



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO:

“ANÁLISIS DE LA CARGA ELÉCTRICA A INSTALARSE PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA NUEVA PLANTA RVR TRANSFORMADORES CIA. LTDA. DE LA CIUDAD DE QUITO”.

INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE
POTENCIA.**

AUTORES:

RUBIO FAZ EDWIN OSWALDO

RUBIO FAZ ROMULO RAUL

TUTOR:

ING. PROAÑO XAVIER

LATACUNGA - ECUADOR

2016



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA) por cuanto, los postulantes: Rubio Faz Edwin Oswaldo y Rubio Faz Rómulo Raúl con el título de Proyecto de Investigación: **“ANÁLISIS DE LA CARGA ELÉCTRICA A INSTALARSE PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA NUEVA PLANTA RVR TRANSFORMADORES CIA. LTDA DE LA CIUDAD DE QUITO”**. Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Para constancia firman:

Latacunga, Agosto del 2106

Lector 1(Presidente)

Ing.: Vicente Quispe

C.I:050291801-4

Lector 2

Ing.: Franklin Vásquez

C.I: 171043449-7

Lector 3

Ing. Marcelo Barrera

C.I:180184877-9



AUTORÍA

“Nosotros, Rubio Faz Edwin Oswaldo y Rubio Faz Rómulo Raúl, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “Análisis de la carga eléctrica a instalarse para el diseño del sistema eléctrico de la nueva planta RVR Transformadores CIA. LTDA de la ciudad de Quito” siendo el Ing. Xavier Proaño tutor del presente trabajo, y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Rubio Faz Edwin Oswaldo

CI: 0502965668

Rubio Faz Rómulo Raúl

CI: 0503785248



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el título:

“ANÁLISIS DE LA CARGA ELÉCTRICA A INSTALARSE PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA NUEVA PLANTA RVR TRANSFORMADORES CIA. LTDA DE LA CIUDAD DE QUITO”, de Rubio Faz Edwin Oswaldo y Rubio Faz Rómulo Raúl, de la Carrera Ingeniería Eléctrica considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto, 2016

EL TUTOR

Ing. Xavier Proaño

CI: 0502656424

DIRECTOR DE PROYECTO INVESTIGATIVO



CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de representante del departamento de Ingeniería de la empresa RVR Transformadores Cía. Ltda. , a petición verbal de los interesados, certifico que:

Los señores Rubio Faz Edwin Oswaldo, portador de la cédula de ciudadanía N° 050296566-8 y Rubio Faz Rómulo Raúl, portador de la cédula de ciudadanía N° 050378524-8, realizaron el Trabajo Investigativo de grado con el tema:

“ANÁLISIS DE LA CARGA ELÉCTRICA A INSTALARSE PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA NUEVA PLANTA RVR TRANSFORMADORES CIA. LTDA DE LA CIUDAD DE QUITO”

Bajo la supervisión de esta área, siguiendo todos los lineamientos y requerimiento establecidos por la empresa.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultad a los interesados, hacer uso de este documento en forma de que estimen conveniente.

Atentamente

R.V.R.
TRANSFORMADORES Cía. Ltda.

.....
FIRMA AUTORIZADA
Ing. Luis Vásquez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por concederme la vida y salud en los momentos difíciles. Mi agradamiento infinito a mis padres Luis Rubio en especial a mi madre Soledad Faz y hermanos por el apoyo económico y moral, a mi esposa e hijos, quien ha aportado en mí sus ideales de lucha y nunca darse por vencidos, por ser mi apoyo fundamental e incondicional en los momentos muy difíciles de mi vida, a mis docentes de mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, al empresa RVR Transformadores por la facilidad que me ha dado para llevar a cabo esta investigación.

Al Ing. Xavier Proaño, tutor del trabajo por su disponibilidad y apoyo durante el proceso de elaboración de este proyecto de investigación.

Al Ing. Vicente Quispe, Franklin Vásquez, Marcelo Barrera, miembros de nuestra formación académica por brindarnos sus conocimientos y asesoramiento en las bases metodologías para desarrollo de este trabajo investigativo.

Edwin.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por darme salud y vida en todo el tiempo transcurrido. A mis padres Luis Cristóbal Rubio, María Soledad Faz, que me brinda su apoyo incondicional cada día de mi vida, de igual manera a mis hermanos por el apoyo brindado en el transcurso de la preparación profesional.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi que es la fuente del saber con sus docentes educadores que compartieron los conocimientos para nuestra formación.

Al Ing. Xavier Proaño, tutor del trabajo por sus consejos y criterios de apoyo durante el desarrollo de elaboración del proyecto de investigación.

A los Ingenieros lectores de este trabajo investigativo por compartir sus conocimientos y experiencias para la formación profesional.

Rómulo.

DEDICATORIA

En el presente proyecto de investigación está dedicado a nuestras familias en especial a nuestros padres que nos brindaron su apoyo incondicional, su paciencia y supieron impulsarnos a ser mejores cada día para cumplir con nuestras metas planteadas.

A Josué, un angelito que desde cielo nos mira, que vive en nuestros corazones, y lo más que quiso es que siempre estecemos felices y unidos.

