establece que es mejor unir un punto de carga con el transformador mediante una línea recta lo que obviamente representa el menor costo de material sin considerar que esta alternativa implica costos de mano de obra relacionados a la excavación de zanjas, otorgando mayor peso al costo de material que a las tareas involucradas en su instalación, generando resultados poco prácticos.

#### 6.4.3.5. Generación de las unidades compatibles

Una vez que la alternativa propuesta por Design Optimization es aceptada como válida, el siguiente paso es reemplazar cada elemento por su correspondiente unidad compatible ligada, mediante su elemento favorito.

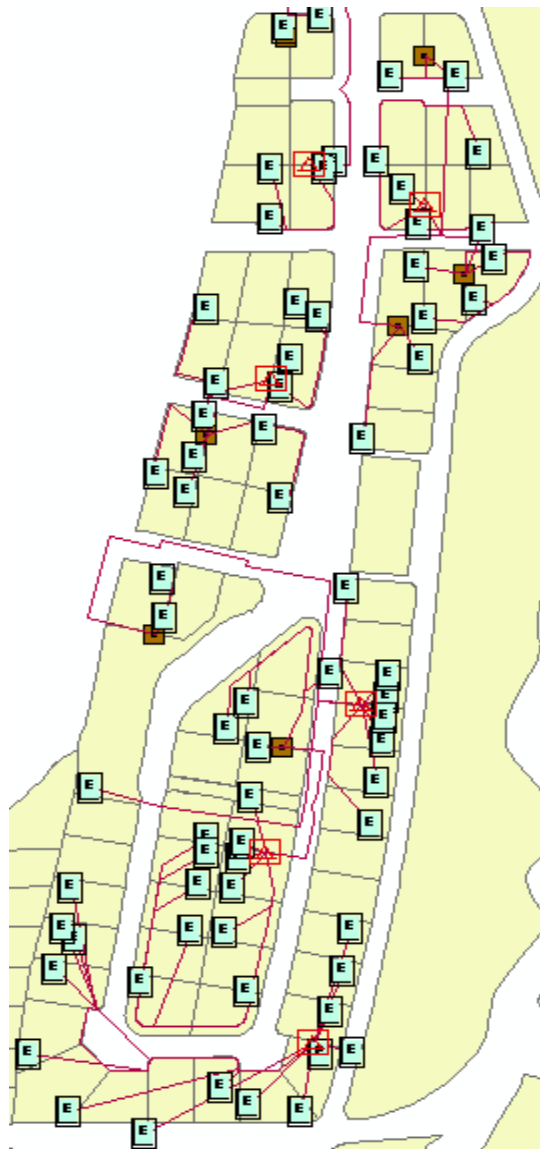


Figura 6.33: Implementación de los resultados en el mapa.



### 6.4.3.6. Valoración

Los elementos constructivos que Design Optimization valora en un proyecto son:

- Transformadores.
- Conductores.
- Estructuras subterráneas (Pozos).

**Tabla 6.10:** Transformadores Design Optimization.

Transformadores Design Optimization					
Compatible Unit Code	Compatible Unit Description	Quantity	Length	Material	Mano de obra
TRF-3-TRV-1P50-R	MONTAJE DE TRANSFORMADOR 1F 50 kVA PAD MOUNTED-RADIAL	1	--	5.712,00 €	200,00 €
TRF-3-TRV-1P50-R	MONTAJE DE TRANSFORMADOR 1F 50 kVA PAD MOUNTED-RADIAL	1	--	5.712,00 €	200,00 €
TRF-3-TRV-1P75	MONTAJE DE TRANSFORMADOR 1F 75 kVA PAD MOUNTED-MALLA	1	--	6.680,00 €	230,00 €
TRF-3-TRV-1P75	MONTAJE DE TRANSFORMADOR 1F 75 kVA PAD MOUNTED-MALLA	1	--	6.680,00 €	230,00 €
TRF-3-TRV-1P75	MONTAJE DE TRANSFORMADOR 1F 75 kVA PAD MOUNTED-MALLA	1	--	6.680,00 €	230,00 €
TRF-3-TRV-1P100	MONTAJE DE TRANSFORMADOR 1F 100 kVA PAD MOUNTED-RADIAL	1	--	7.056,00 €	200,00 €
				<b>Subtotal</b>	38.520,00 €
				<b>Total</b>	39.810,00 €

**Tabla 6.11:** Transformadores Diseño Original.

Transformadores Diseño Original					
Compatible Unit Code	Compatible Unit Description	Quantity	Length	Material	Mano de obra
TRF-3-TRV-1P50-R	MONTAJE DE TRANSFORMADOR 1F 50 kVA PAD MOUNTED-RADIAL	1	--	5.712,00 €	200,00 €
TRF-3-TRV-1P50-R	MONTAJE DE TRANSFORMADOR 1F 50 kVA PAD MOUNTED-RADIAL	1	--	5.712,00 €	200,00 €
TRF-3-TRV-1P75	MONTAJE DE TRANSFORMADOR 1F 75 kVA PAD MOUNTED-MALLA	1	--	6.680,00 €	230,00 €
TRF-3-TRV-1P75	MONTAJE DE TRANSFORMADOR 1F 75 kVA PAD MOUNTED-MALLA	1	--	6.680,00 €	230,00 €
TRF-3-TRV-1P100	MONTAJE DE TRANSFORMADOR 1F 100 kVA PAD MOUNTED-RADIAL	1	--	7.056,00 €	200,00 €
TRF-3-TRV-1P100	MONTAJE DE TRANSFORMADOR 1F 100 kVA PAD MOUNTED-RADIAL	1	--	7.056,00 €	200,00 €
				<b>Subtotal</b>	38.896,00 €
				<b>Total</b>	40.156,00 €

El dimensionamiento de las unidades de transformación mediante Design Optimization establece un costo total de \$39810 frente a los \$40156 del diseño original, disminuyendo \$346, sin embargo la inversión por concepto de transformadores disminuye en menos del 1% con relación a la propuesta del responsable del proyecto, lo que indica que no se puede hablar de una reducción significativa que impacte en el costo total del proyecto.



## Universidad de Cuenca

La valoración de los resultados para las unidades constructivas de tendido de conductores y estructuras subterráneas no puede ser objeto de comparación frente al diseño original, ya que las trayectorias de los circuitos son totalmente diferentes dificultando una evaluación entre el diseño original y los resultados proporcionados por Design Optimization.



## CAPÍTULO 7

### 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1. Conclusiones

Al concluir el presente trabajo se entrega a la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR una base de edición personal, configurada en unidades de medida del sistema internacional, tanto las unidades compatibles como los parámetros de las herramientas de ingeniería.

Designer con la funcionalidad del Work Flow Manager permite administrar el flujo de trabajo para proyectos eléctricos de distribución a lo largo de las etapas de diseño, aprobación, rediseño, cancelación e impacto en el SIG, logrando la integración en un solo ambiente la gestión de proyectos con el SIG.

En sus procesos de gestión de proyectos y actualización de información en el SIG los diseños luego de ser construidos deben ser actualizados en el SIG por los editores en SIGADE, es aquí donde Designer presenta una de sus ventajas, ya que el diseño se mantiene en una misma capa del SIG pero de manera no visible para los editores, mientras el proyecto pasa por sus diferentes etapas de aprobación o cancelación hasta su construcción, y en el caso que el diseño fue aprobado e incluido los cambios realizados en su construcción los datos pueden ser registrados en el SIG de una manera fácil y directa.

Designer es una herramienta de trabajo que no reemplazará al SGP de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR, sino que trabajaría específicamente en la etapa de diseño de manera análoga al D.I.S.R.E.Q en la Empresa Eléctrica Quito. El SGP a diferencia de Designer en el tema de valoración, maneja tareas como liquidación de proyectos ya que cuenta con la capacidad de generar múltiples informes que se utilizan para la gestión de presupuestos, es decir los presupuestos con los que se financian los proyectos de la empresa, los cuales no pueden ser generados mediante Designer.

La valoración realizada con Designer muestra resultados diferentes a los realizados con el SGP ya que como se mencionó la forma de cálculo en Designer está basada en factores de costo a diferencia del SGP que emplea distintas formas de cálculo de acuerdo a las necesidades específicas de CENTROSUR.

El catálogo de las unidades constructivas del SGP relacionadas a proyectos de redes subterráneas es reducido, la falta de estas unidades representa una de las razones por las cuales existe una diferencia entre la valoración del SGP y Designer, tomando en consideración que el proyecto prototipo implementado en Designer es un proyecto que emplea redes subterráneas.