A la empresa industrial RVR Transformadores, que servirá de base de estudio para el diseño eléctrico de su nueva planta industrial en base a su carga eléctrica y su producción sea la esperada y por medio de esta pueda ayudar a varias familias con un trabajo digno.

Edwin.

Rómulo.

INDICE

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	ii
AUTORÍA	iii
CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN	iv
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
EDICATORIA	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
AVAL DE TRADUCCIÓN	xvii
1 INFORMACIÓN GENERAL	1
1.1 EQUIPO DE TRABAJO	1
1.2 ÁREA DE CONOCIMIENTO	3
1.3 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	3
1.4 SUB LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA.....	3
2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	4
4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	5
5 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	5

6	OBJETIVOS:	6
6.1	GENERAL	6
6.2	ESPECÍFICOS	6
7	ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREA EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.	7
8	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	8
8.1	ESTIMACIÓN DE CARGAS.....	8
8.2	DEMANDA ELÉCTRICA.....	8
8.3	ESTUDIO DE LA DEMANDA ELÉCTRICA	8
8.4	DEMANDA MÁXIMA Y CARGA INSTALADA.....	9
8.5	FACTOR DE DEMANDA	9
8.6	FACTOR DE CARGA.	10
8.7	FACTOR DE DIVERSIDAD.	11
8.8	FACTOR DE SIMULTANEIDAD.....	11
8.9	FACTOR UTILIZACIÓN.....	13
8.10	FACTOR DE RESERVA.	14
8.11	FACTOR DE POTENCIA.	14
8.12	ALIMENTADORES.....	15
8.13	CAPACIDAD TÉRMICA	17
8.14	AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES.....	19
8.15	BANDEJAS PORTA CABLES.....	19
8.16	SISTEMA DE PUESTA TIERRA.....	19
8.17	ASPECTOS DE PROTECCIONES	20
8.18	SISTEMA DE ILUMINACIÓN	22
8.19	SOFTWARE DE SIMULACIÓN	23
9	HIPOTESIS	24
9.1	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	25
10	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	27

10.1	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	27
10.2	TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	27
10.3	INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	28
10.4	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	28
10.5	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	28
11	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	29
11.1	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA UNITARIA DE DISEÑO.....	29
11.2	DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS.....	32
11.3	TRASFORMADOR.....	32
11.4	DIAGRAMA UNIFILAR.....	33
11.5	ESTUDIO DE CARGA.....	35
11.6	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y FUERZA.....	35
11.7	SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....	36
11.8	CÁLCULO DE LA LUMINARIA:.....	39
11.9	ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES.....	45
11.10	ALIMENTADOR PRINCIPAL.....	52
11.11	SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.....	52
11.12	SIMULACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	59
11.13	RESULTADOS OBTENIDOS DE LA SIMULACIÓN DEL DISEÑO EN ETAP 12.6.0.....	62
11.14	CÁLCULO TEÓRICO DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (ICC):.....	64
11.15	SELECCIÓN PARA DESCARGADOR O PARARRAYO.....	65
11.16	SELECTIVIDAD DE PROTECCIONES.....	71
12	IMPACTOS TÉCNICOS ECONÓMICOS.....	72
13	PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	73
14	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
14.1	CONCLUSIONES.....	77
14.2	RECOMENDACIONES.....	78
15	BIBLIOGRAFÍA.....	78

INDICE DE TABLAS

TABLA 2: SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
TABLA 3: INDICA LOS FACTORES DE DEMANDA PARA CADA AGRUPACIÓN DE MOTORES	9
TABLA 4: INDICA LOS FACTORES DE SIMULTANEIDAD PARA TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN	12
TABLA 5: INDICA LOS FACTORES DE SIMULTANEIDAD DE UN SISTEMA.....	12
TABLA 6: INDICA LOS FACTORES DE SIMULTANEIDAD.....	13
TABLA 7: INDICA LOS FACTORES DE UTILIZACIÓN.....	14
TABLA 8: OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTE.....	25
TABLA 9: OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES DEPENDIENTE	26
TABLA 10: INDICA LA DEMANDA MÁXIMA CALCULADA PARA EL SISTEMA.....	31
TABLA 11: PLACA DE CARACTERÍSTICAS GENERALES DE TRANSFORMADOR DE 300kVA	33
TABLA 12: INDICA DATOS DE LA LUMINARIA DE OFICINAS.....	37
TABLA 13: INDICA DATOS DE LA LUMINARIA ALUMBRADO SE LAS MAQUINAS.....	38
TABLA 14: INDICA DATOS DE LA LUMINARIA TIPO CAMPANA.....	38
TABLA 15: INDICA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DEL LOCAL.	39
TABLA 16: INDICA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DEL LOCAL	40
TABLA 17: RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ALUMBRADO INTERIOR.....	44
TABLA 18: INDICA LA CAÍDA DE VOLTAJE Y CALIBRES DE CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA DESDE EL SUB TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN A LAS CARGAS UBICADO DENTRO DEL TABLERO TD- A.....	47
TABLA 19: INDICA LA CAÍDA DE VOLTAJE Y CALIBRES DE CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA DESDE EL SUB TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN A LAS CARGAS UBICADO DENTRO DEL TABLERO TD- B.....	48
TABLA 20: INDICA LA CAÍDA DE VOLTAJE Y CALIBRES DE CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA PLANTA QUE SE ENCUENTRA DENTRO DEL TABLERO TD- B.	49