Los reportes que se pueden obtener en Designer son:



- Costos: Valor total que resume costo de mano de obra y materiales, si bien el reporte no es exportable se puede realizar un Copiado/Pegado hasta una hoja de cálculo de Excel.
- Inventario: Listado de unidades compatibles sin agrupamiento por tipo de UC, de igual manera que el reporte de costo, carece la característica de ser exportable.
- Design Optimization: Costos y unidades compatibles resultantes del proceso de optimización de un proyecto.

La interfaz gráfica de Designer emplea un sistema de representación en dos dimensiones, lo que puede proporcionar diferencias entre distancias de campo y de sistema, generando una valoración y estimación de materiales incorrecta específicamente en unidades de tendido de conductores.

La herramienta Design Optimization es aplicable únicamente para proyectos de distribución subterránea, restringiendo su uso en la mayoría de proyectos que lleva acabo la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR los cuales son del tipo aéreo.

El uso de las herramientas de análisis de ingeniería que incorpora Designer implica modificar la metodología con la que actualmente se realiza el ingreso de información de los proyectos en el SIG de la empresa, aspectos como el formato en el cual las redes secundarias son ingresadas.

Herramientas como Secondary Circuit Analysis o Structural Analysis proporcionan información técnica de parámetros eléctricos y mecánicos respectivamente, sin embargo, no pueden generar reportes para ser adjuntados a la memoria técnica de un proyecto.

En relación a los procedimientos en la gestión de proyectos de las tres empresas distribuidoras analizadas en este trabajo, se percató que ninguna de ellas cuenta con un gestor de diseños, por lo que Designer podría convertirse en una herramienta para agilizar los procesos en cada una de ellas, sin embargo en contraparte se encuentra la inversión que se requiere para su implementación.

## **7.2.Recomendaciones**

Dada la limitación en temas de generación de reportes en Designer relacionados a costos e inventario es posible realizar una personalización de los mismos mediante un desarrollo en el archivo XML en el que se encuentran las configuraciones de reportes, la cual no estaba contemplado en el presente trabajo. Por todo esto y si la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR requiere reportes adicionales se recomienda se realice este desarrollo.

Se debe considerar que la calidad en cuanto a la precisión del instrumento GPS en temas de levantamiento de información geográfica es fundamental en todo proceso relacionado con los SIG, es por ello que se recomienda el uso de GPS de precisión,



como buena práctica para que el registro de los datos necesarios al momento de realizar un diseño eléctrico en Designer presente una adecuada calidad en cuanto a posicionamiento.

Se recomienda una revisión de toda la información de las unidades constructivas existentes en el actual SGP de la empresa, ya que ésta representa el punto de partida para la creación de las unidades compatibles empleadas por Designer, con la finalidad de depurar las unidades que actualmente no se emplean y agregar aquellas que no existen, de igual manera es necesario lograr una codificación de todas las unidades constructivas de acuerdo a la homologación de estructuras realizada por el MEER.

La herramienta Structural Analysis en las nuevas versiones de Designer fue reemplazada por “Overhead Design Analysis” la cual básicamente emplea las mismas tablas del Structural Analysis para su configuración, no obstante incorpora características como escenarios de simulación 3D, generación de reportes entre otras, si en determinado periodo se decide implementar Designer y probable migración hacia la nueva versión es importante que se realice un adecuado análisis para establecer los pros y contras de esta nueva versión de la herramienta

En la actualidad la herramienta Design Optimization presenta restricciones al ser empleado en elaboración de proyectos subterráneos de nuestro medio, principalmente por el inconveniente relacionado a la configuración de los parámetros cartográficos, la misma que se encontrará disponible en futuras versiones, lo que posibilita un nuevo análisis que deberá ser realizado en su momento si se desea obtener una conclusión final para determinar la factibilidad de implementación en nuestro medio.

Se recomienda que se establezca una normativa propia de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR en relación a las tensiones mecánicas aplicadas a los conductores en tareas de tendido de redes aéreas, normativa que defina aspectos como factores de seguridad para tensiones de rotura de conductores, de esta manera obtener información formal para el ingreso de la misma en las tablas de la herramienta Structural Analysis, ya que para la realización del presente trabajo se empleó tablas y factores de seguridad de normas norteamericanas, ya que actualmente las tensiones aplicadas a conductores en redes aéreas obedecen únicamente a criterios basados en la experiencia del operario.

En el caso de adoptar Designer como gestor de proyectos es importante una gestión adecuada de la metodología con la cual se proporcionará esta herramienta a los diseñadores, es decir la disponibilidad de licencias del software y la forma en la que se socializará su implementación.

Schneider Electric cuenta con una versión simplificada de Designer denominada Designer Express que de igual manera permite al usuario crear y gestionar diseños de proyectos eléctricos, sin embargo, la versión Express no mantiene las herramientas de análisis de ingeniería ni la compatibilidad con el SIG durante el proceso de diseño, se recomienda una evaluación de esta herramienta para determinar su alcance en la gestión de proyectos eléctricos en reemplazo de la versión completa de Designer.



## Universidad de Cuenca

Finalmente en el caso de que la Empresa Eléctrica Regional Centrosur ponga en producción Designer se recomienda que se continúe con un nuevo trabajo de titulación enfocado en los desarrollos que se requieren tanto para los reportes como en la actualización de los parámetros técnicos de las herramientas de análisis con la finalidad de lograr una implementación total de Designer.





## 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Publicaciones Vértice, *Gestión de Proyectos*, 20th ed. Málaga: Vértice S.L., 2008.
- [2] Mario Tamayo, *El proceso de la investigación científica.* , Cuarta ed. México, México: Limusa, 2004.
- [3] Geoffrey J. Meaden, *Los sistemas de información geográfica y la telepersepción.* Canterbury: Departamento de Pesca de la FAO, 1992.
- [4] Doris Raquel Paspuel Chávez, *Diseño e Implementación del Sistema de Información Geográfico*, 2015.
- [5] Rubén Langlé Campos. LABSIG Y PR. [Online]. [langleruben.wordpress.com](http://langleruben.wordpress.com)
- [6] ESRI. ArcGis Resources. [Online]. <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- [7] ESRI, "GIS for Electric Distribution," *The Geographic Approach to Electric Distribution*, pp. 2-4, 2010.
- [8] M Nayeripour, A. Roosta, T. Niknam N. Rezaee, *International Scholarly and Scientific Research & Innovation* , 2009.
- [9] Ramiro Fernando Ávila, *EL SIG COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN EN LA EMPRESA*, 2012.
- [10] Schneider Electric, "Designer," *Schneider Electric ArcFM*, pp. 2-3, Agosto 2013.
- [11] Luis Edgardo Cevallos Mora, *Diseño de media tensión, baja tensión y alumbrado público para la remodelación del sector Caupicho 2*, 2009.
- [12] Telvent, *ArcFM Solution Online Help*, 2011, Documentation Center.
- [13] CONELEC(Anterior ARCONEL), *Regulación No CONECEL 002/10*, 2010.
- [14] Silvia Gonzalez and Verónica Alulema, *CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PARA LA PRESENTACIÓN, REVISIÓN Y RECEPCIÓN DE OBRAS EJECUTADAS POR INGENIEROS Y COMPAÑÍAS ELÉCTRICAS EN LIBRE EJERCICIO APLICADOS A LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTROSUR C.A.*, 2011.
- [15] Miguel Arévalo Merchán, *Calidad del Producto Eléctrico en Empresas de*



Distribución del Ecuador, 2011.

- [16] EERCS. (2017, Enero) Geoportal. [Online].  
<http://geoportal.centrosur.com.ec/geoinformacion/>
- [17] Dirección de Planificación DIPLA EERCS C.A., Información Técnica, 2017.
- [18] Centro de investigación y transferencia de tecnología.Universidad Don Bosco,  
Calculo mecánico: Flechas y Tensiones, 2011.
- [19] R.Butler, *GIS-Geographic Information System-An Introduccion.*, 1988, vol. II.
- [20] ESRI, "GIS Solutions for Power Generation," New York, 2005.
- [21] Schneider Electric, "Designer Express," *Schneider Electric*, pp. 2-3, Agosto 2013.



### ANEXO A Detalle de las tablas de Designer.

En la Figura A 1 se muestra los parámetros que deben ser llenados para la valoración en Designer.