TABLA 21: INDICA LA CAÍDA DE VOLTAJE Y CALIBRES DE CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA DESDE EL SUB TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN A LAS CARGAS UBICADO DENTRO DE TABLERO TD_C.....	49
TABLA 22: INDICA LA CAÍDA DE VOLTAJE Y CALIBRES DE CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA DESDE EL SUB TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN A LAS CARGAS UBICADO DENTRO DE TABLERO TD_C (CONTINUACIÓN).	50
TABLA 23: INDICA LA CAÍDA DE VOLTAJE Y CALIBRES DE CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA DESDE EL SUB TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN A LAS CARGAS UBICADO DENTRO DE TABLERO TD_E.	50
TABLA 24: INDICA LA CAÍDA DE VOLTAJE Y CALIBRES DE CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA DESDE TABLERO SECUNDARIO A LOS SUB TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN UBICADO DENTRO DE TABLERO TD_P.	51
TABLA 25: INDICA LA CAÍDA DE VOLTAJE Y CALIBRES DE CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA DESDE TABLERO PRINCIPAL TD- P A TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN TD- A, TD- B, TD- C, TD- E.	52
TABLA 26: SELECCIÓN PROTECCIONES DE CIRCUITOS ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS DE LOS SUB TABLEROS CORRESPONDIENTES AL TABLERO SECUNDARIO TD-A.....	54
TABLA 27: SELECCIÓN PROTECCIONES DE CIRCUITOS ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS DE LOS SUB TABLEROS CORRESPONDIENTES AL TABLERO SECUNDARIO TD - B. ..	55
TABLA 28: SELECCIÓN PROTECCIONES DE CIRCUITOS ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS DE LOS SUB TABLEROS CORRESPONDIENTES AL TABLERO SECUNDARIO TD – B (CONTINUACIÓN).....	56
TABLA 29: SELECCIÓN PROTECCIONES DE CIRCUITOS ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS DE LOS SUB TABLEROS CORRESPONDIENTES AL TABLERO SECUNDARIO TD - C. ..	56
TABLA 30: SELECCIÓN PROTECCIONES DE CIRCUITOS ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS DE LOS SUB TABLEROS CORRESPONDIENTES AL TABLERO SECUNDARIO TD – C (CONTINUACIÓN).....	57
TABLA 31: SELECCIÓN PROTECCIONES DE CIRCUITOS ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS DE LOS SUB TABLEROS CORRESPONDIENTES AL TABLERO SECUNDARIO TD – C (CONTINUACIÓN).....	58

TABLA 32: SELECCIÓN PROTECCIONES DE CIRCUITOS ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS DE LOS SUB TABLEROS CORRESPONDIENTES AL TABLERO SECUNDARIO TD - E.....	58
TABLA 33: SELECCIÓN PROTECCIONES DE CIRCUITOS ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLEROS SECUNDARIOS A LOS SUB TABLEROS.	59
TABLA 34: INDICA EL RESUMEN DE DATOS DE LA INSTALACIÓN.	60
TABLA 35: INDICA LOS REPORTES DE LA SIMULACIÓN DEL DISEÑO ELÉCTRICO ETAP	62
TABLA 36: RESUMEN DEL FLUJO DE CARGA DE LA SIMULACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DISEÑADO.	64
TABLA 37: PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.	73

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO A IMPLEMENTARSE.	34
FIGURA 2: CAÍDA DE VOLTAJE PERMISIBLE.	46
FIGURA 3: ESQUEMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO SIMULADO EN ETAP 12.6.....	61
ILUSTRACIÓN 4: INDICA LA CORRIENTE, % CAÍDA DE VOLTAJE, LA POTENCIA KVA DE LA SIMULACIÓN REALIZADA CON EL PROGRAMA ETAP 12.6.0.	63
FIGURA 5: MALLA DE PUESTA A TIERRA CON CUATRO VARILLAS.....	70
FIGURA 6: INDICA LA COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.....	71

TÍTULO:

ANÁLISIS DE LA CARGA ELÉCTRICA A INSTALARSE PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA NUEVA PLANTA RVR TRANSFORMADORES CIA. LTDA DE LA CIUDAD DE QUITO”

AUTORES

Rubio faz Edwin Oswaldo

Rubio Faz Rómulo Raúl

RESUMEN

En la actualidad sector industrial han tenido un crecimiento significativo de demanda de energía eléctrica, enfocándose un crecimiento productivo, dependiendo de consumo y suministro eléctrico a los equipos para una adecuada operación.

En el presente proyecto presenta un estudio de diseño de un dimensionamiento del sistema eléctrico para la nueva planta RVR Transformadores, la misma que permitirá suministrar de energía a las cargas a instalarse.

En primer lugar se analiza los requerimientos eléctricos de la carga, como potencia, voltaje, para de esta manera obtener los parámetros de dimensionamiento del transformador, tomando como base los consumos de los equipos eléctricos, y aplicando las guías de diseño de la EEQ.