OBJECTID	CODE	ID	NAME	DESCRIPTION	TABLERNAME	SUBTYPE	AVAILABLEWORKFUNCTIONS	WORKFUNCTION	WORKFLOWS	QUANTITY	UNITS
----------	------	----	------	-------------	------------	---------	------------------------	--------------	-----------	----------	-------

**Figura A 1: Valoración Designer.**

- **OBJECTID:** Es un campo normalmente secuencial que se llena automáticamente al crear la CU.
- **CODE:** Es el código usado para identificar la CU y su función de trabajo (por ejemplo, PW40\_1 = madera de poste 40ft clase 1). Este valor debe coincidir exactamente con el código de la CU tal como aparece en el Administrador de Favoritos de ArcFM.
- **ID:** Este se asocia el campo ID de la tabla MM\_WMS\_COMPATIBLE\_UNIT.
- **NAME:** Nombre de la CU que se muestra en la pestaña de CU en la Tabla de Contenido y Filtro para las UCs en ArcMap.
- **DESCRIPTION:** Es una pequeña descripción que se muestra entre paréntesis junto al nombre, en la pestaña UC, en la ficha Diseño y filtro de las UCs.
- **TABLERNAME:** Es el nombre de la capa o tabla registrada en GIS, es utilizada cuando la CU tiene una representación geográfica.
- **SUBTYPE:** Es el subtipo de la capa geográfica, se representa con -1 cuando no tiene representación geográfica es decir para las unidades no SIG y tablas SIG.
- **AVAILABLEWORKFUNCTION:** Funciones de trabajo que están permitidos para este UC. Controla si la UC se muestra cuando se cambia la función de trabajo en la lista desplegable.
- **WORKFUNCTION:** Por lo general, a esta configurado en Instalar, pero se puede ajustar a un valor predeterminado, como desinstalar.
- **WORKFLOWS:** Normalmente se configura como ninguno.
- **QUANTITY:** La cantidad existente de este material
- **UNITS:** Este es el valor de la columna de ID para las unidades de medida de la tabla MM\_WMS\_UNITS\_OF\_MEASURE en la base de datos Workflow Manager

### MM\_WMS\_COMPATIBLE\_UNIT\_LIBRARY

ID	CODE	DESCRIPTION	MATERIAL_COST	SCRAP_VALUE	UNITS_OF_MEASURE_ID	GIS_SYMBOLIZED
----	------	-------------	---------------	-------------	---------------------	----------------

**Figura A 2: MM\_WMS\_COMPATIBLE\_UNIT\_LIBRARY.**

En la Figura A 2 se muestra la tabla que almacena el Código y el ID de cada unidad compatible el cual más tarde será el enlace para las UC SIG y no SIG, por otro lado también se debe especificar en qué función de trabajo se utilizará cada una de ellas, para el presente trabajo se ha considerado que están disponibles en cada función de trabajo,





## MM\_WMS\_WORK\_FUNCTION

Contents		Preview		Description		Model Names	
ID	CODE	NAME	APPLY_SCRAP	APPLY_MATERIAL	ABBREVIATION		

**Figura A 4:** MM\_WMS\_WORK\_FUNCTION.

La Figura A 4 define las funciones de trabajo disponibles para UC. Las siguientes funciones de trabajo han sido configuradas en Designer para guardar compatibilidad con el SGP, además la codificación de estas es tomada en cuenta para los cálculos en Designer:

- Montaje (1)
- Desmontaje (0)
- Montaje desmontaje (16)

Esta tabla no se actualiza. Sólo se hace referencia a los valores de añadir filas a la tabla de costos laborales.

- **ID:** La clave principal para la función de trabajo.
- **CODE:** Un identificador numérico que representa la función de trabajo.
- **NAME:** El nombre de la función de trabajo tal como aparece en la interfaz de usuario Administrador de flujo de trabajo.
- **APPLY\_SCRAP:** Indica si el material de desecho será el resultado de la función de trabajo. Este valor se utiliza para determinar el costo de diseño. 0 = no; cualquier otro valor = si.
- **APPLY\_MATERIAL:** Indica si se necesita material para la función de trabajo. Este valor se utiliza para determinar el costo de diseño. 0 = no; cualquier otro valor = si.

**ABBREVIATION:** Contiene una abreviatura de la función de trabajo (por ejemplo, Instalar = I, Retire = R). Las abreviaturas en este campo deben coincidir con los de la Función MM Trabajo de dominio Abbr (visible en diálogo Propiedades de ArcCatalog).



**ANEXO B Resumen de la Información Económica del Proyectos según SGP**

**Cabecera**



Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C. A.  
Cuenca - Ecuador

**INFORMACION ECONOMICA DEL PROYECTO PRES. INVERSIONES**

**Características Generales (1) y Parámetros de Cálculo (2)**

1. CARACTERISTICAS GENERALES		2. PARAMETROS DE CALCULO			
PROYECTO:	U 5463 LUIS MOSCOSO Y MANUELA SAENZ	#Ord.	Sec	Fecha Vigencia	
PROVINCIA:	AZUJAY	Precio Materiales	17	1	01/08/2009
CANTON:	CUENCA	Precio Mano de Obra	37		01/02/2011
PARROQUIA:	YANUNCAY	Cientes: Nuevos	12		FD 1.
TIPO DE OBRA:	NUEVA CUENTA PRESUPUESTARIA:	Antiguos	190		FDT 1.000
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO SIN ESTUDIOS:</b>		<b>134,703.71</b>	<b>CON ESTUDIOS:</b>	<b>141,250.62</b>	
		<small>=z+bb</small>		<small>=z+aa+bb</small>	

**Resumen de Materiales en Uso (3)**

3. RESUMEN PRESUPUESTARIO MATERIALES EN USD				
(a) Material Nuevo .. . . . . .	90,391.23	(f) 10. % IMPREVISTOS ...	13,327.03	=10%(e)
(b) Material Eq. Medición	0.00	(g) 15. % ADMINISTRACION.	19,990.54	=15%(e)
(c) Material Reutilizados....	20,024.86			
(d) Material Reingresados.	22,854.16			
(e) <b>SUBTOTAL MATERIALES</b>	<b>133,270.25</b>	<small>=(a+b+c+d)</small>	(h) <b>TOTAL MATERIALES..</b>	<b>100,854.64</b>
				<small>=a-d+f+g</small>

**Resumen Presupuesto de Mano de Obra en Uso (4)**

4. RESUMEN PRESUPUESTARIO MANO DE OBRA EN USD					
MONTAJE		DESMONTAJE		DESMONTAJE - MONTAJE	
(hh) Por MOC	9,541.09	Por MOC (l)	3,708.93	Por MOC (o)	1,699.15
(i) Por MONE	4,179.05	Por MONE (m)	0.00	Por MONE (p)	2,601.00
(j) Medidores	5,650.58				
<b>Total Mont. ** (k)</b>	<b>19,370.72</b>	<b>Total Desm. ** (n)</b>	<b>3,708.93</b>	<b>Total MonDes ** (q)</b>	<b>4,300.15</b>
	<small>=hh+i+j</small>		<small>=l+m</small>		<small>=o+p</small>

**Transporte (5)**

5. TRANSPORTE		
(r) A Sitio	1,338.19	<b>Total por Transp. (t)</b>
(s) A Bodega	1,365.50	
		<b>2,703.69</b>
		<small>=r+s</small>

**Figura B 1:** Resumen de la Información Económica del Proyectos según SGP (1/2).



**Resumen Total en Uso (6)**

**6. RESUMEN TOTAL EN USD**

Costo Total Proyecto Mat+MO+Tansp. (x)	130,938.13 (=h+k+n+q+t)	Impuestos SIDE:	0.0
12 % IVA ** (y)	3,285.58	=12%(k+n+q)	
Costo Total Proyecto con IVA +SIDE (z)	134,223.71	=x+y	
COSTO POR CLIENTE TOTALES	664.47 (=z/Clientes Totales)	MONC por Usuario	33.56 (=i+m+p/Clientes Totales)

**Estudios (7)**

7. ESTUDIOS (aa) 5. % ESTUDIOS .. 6,546.91 =5% (x)

**Garantías (8)**

8. GARANTIAS, ACOMETIDAS Y MEDIDORES EN USD	Precio Unitario sin IVA	Precio Total con IVA
(bb)Garantia de Consumo	40.00	480.00 =40*(Clientes Nuevos)

\*\* Items a los que se aplica el IVA  
Nota: Los precios unitarios y tasas, pueden cambiar sin previo aviso.