Los resultados fueron simulados en el soporte informático ETAP12.6.0 con el que se pudo determinar el comportamiento de la instalación, en condiciones normales de operación, con la aplicación Load Flow Analysis, se consiguió realizar el balance de cargas en todos los puntos de la instalación.

Para el cálculo del dimensionamiento de alumbrado se lo realizó mediante un estudio lumínico de los diferentes locales del Emplazamiento se utilizó el soporte informático DIALux 4.12 con el que se determinó la iluminación de acuerdo a las normas NEC-10, y niveles de iluminación de a la norma UNE-EN 12464-1, tipos de control de iluminación para tener un uso apropiado de la energía.

Palabras claves: Demanda eléctrica, suministro de energía, carga eléctrica.

THEME:

THE ELECTRIC CHARGE ANALYSIS TO INSTALE DESING OF THE ELECTRIC SYSTEM ANALYSIS OF THE NEW RVR TRANSFORMERS PLANT OF QUITO, LTDA CIA.

AUTHORS

Rubio faz Edwin Oswaldo

Rubio Faz Rómulo Raúl

ABSTRACT

The industrial sector has had a significant growth demand of electric energy focused a productive growth depending on consumption and electric supply to the equipment for a correct functioning. This project presents a study of design of an electric system measurement to the new RVR plant, which will help to supply of energy to the charges to be installed. First the electrical charge requirements analyzes as power, voltage to obtain the parameters of dimension of the transformer, taking as base on consumption of the electric equipment, and applying the design guidelines of the EEQ. The result were simulated in the informatic support ATAP 12.6.0 which helped to determine the behavior of the system under normal operating conditions, with the charge Flow Analisis application, it was possible to perform charge balancing at all points of installations. For calculating of the lighting dimension it has been made through the luminic study of the different places of placement that was used the informatics support DIALux 4.12 with which was determined the lighting according to the rules NEC-10, and levels of lighting of the rule UNE-EN 12464-1, kinds of control of lighting to obtain an appropriate use of the energy.

KEY WORDS: Electric demand, energy supply, electric charge.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de docente del idioma inglés del centro cultural de idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: la traducción del resumen de Proyecto de investigación al idioma inglés presentando por los señores de la cerra de ingeniería eléctrica de la unidad académica CIYA: **RUBIO FAZ EDWIN OSWALDO** con número de cedula 0502965668 y **RUBIO FAZ RÓMULO RAÚL** con número de cedula 0503785248, cuyo título versa “**ANÁLISIS DE LA CARGA ELÉCTRICA A INSTALARSE PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA NUEVA PLANTA RVR TRANSFORMADORES CIA. LTDA DE LA CIUDAD DE QUITO**”, lo realizo bajo mi supervisión y cumple con una correcta escritura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Agosto 2016

Atentamente

Lic. Viviana Alajo Tarco

C.I: 0502395130

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

1 INFORMACIÓN GENERAL

➤ **Título del Proyecto**

“Análisis de la carga eléctrica a instalarse para el diseño del sistema eléctrico de la nueva planta RVR Transformadores CIA. Ltda. De la ciudad de Quito”

- **Fecha de inicio:** septiembre del 2015.
- **Fecha de finalización:** agosto del 2016.
- **Lugar de ejecución:**
- **Dirección o sector:** Calacalí
- **Parroquia:** San Antonio
- **Cantón:** Quito
- **Zona:** 2
- **Institución:** Empresa industrial RVR Trasformadores.
- **Unidad Académica que auspicia:**

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.
- **Carrera que auspicia:**

Ingeniería Eléctrica

1.1 Equipo de trabajo

➤ **TUTOR**

- **Datos personales**

Nombres y apellidos: Xavier Alfonso Proaño Maldonado

Fecha de nacimiento: 1985-10-20

Cedula de ciudadanía: 0502656424

Estado civil: Soltero

E-mail: xavier.proano@utc.edu.ec

- **Estudios realizados**

Nivel primario: Escuela “Isidro Ayora”

Nivel secundario: Instituto Técnico Superior "Ramón Barba Naranjo”

Nivel superior: Escuela Politécnica Nacional

Universidad Técnica de Cotopaxi

- **Títulos**

Tercer nivel: Ingeniero Eléctrico (2 010)

Cuarto nivel: Magister en Gestión de Energías (2013)

➤ **Coordinadores de trabajo**

Coordinador 1

- **Datos personales**

Nombres y apellidos Rubio Faz Edwin Oswaldo

Fecha de nacimiento: 1984-06-10

Cedula de ciudadanía: 0502965668

Estado civil: Soltero

E-mail: edwinrubio10@hotmail.com

- **Estudios realizados**

Nivel primario: Escuela “Anexa Dr. Antonio Ante”

Nivel secundario: “Experimental Provincia de Cotopaxi”

Coordinador 2

- **Datos personales**

Nombres y apellidos Rubio Faz Rómulo Raúl

Fecha de nacimiento: 1991-02-10

Cedula de ciudadanía: 0503785248

Estado civil: Soltero

E-mail: raulpatricio91@hotmail.com

- **Estudios realizados**

Nivel primario: Escuela “Anexa Dr. Antonio Ante”

Nivel secundario: “Experimental Provincia de Cotopaxi”

1.2 Área de conocimiento

Ingeniería y tecnología eléctrica

1.3 Líneas de investigación

Suministro y diseño del sistema eléctricos

1.4 Sub líneas de investigación de la carrera

Modelación y simulación de procesos industriales

Elaboración de proyectos

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el presente proyecto presenta un estudio de diseño de un dimensionamiento del sistema eléctrico para la nueva planta RVR Transformadores. La misma que permitirá el dimensionamiento del transformador, sistema de fuerza, sistema de iluminación.