**Figura B 2:** Resumen de la Información Económica del Proyectos según SGP (2/2).

Dónde:

- a) Material Nuevo
- b) Material y Equipos de Medición
- c) Material Reutilizado
- d) Material Reingresado
- e) Subtotal de materiales
- f) Imprevistos
- g) Gastos de Administración
- h) Total Costo de Materiales
- hh) Mano de obra calificada por Montaje
- i) Mano de obra no Calificada por Montaje
- j) Mano de obra por Montaje de Medidores
- k) Total mano de obra por Montaje
- l) Mano de obra calificada por Desmontaje
- m) Mano de obra no Calificada por Desmontaje
- n) Total por mano de obra Desmontaje
- o) Mano de obra calificada por Desmontaje-Montaje
- p) Mano de obra no Calificada por Desmontaje-Montaje
- q) Total Mano de Obra por Desmontaje-Montaje
- r) Transporte a Sitio
- s) Transporte a Bodega
- t) Total Por Transporte



- x) Costo Total del Proyecto por Material, Mano de Obra y Transporte
- y) 12% IVA
- z) Costo Total del Proyecto con IVA y SIDE
- aa) Estudios
- bb) Garantía de Consumo

**Resumen presupuestario de materiales en SGP**

$$e = a + b + c + d$$

$$f = e * 0,1$$

$$g = e * 0,15$$

$$h = a + d + f + g$$

**Ecuación B 1:** Resumen de materiales en SGP.

**Resumen presupuestario mano de obra**

$$k = hh + i + j$$

$$n = l + m$$

$$q = o + p$$

**Ecuación B 2:** Resumen mano de obra.

**Resumen presupuestario por transporte**

$$t = r + s$$

**Ecuación B 3:** Resumen por transporte.

**Resumen total del presupuesto**

$$x = h + k + n + q + t$$

$$y = 0,12(k + n + q)$$

$$z = x + y$$

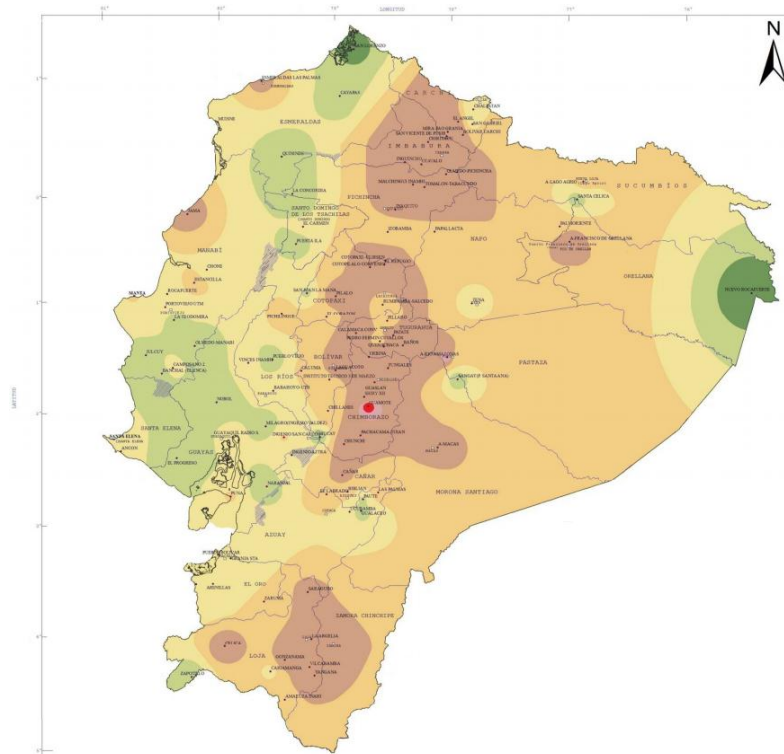
Costo Total del Proyecto Sin Estudios =  $z + bb$

Costo Total del Proyecto Con Estudios =  $z + aa + bb$



### ANEXO C OVERCAPACITY FACTOR

La siguiente clasificación geográfica del territorio ecuatoriano tiene por objetivo la determinación de zonas en las cuales existan cargas ambientales (viento, hielo), que deben ser consideradas en el diseño de estructuras, para el presente trabajo se recabo información de CELEC EP-TRANSELECTRIC, dicha institución dispone de mapas con los valores de vientos promedios para cada provincia, como se indica en la Figura C 1.



LEYENDA			
Contraste	Número de Beaufort	Velocidad del viento (m/s)	Denominación
	4	5,4 a 7,8	(Brisa moderada)
	5	7,9 a 10,6	(Brisa fresca)
	6	10,7 a 13,6	(Brisa fuerte)
	7	13,7 a 16,9	(Viento fuerte)
	8	17 a 20,6	(Viento duro)
	9	20,7 a 24,4	(Viento Muy duro)
	10	24,5 a 28,9	(Temporal duro)

El Archipiélago de Galápagos tiene registrada una velocidad máxima de 20(m/s) en la estación meteorológica San Cristóbal

- Estación Meteorológica
- Capital Provincial

Figura C 1: Valores de vientos máximos de Ecuador (1/2).



CELEC EP. TRANSELECTRIC	
VELOCIDAD MÁXIMA DE VIENTO ECUADOR	
DISEÑO: David Muyulema, Javier Chamorro	DIRECTOR DE PROYECTO: Ing.Msc. Raúl Canelos
DIBUJO: David Muyulema	
REVISADO: Ing. Raúl Morales, Ing. Cristóbal Serrano Ing. José Arias, Ing. Germán Rivadeneira	APROBADO: FECHA: 12-05-2010

**Figura C 2:** Valores de vientos máximos de Ecuador (2/2).

De acuerdo a la zona de concesión de la empresa Eléctrica Regional CENTROSUR las zonas de cargas se las puede dividir en tres categorías:

**Tabla C 1:** Distritos por carga debido a efectos del viento.

Distrito	Velocidad de Viento
Light	5,4 - 13,6 m/s
Medium	13,7 - 20,6 m/s
Heavy	20,7 - 28,9 m/s

La carga por efectos de capas de hielo en conductores o postes no es aplicable en la zona de concesión.

### Grado de construcción

Los grados de construcción, define la resistencia requerida por los elementos que intervienen en la construcción de líneas aéreas con fines de seguridad.

**Grado B:** es el grado más alto; Típicamente empleada en escenarios que involucren cruces (carretera, Ferrocarril, postes con diferentes niveles de tensión de servicio).

**Grado C:** grado inferior de construcción al grado B; usado en aplicaciones típicas en las cuales intervengan postes de distribución (telecomunicaciones y energía).

**Tabla C 2:** Grado de construcción.

Tipo de cálculo	Factor	
	Grado B	Grado C
Tensiones para cables conductores	1,65	1,1
Resistencias de Postes	2	1,33

### Clase de suelo



Actualmente en el país no se dispone información que establezca de forma clara los tipos de suelos, así como su composición, sin embargo de acuerdo a información proporcionada por el equipo técnico de Schneider Electric, para la configuración de Designer los estándares empleados son las del ASTM (American Society for Testing Materials) por esta razón la clasificación fue obtenida de dicho estándar que a continuación se detalla:

SOIL CLASSIFICATION DATA				
Class	Common Soil-Type Description	Geological Soil Classification	Probe Values ft.-lb. (NM)	Typical Blow Count "N" per ASTM-D1586
0	Sound hard rock, unweathered (bedrock)	Granite, Basalt, Massive Limestone	N.A.	N.A.
1	Very dense and/or cemented sands; coarse gravel and cobbles	Caliche, (Nitrate-bearing gravel/rock),	over 60 (85 - 181)	60-100+
2	Dense fine sands; very hard silts and clays (may be preloaded)	Basal till; boulder clay; caliche; weathered laminated rock	over 50 (68 - 85)	45-60
3	Dense sands and gravel; hard silts and clays	Glacial till; weathered shales, schist, gneiss and siltstone	42 - 50 (56 - 68)	35-50
4	Medium dense sand and gravel; very stiff to hard silts and clays	Glacial till; hardpan; marls	33 - 42 (45 - 56)	24-40
5	Medium dense coarse sands and sandy gravels; stiff to very stiff silts and clays	Saprolites, residual soils	25 - 33 (34 - 45)	14-25
6	Loose to medium dense fine to coarse sands to stiff clays and silts	Dense hydraulic fill; compacted fill; residual soils	17 - 25 (23 - 34)	7-14
**7	Loose fine sands; Alluvium; loess; medium - stiff and varied clays; fill	Flood plain soils; lake clays; adobe; gumbo, fill	8 - 17 (11 - 23)	4-8
**8	Peat, organic silts; inundated silts, fly ash very loose sands, very soft to soft clays	Miscellaneous fill, swamp marsh	under 8 (0 - 11)	0-5

Class 1 soils are difficult to probe consistently and the ASTM blow count may be of questionable value.  
 \*\*It is advisable to install anchors deep enough, by the use of extensions, to penetrate a Class 5 or 6, underlying the Class 7 or 8 Soils.

Figura C 3: Clase de suelo.

Tabla C 3: Descripción clases de suelo.