Por medio de los datos obtenidos de las demandas individuales de los equipos eléctricos que instalara en la nueva infraestructura industrial RVR Transformadores, se dimensionó el transformador proyección a 10 años y una tasa de incremento acumulativa anual 1%, se determinó la demanda máxima unitaria proyectada 249,18 kVA que para nuestro sistema se utilizará un transformador de 300kVA, de la misma manera se dimensionó los alimentadores, sistema de iluminación, sistema de protecciones de los conductores, dependiendo de consumo y la necesidad de suministro energía eléctrica a los equipos para una adecuada operación.

3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

RVR Transformadores”, una empresa que diseña, fabrica, comercializa transformadores, y soluciones al sector eléctrico, con productos, servicios de calidad y tecnología, demostrando un alto compromiso y profesionalismo con sus clientes y aportando al desarrollo de la comunidad.

En los últimos años la empresa ha adquirido un importante crecimiento, en demanda de sus productos fabricados, a esta situación la empresa por mejorar los tiempos de producción, dispone de un proyecto de una nueva infraestructura ubicada en sector de Calacali, situación que implica el estudio, dimensionamiento del sistema eléctrico, los mismos que deben suministrar energía a la planta de producción.

El presente estudio se realiza con el fin de dimensionar apropiadamente desde la capacidad del transformador hasta los centros de consumo, analizando los tipos de cargas como circuitos de fuerza, circuitos especiales, alumbrado, aplicando normas (NEC “Código Eléctrico Ecuatoriano”, Normas de Diseño E.E.Q. parte A) que rigen a este tipo de diseño.

Para proceder el dimensionamiento y diseño de sistema eléctrico se basó en las potencias de consumos de la carga a instalarse, el voltaje de alimentación que requiere cada una de las cargas, los procesos de producción, ubicación en la planta de la fábrica para conocer longitudes de los conductores a utilizar, características de los diferentes sitios de trabajo para realizar los estudios de iluminación.

El presente proyecto a realizarse será auspiciado por la planta industrial RVR Transformadores la cual proporcionara con información pertinente que será de gran utilidad para el correcto dimensionamiento y posterior simulación del diseño eléctrico de la nueva planta, el gerente como el personal administrativo serán quienes monitoreen el trabajo planteado.

En calidad de postulantes en la elaboración del trabajo de investigación se cuenta con la información suficiente en la Universidad Técnica de Cotopaxi en tal virtud existe la debida

capacidad para llevar a cabo el trabajo de investigación, se cuenta con el debido apoyo de un tutor técnico especializado en la carrera de ingeniería eléctrica.

Este trabajo investigativo se desarrollará aguas abajo del transformador, que comprende sistema de alumbrado y fuerza con sus respectivas protecciones.

Por lo expuesto anteriormente se justifica la elaboración del tema de investigación, ya que en este se aplicarán los conocimientos teóricos prácticos adquiridos dentro de las aulas, tomándose en cuenta que la energética es uno de los más emblemáticos de los servicios para el adelanto de la productividad.

4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

El beneficiario directo del proyecto es la Empresa “RVR Transformadores”.

Los beneficiarios indirectos son la población en general como: los empleados, así como también personas naturales o jurídicas vinculados al sector eléctrico, en especial al área de distribución eléctrica.

5 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

“RVR Transformadores”, es una empresa dedicada a la fabricación, reparación y mantenimiento de Transformadores para sistemas de Bombeo de Petróleo, Transformadores Especiales, Pad Mounted, Transformadores de Distribución y Secos de Bajo Voltaje.

La empresa R.V.R. Transformadores que se encuentra en constante crecimiento nacional e internacional, así como la demanda de transformadores en el país, entre sus políticas de desarrollo, mejoramiento, condiciones de seguridad del personal, la calidad de sus productos y procesos, la reducción de tiempos y costos de producción ha adquirido equipos con tecnología para la fabricación y reparación de los transformadores, en este sistema que se desarrolla la

empresa RVR Transformadores tiene problemas de no dispone del espacio físico adecuado para lograr la continuidad de sus objetivos.

En función a las necesidades en el medio en que se desarrolla, RVR Transformadores dispone de un proyecto de una nueva infraestructura, pero no cuenta con el diseño ni el dimensionamiento del sistema eléctrico que le permita adecuar los equipos eléctricos y empezar con sus funciones de producción, por lo que se le hace muy necesario disponer un diseño eléctrico que cumpla con la normas correspondientes, y suministren energía a los equipos en función de sus procesos de producción.

6 OBJETIVOS:

6.1 General

Dimensionar el sistema eléctrico de la nueva planta “RVR Transformadores” mediante la aplicación de normas técnicas y análisis de la carga eléctrica, para el eficiente funcionamiento del sistema eléctrico que permita un servicio óptimo a los equipos.