OBJECTID	CLASE DE SUELO	DESCRIPCION
1	0	Roca dura
2	1	Arenas muy densas y / o cementadas; Grava y adoquines gruesos
3	2	Arena Densa fina; arcilla dura
4	3	Arenas y gravas arcillosas densas; arcillas duras
5	4	Grava arenosa densidad media; arcillas muy duras
6	5	Arena gruesa y media; arcillas muy rígidas
7	6	Arena fina a gruesa con densidad ligera a media; Arcillas rígidas y sedimentos
8	7	Arena fina suelta; Aluvión; Arcillas sueltas blandas, arcillas; relleno
9	8	Turba, sedimentos orgánicos; pantanos



**ANEXO D POLE PARAMETERS.**

La información referente a postes en la que se detalla aspectos geométricos, cargas mecánicas de rotura, peso, longitud de empotramiento, entre otros, necesaria para la configuración de tablas como:

- **MMENG\_POLECLASSES**
- **MMENG\_POLEHEIGHTSETDEPTH**
- **MMENG\_WDSPCIESULTFIBERSTRESS**
- **MMENG\_WOODPOLERESISMOMENT**

La información proporcionada por el área técnica del SIGADE se observa en la Tabla D 1:

**Tabla D 1:** Características postes de concreto armado centrifugado de sección circular.

ESTRUCTURAS DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS METALICAS											
POSTES DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO DE SECCION CIRCULAR											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tipo de Poste	Altura del Poste (m)	Carga de Rotura (kg)	Diámetro Exterior en la punta mm	Diámetro Exterior en la base mm	Peso kg	Resistencia a la compresión (Kg/cm2)	Módulo de Elasticidad (kg/cm2)	Longitud de Empotramiento (m)	Fila	Diámetro Interior en la punta mm	Diámetro interior en la base mm
12/2000	12	400	140	320	1050	210		1,2	0	40	200
12/3000	12	600	160	340	1270	210		1,2	0	40	200
12/4000	12	800	160	355	1320	210		1,2	0	40	200
12/5000	12	1000	170	380	1400	210		1,2	0		
13/2000	13	400	140	335	1180	210		1,3	0	40	215
13/3000	13	600	165	360	1700	210		1,3	0	40	215
13/4000	13	800	165	360	1800	210		1,3	0	40	215
13/5000	13	1000				210		1,3	0		
14/3000	14	600				210		1,4	0		
14/4000	14	800				210		1,4	0		
14/5000	14	1000				210		1,4	0		

Cabe aclarar que los postes utilizados en áreas rurales cuando el acceso al lugar de la construcción es dificultoso son los de fibra de vidrio. (Los postes de madera ya no son empleados).



## MMENG\_POLEWINDMOMENT

Los momentos de viento en postes se calculó mediante de la siguiente fórmula:

$$M_{viento} = Q_{viento} * H$$

**Ecuación D 1:** Momento por efecto del viento.

*Donde :*

$M_{viento}$  : *Momento del viento en poste (lb – ft)*

$Q_{viento}$  : *Carga de viento en el poste (lb)*

$H$ : *Altura del poste sobre el suelo (ft)*

$$Q_{viento} = P_v * S_A$$

$P_v$  : *Presión del viento  $\left(\frac{lb}{ft^2}\right)$*

$S_A$  : *Superficie expuesta al viento (ft<sup>2</sup>)*

### **Profundidad de empotramiento de postes.**

La profundidad de enterramiento (Pe) variará con respecto a la longitud del poste, de acuerdo a:

$$Pe = 0,1 * H + 0,5$$

**Ecuación D 2:** Profundidad de empotramiento de postes.

*Donde*

$H$  *es la longitud del poste (m)*



**ANEXO E CONDUCTOR PARAMETERS.**

Los datos mecánicos como tensión máxima de rotura, elasticidad y peso para cada conductor se obtuvieron de las siguientes tablas, las cuales fueron proporcionadas por el área técnica del departamento SIGADE.

**MMENG\_CONDSIZEVV**

**MMENG\_CONDTENSION**

**Tabla E 1:** Características de conductores desnudos de aleación de aluminio.

CONDUCTORES ELECTRICOS - PARA INSTALACIONES DE MEDIA Y ALTA TENSION								
CONDUCTORES DESNUDOS DE ALEACION DE ALUMINIO								
		1	2	3	4	5	6	7
Nombre	Material	Sección mm <sup>2</sup>	Diámetro mm	Coefficiente de dilatación (1/°C)	Peso unitario kg/m	Tiro de rotura kg	Módulo de elasticidad kg/mm <sup>2</sup>	Nº de hilos
Aa 16 mm <sup>2</sup>	Aleación de aluminio	16	5,1	0,000023	0,043	53	6350	7
Aa 25 mm <sup>2</sup>	Aleación de aluminio	25	6,3	0,000023	0,067	784	6200,0	7
Aa 35 mm <sup>2</sup>	Aleación de aluminio	35	7,5	0,000023	0,094	1110	6200,0	7
Aa 50 mm <sup>2</sup>	Aleación de aluminio	50	9	0,000023	0,135	1507,6	6193,7	7
Aa 70 mm <sup>2</sup>	Aleación de aluminio	70	10,5	0,000023	0,181	2110,7	6193,7	19
Aa 95 mm <sup>2</sup>	Aleación de aluminio	95	12,5	0,000023	0,25	2867,44	6200	19
Aa 120 mm <sup>2</sup>	Aleación de aluminio	120	14	0,000023	0,322	3662	5800	19
Aa 150 mm <sup>2</sup>	Aleación de aluminio	150	15,8	0,000023	0,405	7191		37
Aa 185 mm <sup>2</sup>	Aleación de aluminio	185	17,7	0,000023	0,51	5257		37
Aa 240 mm <sup>2</sup>	Aleación de aluminio	240	20	0,000023	0,65	6724		37
Aa 240 mm <sup>2</sup>	Aleación de aluminio	240	20	0,000023	0,65	6724		37

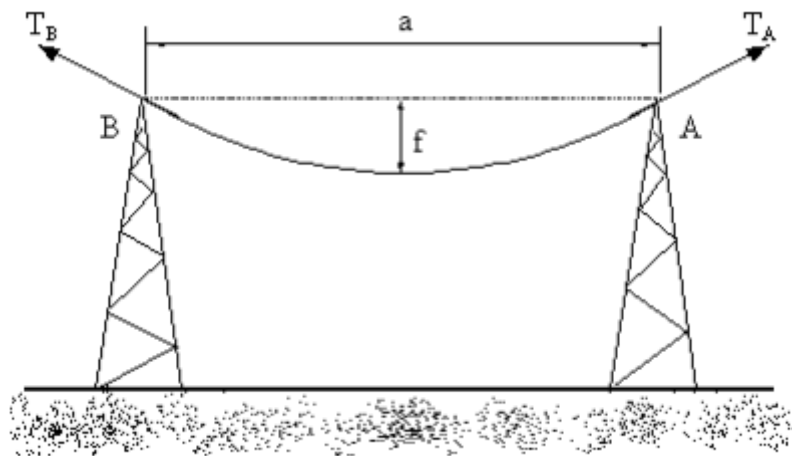
**Tabla E 2:** Características de conductores desnudos de cobre.

CONDUCTORES DESNUDOS DE COBRE								
		1	2	3	4	5	6	7
Nombre	Material	Sección mm <sup>2</sup>	Diámetro mm	Coefficiente de dilatación (1/°C)	Peso unitario kg/m	Tiro de rotura kg	Módulo de elasticidad kg/mm <sup>2</sup>	Nº de hilos
Cu 6 mm <sup>2</sup>	Cobre	6	3,1		0,054	254,93		7
Cu 10 mm <sup>2</sup>	Cobre	10	4,1		0,091	407,89		7
Cu 16 mm <sup>2</sup>	Cobre	16	5,1		0,144	652,62		7
Cu 25 mm <sup>2</sup>	Cobre	25	6,4		0,228	1019,72		7
Cu 35 mm <sup>2</sup>	Cobre	35	7,6		0,317	1386,81		7
Cu 50 mm <sup>2</sup>	Cobre	50	8,9		0,429	1927,26		19
Cu 70 mm <sup>2</sup>	Cobre	70	10,7		0,62	2753,23		19
Cu 95 mm <sup>2</sup>	Cobre	95	12,6		0,859	3783,15		19
Cu 120 mm <sup>2</sup>	Cobre	120	14,4		1,086	4884,44		37