6.2 Específicos

- Analizar la carga eléctrica a instalarse de la nueva Planta industrial “RVR TRANSFORMADORES” para conocer la capacidad del transformador.
- Dimensionar el sistema eléctrico para nueva Planta Industrial “RVR TRANSFORMADORES” que cumpla con las normas técnicas.
- Simular el sistema eléctrico propuesto en soporte informático ETAP12.6.0, DIALux 4.12 que describa los resultados de operación

7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREA EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 1: Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

OBJETIVO	ACTIVIDADES	RESULTADOS	DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA
Analizar la carga eléctrica a instalarse de la nueva Planta industrial “RVR TRASFOMADORES” para conocer la capacidad del transformador.	Levantamiento de datos de carga instalada. Determinación de tipo de carga.	Clasificación de tipo de carga. Potencia KVA, KW de cada equipo. Horas de funcionamiento de los equipos.	Observación Aplicar cálculos.
Dimensionar el sistema eléctrico para nueva Planta Industrial “RVR TRASFOMADORES” que cumpla con las normas técnicas.	Investigación de normas aplicadas de diseño del sistema eléctrico.	Cargabilidad de los conductores. Dimensionamiento de las protecciones Dimensionamiento del transformador	Modelación y simulación del sistema eléctrico.
Simular el sistema eléctrico propuesto en soporte informático ETAP12.6.0, DIALux 4.12 que describa los resultados de operación	Simulación de diseño del sistema eléctrico en ETAP 12.6.0, Simulación del sistema de iluminación en Daialux 4.12,	Se determinó el comportamiento de la instalación, en condiciones normales de operación. Intensidades y potencias en todos los puntos de la instalación. Se determinó el tipo de iluminación por área de trabajo.	Diseño del sistema eléctrico. Diagrama unifilar. Corrida de flujos. Iluminación de acuerdo a las normas NEC-10, y niveles de iluminación de a la norma UNE-EN 12464-1

Elaborado por: Autores

8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

La elaboración de las instalaciones eléctricas de una industria o planta, comprende el dimensionamiento de todo el sistema. Como eje central del proceso se encuentran las cargas a ser alimentadas. Es por esto fundamental el conocimiento de sus características y comportamiento del sistema, para dimensionar los demás bloques que conforman el sistema de alimentación.

8.1 Estimación de cargas.

Según (JURADO, 2008, pág. 26) define que “En un proyecto de instalaciones eléctricas un paso fundamental es la estimación de la carga que va a ser alimentada.”

La estimación de las cargas en las instalaciones industriales permite conocer la carga utilizada en el proceso de fabricación para el dimensionamiento apropiado de todos los elementos implicados y proyectar un costo general razonable de la instalación.

8.2 Demanda eléctrica.

Según el (ARCONEL-CONELC-007/00, 2000 pág. 5) define la demanda como “Es la potencia requerida por un sistema o parte de él, promediada en un intervalo de tiempo previamente establecido”. Y se la determinación de las horas de trabajo, la demanda se expresa en kW, kVA, kVAR.

8.3 Estudio de la demanda eléctrica

Según (GIAS DE DISEÑO PARTE A DE LA E.E.Q, 2014, pág. 92) afirma que, “Para los clientes comerciales e industriales, se realizará en función de factores tales como división y uso del suelo, características de las obras de infraestructura previstas, área y características de los edificios a construir, tipo de maquinaria, etc.; se establecerá como resultado de un análisis fundamentado, los valores de la demanda unitaria a considerar en el diseño.”

8.4 Demanda máxima y carga instalada

Según (JURADO, 2008, pág. 12) En una instalación eléctrica “La demanda máxima en un instante de tiempo es equivalente a la máxima coincidencia de cargas operando simultáneamente.” La carga instalada corresponde la suma de los valores nominales de consumo de todas las cargas conectadas. En base a este dato se dimensionan los valores nominales de los equipos de protección y los calibres de acometidas o alimentadores. Este valor viene reflejado generalmente en kVA, kW, HP.

8.5 Factor de Demanda

(HAWKING Stephen, 1986) Determina el factor de demanda “Es la relación entre la demanda máxima del sistema y la carga total conectada a ella durante un intervalo de tiempo considerado.”

$$FD = \frac{\text{Demanda Máxima}}{\text{Capacidad del sistema}} = \frac{D_{\max}}{P_{\text{inst}}} \quad \text{Ecuación 1 (8.5)}$$

Dónde:

D_{\max} = Demanda máxima de instalación en KW o KVA

P_{inst} =Potencia de carga conectada en KW o KVA

(Contrin, 2000, pág. 44) Define que el “**Factor de Demanda**, se define para un conjunto de receptores, como el cociente entre la potencia máxima demandada por el conjunto, y la potencia instalada correspondiente al mismo conjunto”

Tabla 2: Indica los factores de demanda para cada agrupación de motores

NUMERO DE MOTORES EN OPERACIÓN	FACTOR DE DEMANDA EN %
1– 10	70 - 80
11 – 20	60 - 70
21 – 50	55 - 60
51 – 100 > a 100	50 - 60

Fuente: Instalaciones eléctricas Industriales I (Dardo Fernández Guzmán)

8.6 Factor de Carga.

Según (Enegineering, 1959, pág. 67) define factor de carga “Es la razón entre la demanda media durante un determinado intervalo de tiempo, y la demanda máxima registrada en el mismo periodo.”

El factor de carga es siempre mayor a cero y menor o igual a uno. El factor de carga mide el grado en el que la demanda máxima fue mantenida durante el intervalo de tiempo considerado, como también la que energía está siendo utilizada en forma racional por parte de una determinada instalación.

Mantener un elevado factor de carga en el sistema significa obtener los siguientes beneficios:

- Optimización de la inversión de la instalación eléctrica
- Aprovechamiento racional y aumento de la vida útil de la instalación eléctrica, incluidos los motores y equipos.
- Reducción del valor de demanda pico.

El factor de carga se obtiene de la siguiente relación:

$$\mathbf{F_{cd}} = \frac{\mathbf{D_{med}}}{\mathbf{D_{max}}} \quad \text{Ecuación 2 (8.6)}$$

Dónde:

$\mathbf{F_{cd}}$ = Factor de Carga diaria

$\mathbf{D_{med}}$ = Demanda media de periodo calculada a través de la integración de la curva de carga de la figura 1. Lo que equivale al valor del lado del rectángulo correspondiente al eje de la ordenada. El área del rectángulo es numéricamente igual al consumo de energía del periodo.

$\mathbf{D_{max}}$ = Demanda máxima para un mismo período en Kw.

8.7 Factor de diversidad.

Según (HAWKING Stephen, 1986, pág. 44) define “Es el valor definido por la relación de la suma de las demandas máximas individuales de un grupo de cargas y la demanda máxima del grupo.” Es un valor adimensional que a diferencia del factor de demanda, se obtiene un número mayor a la unidad. Esto se debe al consumo individual varía de una carga a otra mientras que la demanda máxima del conjunto de cargas por lo general es menos.

$$F_{DIV} = \frac{\sum D_{max}}{D_{max\ total}} \quad \text{Ecuación 3 (8.7)}$$

Dónde:

F_{DIV} = Factor de diversidad.

D_{max} = Demanda máxima de cargas individuales.

$D_{max\ total}$ = Demanda máxima total del conjunto.

8.8 Factor de simultaneidad.

(JURADO, 2008, pág. 13) Define “Es una cantidad menor o igual a la unidad que se obtiene como el recíproco del factor de diversidad. Es factor que indica la operación de los equipos al mismo instante.”

$$\text{Factor de simultaneidad} = \frac{1}{\text{Factor de diversidad}} \quad \text{Ecuación 4 (8.8)}$$

(Contrin, 2000, pág. 44) Afirma que normalmente, la operación simultánea de todas las cargas de un sistema, nunca ocurre, apareciendo siempre determinado grado de diversidad, que se expresa para cada grupo de cargas, mediante el factor de simultaneidad. “El mismo se define como el cociente entre la demanda máxima del grupo j , y la suma de las demandas máximas de cada carga (i) del grupo j .”

$$F_s = \frac{D_{mj}}{\sum_i D_i} \quad \text{Ecuación 5 (8.8)}$$

Dentro de una industria no se dispone de información precisa, es así que pueden manejarse los siguientes valores para el factor de simultaneidad:

1.- Para tableros de Distribución que alimentan determinado número de circuitos, se especifican los siguientes factores de simultaneidad, cuando no se conoce como se distribuye la carga total entre los circuitos.

Tabla 3: Indica los factores de simultaneidad para tableros de distribución

Número de circuitos	Factor de simultaneidad
2 a 3	0.9
4 a 5	0.8
6 a 9	0.7
10 o más	0.6

Fuente: Instalaciones eléctricas Industriales I (Contrin, Ademaro. A. m. b)

Si las cargas son principalmente cargas de iluminación, es recomendable considerar factor de simultaneidad = 1

2.- Para grupos de cargas del mismo tipo, se especifican los siguientes factores:

Tabla 4: Indica los factores de simultaneidad de un sistema

Tipo de carga	Factor de Simultaneidad
Iluminación	1
Calefacción y Aire Acondicionado	1
Toma corrientes	0,1 o 0,2
Elevación y carga	
motor mayor	1
2do motor	0,75
resto de los motores	0,6

Fuente: Instalaciones eléctricas Industriales I (Contrín, Ademaro. A. m. b)

Estos valores valen para más de 20 tomas. En industrias u otros casos puede ser mayor.

La aplicación del factor de simultaneidad en instalaciones industriales debe ser precedida de un estudio minucioso a fin de evitar el sub dimensionamiento de los circuitos de los equipos.

La tasa de variación de disminución del factor de simultaneidad en general depende de heterogeneidades de las cargas. El factor de simultaneidad es siempre menor a la unidad.