**Tabla E 3:** Características de conductores auto soportado aluminio tipo na2xsa2y.

CONDUCTORES AUTOSOPORTADO ALUMINIO TIPO NA2XSA2Y								
		1	2	3	4	5	6	7
Nombre	Material	Sección mm <sup>2</sup>	Diámetro mm	Coefficiente de dilatación (1/°C)	Peso unitario kg/m	Tiro de rotura kg	Módulo de elasticidad kg/mm <sup>2</sup>	Nº de hilos
Aa 16 mm <sup>2</sup>	Aluminio	16	5,1	0,000023	0,044	482,93	6200	7
Aa 25 mm <sup>2</sup>	Aluminio	25	6,3	0,000023	0,0697	805,301	6199,8	7
Aa 35 mm <sup>2</sup>	Aluminio	35	7,5	0,000023	0,094	1055,05	6199,613	7
Aa 50 mm <sup>2</sup>	Aluminio	50	9	0,000023	0,135	1509,18	6200	7
Aa 70 mm <sup>2</sup>	Aluminio	70	10,5	0,000023	0,185	2059,12	6193,68	19
Aa 95 mm <sup>2</sup>	Aluminio	95	12,5	0,000023	0,25	2867,44	6200	19
Aa 120 mm <sup>2</sup>	Aluminio	120	14,31	0,000023	0,345	3884	5700	19
Aa 120 mm <sup>2</sup>	Aluminio	120	14,31	0,000023	0,345	3884	5700	19
Aa 120 mm <sup>2</sup>	Aluminio	120	14,31	0,000023	0,345	3884	5700	19
Aa 120 mm <sup>2</sup>	Aluminio	120	14,31	0,000023	0,345	3884	5700	19
Aa 120 mm <sup>2</sup>	Aluminio	120	14,31	0,000023	0,345	3884	5700	19

**Formulación de la flecha de conductores. [18]**

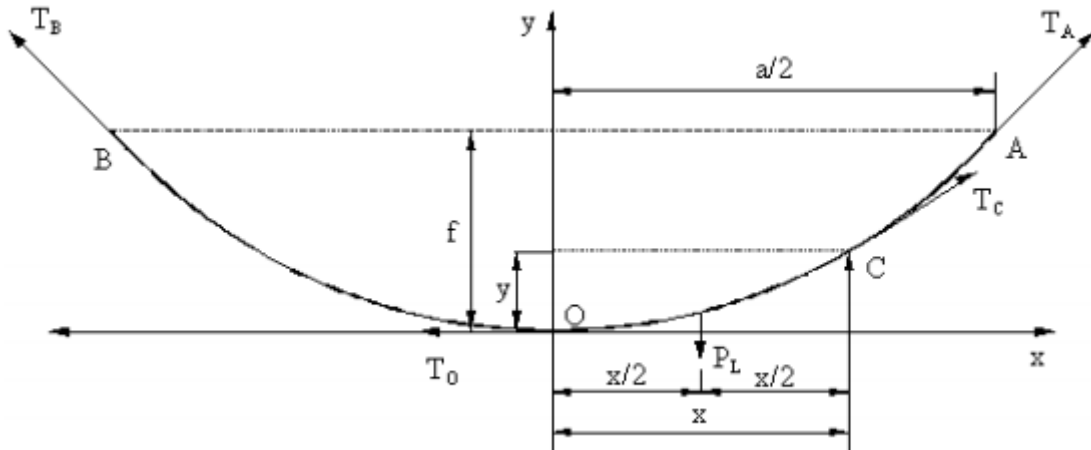


**Figura E 1:** Esquema de una red aérea. [18]

Los postes deberán soportar las tensiones TA y TB que ejerce el conductor en los puntos de amarre.

La tensión  $T = TA = TB$  dependerá de la longitud del vano, del peso del conductor, de la temperatura y de las condiciones atmosféricas.

Calculamos a continuación la relación que existe entre la flecha y la tensión. Para ello representamos el conductor de un vano centrado en unos ejes de coordenadas:



**Figura E 2:** Representación de un vano con coordenadas [18].

Consideramos un trozo de cable OC que tendrá un peso propio  $P_L$  aplicado en el punto medio y estará sometido a las tensiones  $T_O$  y  $T_C$  aplicadas en sus extremos. Tomando momentos respecto al punto C tendremos:

$$\frac{P_L x}{2} = T_O y$$

**Ecuación E 1**

Por lo tanto el valor de  $y$  será:

$$y = \frac{x P_L}{2 T_O}$$

**Ecuación E 2**

Si llamamos  $P$  el peso unitario del conductor, el peso total del conductor en el tramo OC, que lo denominamos  $P_L$ , será igual al peso unitario por la longitud del conductor.

Por lo tanto admitiendo que:

$$P_L = P x$$

**Ecuación E 3**

Y sustituyendo esta expresión en la Ecuación E 2, resulta que:

$$y = \frac{x^2 P}{2 T_O}$$

**Ecuación E 4**

Si ahora consideramos el punto A correspondiente al amarre en vez del punto C, tendremos que:





$$y = f ; x = \frac{a}{2}$$

**Ecuación E 5**

Por lo tanto al sustituir queda:

$$F_{max} = \frac{a^2 * P}{8T}$$

**Ecuación E 6: Flecha máxima.**

*Donde :*

*F<sub>max</sub> : flecha máxima (ft)*

*a : longitud del vano ( ft )*

*P : peso del conductor  $\left(\frac{lb}{ft}\right)$*

*T : tensión de tensado (lb)*

**MMENG\_CONDTRANSWINDLOAD**

Para establecer cuál es la carga mecánica en conductores por efectos del viento se calculó mediante la fórmula:

$$Q_{conductor} = k * P * A$$

**Ecuación E 7**

*Donde:*

*Q<sub>conductor</sub> : Carga en conductor por efecto de viento (lb)*

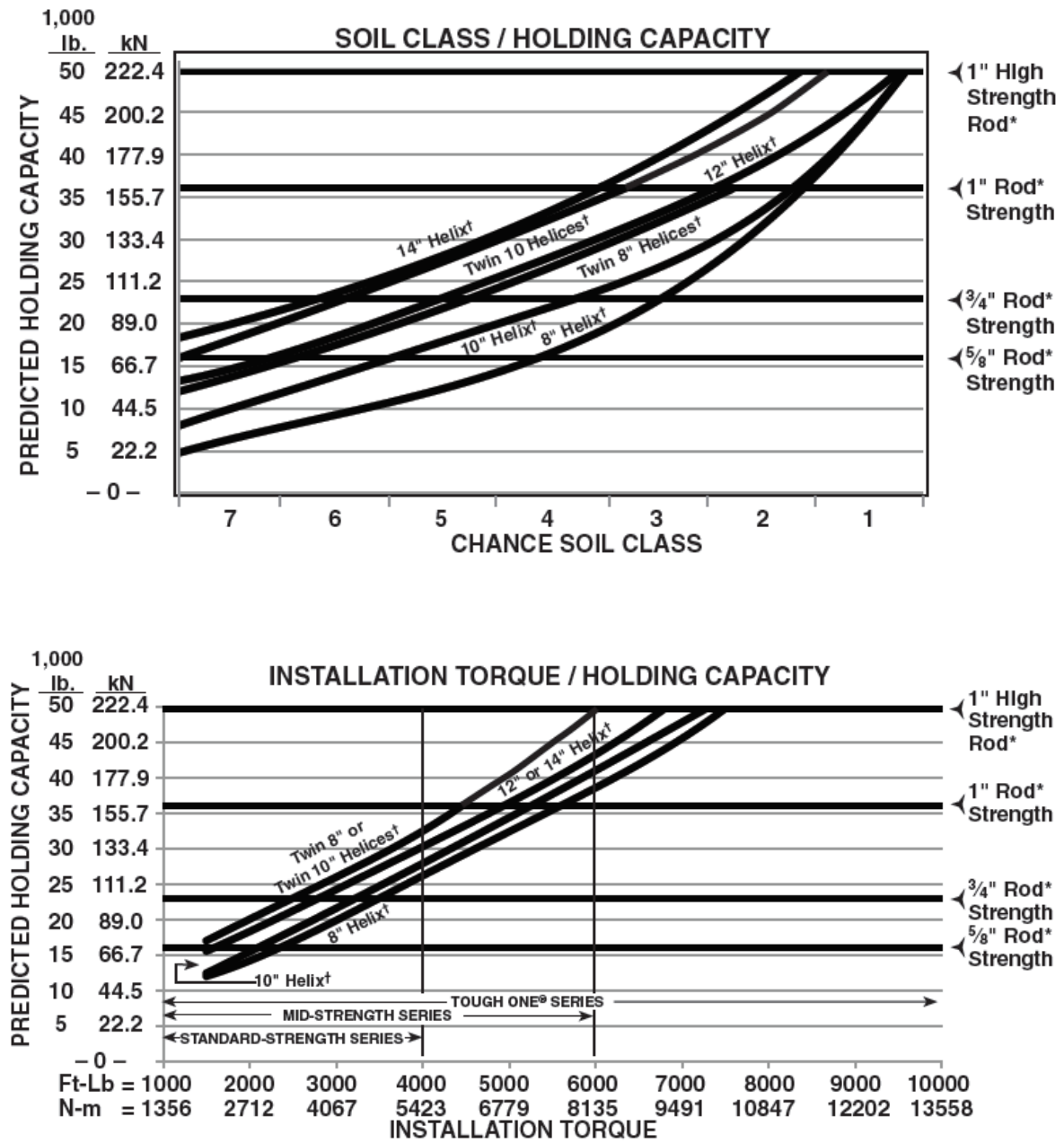
*k : factor de arrastre (para cilindros 0.8 – 1.2)*

*A : área expuesta (ft<sup>2</sup>)*

*P : presión del viento (lb/ft<sup>2</sup>)*

**ANEXO F GUYS AND ANCHORS.**

Para relacionar un tipo de suelo con la capacidad de retención de un anclaje y su torque, se emplearon tablas propias de fabricantes como se indica en la Figura F 1:



**Figura F 1:** Capacidad de retención de un anclaje.

Las tablas con su información se detallan en la Tabla F 1 y en la Tabla F 2.



**Tabla F 1:** Tipos de anclajes (1/2).

OBJECTID	TIPO DE ANCLAJE
1	8" PIHS
2	10" PIHS
3	12" PIHS
4	14" PIHS
5	10" SQ
6	10/12" SQ
7	10" SCREW
8	5/8x71" Varilla Acero Galvanizado

**Tabla F 2:** Tipos de anclajes (2/2).

OBJECTID	TIPO DE ANCLAJE	TORQUE	CAPACIDAD DE RETENCION
1	sele	8000	26000
2	8" PIHS	6000	26000
3	8" PIHS	4000	21000
4	8" PIHS	2500	16000
5	10" PIHS	8000	28000
6	10" PIHS	6000	28000
7	10" PIHS	4000	23000
8	10" PIHS	2500	15500
9	12" PIHS	8000	30000
10	12" PIHS	6000	30000
11	12" PIHS	4000	22000
12	12" PIHS	2500	19000
13	14" PIHS	8000	33000
14	14" PIHS	6000	30000
15	14" PIHS	4000	26000
16	14" PIHS	2500	19000
17	10" SQ	8000	26000
18	10" SQ	6000	26000
19	10" SQ	4000	21000
20	10" SQ	2500	16000
21	10/12" SQ	6000	46500
22	10/12" SQ	4000	46500
23	10/12" SQ	2500	31000
24	5/8x71" Varilla Acero Galvanizado	8000	33000
25	5/8x71" Varilla Acero Galvanizado	6000	30000
26	5/8x71" Varilla Acero Galvanizado	4000	26000
27	5/8x71" Varilla Acero Galvanizado	2500	19000



## GUY (TENSORES)

La información de los tensores básicamente indica sus tipos de acuerdo al material de construcción, especificaciones geométricas como diámetros y la característica mecánica de tensión de rotura, expuestas en la Tabla F 3 y en la Tabla F 4.

### Especificaciones técnicas

- Los tensores deben ser colocados al inicio y final de cada tramo, así como en cambios de dirección del recorrido del cable (trayectoria).
- La posición del anclaje del tensor debe ser tal que éste forme un ángulo menor de  $65^\circ$  con la horizontal; cuando el ángulo de la línea sea mayor a  $30^\circ$  se recomienda colocar dos (2) retenciones en el sentido opuesto de cada tramo de línea a retener.
- Los tensores directos a tierra ubicarán su varilla de anclaje a una distancia igual a 5 m desde la base del poste.
- Cuando no sea posible la instalación de tensores directos a tierra, en particular frente a viviendas, deberá instalarse en su lugar un de tipo “poste a poste”, para lo cual se aceptarán longitudes máximas de 30 metros e inclinación de los mismos en un ángulo máximo de  $5^\circ$  con la vertical.

**Tabla F 3:** Tipos de tensores (1/2).

OBJECTID	MATERIAL
1	ExtraHighStrength
2	HighStrength
3	SiemensMartin
4	CommonGrade
5	UtilitiesGrade



**Tabla F 4:** Tipos de tensores (2/2).

OBJECTID	DIAMETRO COMO TEXTO	MATERIAL	DIAMETRO	TENSION NOMINAL DE ROTURA
1	9/32	UtilitiesGrade	0,2813	4500
2	9/32	CommonGrade	0,2813	2570
3	9/32	SiemensMartin	0,2813	4250
4	9/32	HighStrength	0,2813	6400
5	9/32	ExtraHighStrength	0,2813	8950
6	5/16	UtilitiesGrade	0,3125	6000
7	5/16	CommonGrade	0,3125	3200
8	5/16	SiemensMartin	0,3125	5350
9	5/16	HighStrength	0,3125	8000
10	5/16	ExtraHighStrength	0,3125	11200
11	3/8	UtilitiesGrade	0,375	11500
12	3/8	CommonGrade	0,375	4250
13	3/8	SiemensMartin	0,375	6950
14	3/8	HighStrength	0,375	10800
15	3/8	ExtraHighStrength	0,375	15400
16	7/16	UtilitiesGrade	0,4375	18000
17	7/16	CommonGrade	0,4375	5700
18	7/16	SiemensMartin	0,4375	9350
19	7/16	HighStrength	0,4375	14500
20	7/16	ExtraHighStrength	0,4375	20800
21	1/2	UtilitiesGrade	0,5	25000
22	1/2	CommonGrade	0,5	7400
23	1/2	SiemensMartin	0,5	12100
24	1/2	HighStrength	0,5	18800
25	1/2	ExtraHighStrength	0,5	26900
26	9/16	CommonGrade	0,5625	9600
27	9/16	SiemensMartin	0,5625	15700
28	9/16	HighStrength	0,5625	24500
29	9/16	ExtraHighStrength	0,5625	35000
30	5/8	CommonGrade	0,625	11600
31	5/8	SiemensMartin	0,625	19100
32	5/8	HighStrength	0,625	29600
33	5/8	ExtraHighStrength	0,625	42400
34	5/8 (19 wires)	CommonGrade	0,625	11000
35	5/8 (19 wires)	SiemensMartin	0,625	18100
36	5/8 (19 wires)	HighStrength	0,625	28100
37	5/9 (19 wires)	ExtraHighStrength	0,625	40200



**ANEXO G CROSS ARM PARAMETERS.**

La información geométrica de las crucetas homologadas en las unidades de propiedad por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovables empleadas en la distribución eléctrica se muestra en la Tabla G 1:

**Tabla G 1:**Cross arm parameters.

OBJECTID	DESCRIPCION	CODIGO	FUERZA DE FLEXION	DIM VERTICAL	DIM HORIZONTAL	DIAMETRO DE PERNO
7	Cruceta Acero Galv 8'-0" 3X3X1/4	Xarm7	7400	3	3	0,62

Las diferentes configuraciones de los conductores en las crucetas se exponen en la Tabla G 2 :

**Tabla G 2:** Disposiciones de las crucetas.

Cruceta	Cond A_Hor	Cond A_Vert	Cond B_Hor	Cond B_Vert	Cond C_Hor	Cond C_Vert	Neutral_Hor	Neutral_Vert
1CP	0	10,5	0	0	0	0	0,2	9,1
1VP	2,05	10,3	0	0	0	0	0,2	8,7
2CP	0	10,3	2,2	10,3	0	0	1,3	9,1
2VP	0,57	10,3	2,05	10,3	0	0	0,2	8,7
3CP	0	10	1,1	10,5	2,2	10	1,3	9,1
3SP	0	10,3	0,7	10,3	2,2	10,3	1,3	9,1
3VP	0,57	10,3	1,33	10,3	2,05	10,3	0,2	8,7

Los elementos aisladores y pernos pins empleados por la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR son:

**Tabla G 3:** Tipos de aisladores.

OBJECTID	AISLADOR	DESCRIPCION	CARGA DE ROTURA
1	l1-3/4Stud	1-3/4" stud and post insulator	1400
2	l7Stud	7" stud and post insulator	1400
3	Cneck	Pin ANSI 55-2 C-Neck	2200
4	Fneck	Pin ANSI 55-5 F-Neck	3200
5	Jneck	Pin ANSI 55-1 J-neck	2500
6	Spool	Rollo ANSI 53-2	2000
7	Suspension	Susp Caucho Silc ANSI 52-1	1000

**Tabla G 4:** Tipos de pernos PIN.

OBJECTID	PIN	DESCRIPCION	CARGA DE ROTURA
1	PAG 3/4X12	Pin Acero Galv 3/4x12"	1500



**ANEXO H Valoración manual hecha en Excel de Designer y SGP**

**Tabla H 1: Valoración Designer.**

UNIDAD COMPATIBLE	CANT	MAT	M/O	COSTO
BAJANTE AP CONDUCTOR 2*8 AWG, POR INTERIOR DE POSTE	500.20	420.17	4.50	424.67
CARGA-TRANS-DESCARGA POSTE H.A.12M.-Poste Hormigon-PO0-0HC12_400	1.00	327.03	27.62	354.65
CARGA-TRANSPORTE-DESCARGA DE POSTE H.A. DE 10M.-Poste Hormigon-PO0-0HC10_400	65.00	13885.95	1795.30	15681.25
DESALOJO DE MATERIAL SOBRANTE POR M3	1.00	0.00	19.13	19.13
DIRECCION DE PLANTADO DE POSTE	68.00	0.00	177.48	177.48
EXCAV. PARA TENSOR O POSTE <=12M, D>=60CM,TER NORMAL O CONG,CONCENTRADO	3.00	0.00	50.22	50.22
EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL Y/O CONGLOMERADO M3	1.00	0.00	20.46	20.46
LIMPIEZA DE EXCAVACION	1.00	0.00	8.93	8.93
MONTAJE DE TRANSFORMADOR 1F 100 kVA PAD MOUNTED-RADIAL-Padmounted Monofásico en Cabina-TRV-1P100	2.00	14112.00	400.00	14512.00
MONTAJE DE TRANSFORMADOR 1F 50 kVA PAD MOUNTED-MALLA-Padmounted Monofásico en Cabina-TRV-1P50 MALLADO	1.00	5040.00	230.00	5270.00
MONTAJE DE TRANSFORMADOR 1F 50 kVA PAD MOUNTED-RADIAL -Padmounted Monofásico en Cabina-TRV-1P50 RADIAL	1.00	5712.00	200.00	5912.00
MONTAJE DE TRANSFORMADOR 1F 75 kVA PAD MOUNTED-MALLA-Padmounted Monofásico en Cabina-TRV-1P75	2.00	13360.00	460.00	13820.00
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 250W. AUTOCONTROLADA-Sodio Cerrada-APD-OPLCS250AC	63.00	16862.58	1510.74	18373.32
MONTAJE E INST. DE CONTROL DE ALUMBRADO PUBLICO COMPLETO	6.00	307.74	108.54	416.28
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 250W. DNP-Sodio Cerrada-APD-OPLCS250PD	1.00	320.11	23.98	344.09
POZO DE REVISION DE HORMIGON ARMADO O MAMPOSERIA 1,20X1,20X1,20 TIPO C-Pozo de Revision-EUO-OPC	14.00	328.06	4592.84	4920.90
POZO DE REVISION DE HORMIGON ARMADO O MAMPOSERIA 60X60X75 TIPO A-Pozo de Revision-EUO-OPA	32.00	164.03	5248.96	5412.99
POZO DE REVISION DE HORMIGON ARMADO O MAMPOSERIA 90X90X90 TIPO B-Pozo de Revision-EUO-OPB	35.00	252.14	8824.90	9077.04
SECCIONADOR S1,1 PROTECTOR SOBRETENSION Y PUESTA TIERRA(SP1)	12.00	1945.20	352.80	2298.00
SUMINISTRO Y ACOPIO DE PIEDRA D<=50M, PARA POSTES DE HASTA 12M	1.00	0.00	12.40	12.40
SUMINISTRO Y ACOPIO DE PIEDRA D<=50M, PARA TENSORES	2.00	0.00	35.34	35.34
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 2 AWG 25KV,1F M.T. EN DUCTO 110MM-Tramo MTS Trifasico-CO0-0Y2	184.95	5387.59	0.29	5387.89
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 2 AWG 25KV,1F M.T. EN DUCTO 110MM-Tramo MTS Bifasico-CO0-0Y2	143.29	2782.69	0.15	2782.84
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 2 AWG 25KV,1F M.T. EN DUCTO 110MM-Tramo MTS Monofasico-CO0-0Y2	555.23	5391.28	0.29	5391.58
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 2 AWG 25KV,1F M.T. EN DUCTO 110MM-Bajante MTS Monofasica-CO0-0Y2	27.44	266.44	0.01	266.46
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 8 AWG EN POLITUBO PVC-Tramo BTS Monofasico-CO0-0P8	1566.89	2052.63	0.28	2052.91
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 4 AWG EN POLITUBO PVC-Acometida BTS Monofasica-CO0-0P4	633.50	2052.54	0.15	2052.69
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 2 AWG, 1F EN DUCTO 110MM-Bajante BTS Monofasica-CO0-0P2	24.45	111.25	0.01	111.25
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 1/0 AWG, 1F EN DUCTO 110MM-Tramo BTS Monofasico-CO0-0P1/0	1614.43	12947.73	0.40	12948.13
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 3/0 AWG, 1F EN DUCTO 110MM-Tramo BTS Monofasico-CO0-0P3/0	169.21	2245.42	0.05	2245.46
TENDIDO DE POLITUBO DE HASTA 3" Y GUIA (INC. CABLE GALV. #10), POR M.	12106.00	0.00	11258.58	11258.58
<b>TOTAL</b>		<b>106274.58</b>	<b>37651.35</b>	<b>143925.92</b>



**Valoración por unidad en el SGP.**

**Tabla H 2: Valoración SGP.**

UNIDAD CONSTRUCTIVA	CANT	M/O	MAT	COSTO
BAJANTE AP CONDUCTOR 2*8 AWG, POR INTERIOR DE POSTE	500.00	4525.00	10920.00	15445.00
CARGA-TRANS-DESCARGA POSTET H.A.12M	1.00	27.62	327.03	354.65
CARGA-TRANSPORTE-DESCARGA DE POSTE H.A. DE 10 M	65.00	1795.30	13885.95	15681.25
DESALOJO DE MATERIAL SOBRENTE POR M3	1.00	19.13	0.00	19.13
DIRECCION DE PLANTADO DE POSTE	68.00	177.48	0.00	177.48
EXCAV. PARA TENSOR O POSTE <=12M,D>=60CM,TER NORMAL O CONG,CONCENTRADO	3.00	50.22	0.00	50.22
EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL Y/O CONGLOMERADO M3	1.00	20.46	0.00	20.46
LIMPIEZA DE EXCAVACION	1.00	8.93	0.00	8.93
TRAFI MONOF AUTOPR 1 BUJE 12.7KV/240-120 50kVA	2.00	195.98	6626.14	6822.12
TRAFI MONOF AUTOPR 1 BUJE 12.7KV/240-120 50kVA	1.00	97.99	3313.07	3411.06
TRAFI MONOF AUTOPR 1 BUJE 12.7KV/240-120 50kVA	1.00	97.99	3313.07	3411.06
TRAFI MONOF AUTOPR 1 BUJE 12.7KV/240-120 50kVA	2.00	195.98	6626.14	6822.12
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 250W. AUTOCONTROLADA	63.00	1510.74	17216.64	18727.38
PINTURA DE CODIGO EN POSTE	68.00	148.92	0.00	148.92
POZ DE REVISION 40X40 CON TAPA; ENLUCIDO	0.00	0.00	0.00	0.00
POZ DE REVISION 40X40 CON TAPA; ENLUCIDO	0.00	0.00	0.00	0.00
POZ DE REVISION 40X40 CON TAPA; ENLUCIDO	0.00	0.00	0.00	0.00
RELLENO DE ZANJA	209.00	2138.07	0.00	2138.07
SECCIONADOR FUSIBLE TIPO ABIERTO 15/27KV 100A	12.00	352.80	2758.02	3110.82
SUMINISTRO Y ACOPIO DE PIEDRA D<=50M, PARA POSTES DE HASTA 12M	1.00	12.40	0.00	12.40
SUMINISTRO Y ACOPIO DE PIEDRA D<=50M, PARA TENSORES	2.00	35.34	0.00	35.34
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 2 AWG 25KV, 1F M.T. EN DUCTO 110MM	1424.10	756.33	13828.01	14584.34
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 8 AWG EN POLITUBO PVC	1566.00	279.39	2051.46	2330.85
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 4 AWG EN POLITUBO PVC	633.00	148.55	2050.92	2199.47
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 2 AWG, 1F EN DUCTO 110MM	24.00	5.91	109.20	115.11
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 1/0 AWG, 1F EN DUCTO 110MM	1614.00	397.74	12944.28	13342.02
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 3/0 AWG, 1F EN DUCTO 110MM	169.00	45.81	2242.63	2288.44
TENDIDO DE POLITUBO DE HASTA 3" Y GUIA (INC. CABLE GALV. #10), POR M.	12106.00	11258.58	0.00	11258.58
		<b>24302.66</b>	<b>98212.56</b>	<b>122515.22</b>