Tabla 5: Indica los factores de simultaneidad

APARATOS	NUMERO DE APARATOS							
	2	4	5	8	10	15	20	50
Motores de 3/4 a 2,5 cv	0,85	0,80	0,75	0,70	0,60	0,55	0,50	0,40
Motores de 3 a 15 cv	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,65	0,55	0,45
Motores de 20 a 40 cv	0,80	0,80	0,80	0,75	0,65	0,60	0,60	0,50
Arriba de 40 cv	0,90	0,80	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60
Rectificadores	0,90	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70
Soldadores	0,45	0,45	0,45	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30
Hornos resistivos	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-
Hornos de Inducción	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-

Fuente: Instalaciones eléctricas Industriales I (Dardo Fernández Guzmán)

8.9 Factor utilización

Según (HAWKING Stephen, 1986 pág. 110) “Es la razón entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema (capacidad instalada) en un intervalo de tiempo t”, es decir:

$$F_{util} = \frac{\text{Demanda Máxima}}{\text{Capacidad del sistema}} = \frac{D_{max}}{C_s} \quad \text{Ecuación 6 (8.9)}$$

El factor de utilización es la frecuencia con la que se usa la carga en un determinado tiempo.

(Contrin, 2000) Afirma que En condiciones de operación normal, la potencia consumida por una carga es algunas veces menor que la indicada como su potencia nominal, y para su cálculo

se define el “**Factor de utilización** como el cociente entre la potencia efectivamente demandada por la carga, y la potencia nominal de la misma.”

$$F_u = \frac{P_e}{P_N}$$

Ecuación 7 (8.9).

Tabla 6: Indica los factores de utilización

APARATOS	FACTOR DE UTILIZACION
Hornos	1
Secadoras, Calderas	1
Hornos de Inducción	1
Motores de 3/4 a 2,5 cv	0,7
Motores de 3 a 15 cv	0,83
Motores de 20 a 40 cv	0,85
Arriba de 40 cv	0,87
Rectificadores	1
Soldadores	1

Fuente: Instalaciones eléctricas Industriales I (Dardo Fernández Guzmán)

8.10 Factor de reserva.

Este factor debe ser estimado de acuerdo a las extensiones previstas de la instalación, no obstante en caso de no disponerse de información precisa, se recomienda considerar un 20% de reserva para ampliaciones futuras.

8.11 Factor de potencia.

Según (SCHNEIDER, 2008 pág. 3) define como “El factor de potencia de una carga, que puede ser un elemento único que consume energía o varios elementos (por ejemplo, toda una instalación), lo da la relación de P/S, es decir, kW divididos por kVA en un momento determinado”, También se lo puede definir como el coseno del ángulo de fase existente entre el voltaje y la corriente cuando las ondas son sinusoidales puras. Matemáticamente se escribe:

$$\cos\varphi = \frac{P}{S}$$

Ecuación 8 (8.11)

Dónde:

Cos φ : factor de potencia

P: Potencia activa en kW

S: Potencia aparente en kVA

El factor de potencia está comprendido entre 0 y 1 es un factor que si no se lo corrige provoca que se efectúen penalizaciones a la empresa distribuidora, el valor mínimo recomendado por el CONELEC es de 0,92.

8.11.1 Índice de calidad del factor de potencia

Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al factor de potencia, si en el 5% o más del período evaluado el valor del factor de potencia es inferior a los límites, el Consumidor está incumpliendo con el índice de calidad.

8.12 Alimentadores.

Dentro de las instalaciones industriales los alimentadores son elementos conductores encargados de transportar energía eléctrica desde la fuente hasta la carga. Estos conductores son cables metálicos, presentan características típicas de acuerdo a su fabricación y utilización.

Para el dimensionamiento se debe realizar un análisis detallado de las condiciones de la instalación y de la carga existente, tomando en cuenta factores de voltaje nominal, frecuencia nominal, potencia de carga, tipos de sistema (monofásicos, trifásicos), condiciones ambiente, tipos de carga, distancia de la carga al punto de suministro, corriente de cortocircuito, estos factores debe garantizar un eficiente transporte de energía a una temperatura adecuada.

Según ((NEC), 2013, pág. 34) define que los “Alimentadores principales: son aquellos que van desde la fuente o suministro eléctrico principal hasta el tablero principal de la instalación o tablero general de medidores, o los controlados desde el tablero principal y que alimentan tableros principales auxiliares.”

Sub alimentadores.- son aquellos que se derivan desde un desde un tablero principal o un tablero principal auxiliar hasta los tableros de distribución.

8.12.1 Especificaciones:

Según ((NEC), 2013, pág. 35) afirma que “La sección de los conductores de los alimentadores y sub alimentadores será, por lo menos, la suficiente para servir las cargas.” En todo caso la sección mínima permisible será No. 10 AWG (5.26 mm²).

La sección de los conductores de los alimentadores secundarios o circuitos derivados de iluminación será mínimo No. 14 AWG, y en circuitos de fuerza, calefacción o combinación de estos consumos será mínimo No. 12 AWG.

La sección de los conductores de los alimentadores y sub alimentadores será tal que la caída de voltaje provocada por la corriente máxima que circula por ellos no exceda del 3% del voltaje nominal.

La sección de los conductores de los alimentadores secundarios y circuitos derivados será tal que la caída de voltaje provocada por la corriente máxima que circula por ellos no exceda del 3% del voltaje nominal.

Sin embargo, la caída de voltaje total en el punto más desfavorable de la instalación no debe exceder del 5% del voltaje nominal.

8.12.2 Dimensionamiento del neutro

El conductor neutro de un alimentador se dimensionará según el siguiente criterio:

El neutro de alimentadores monofásicos tendrá la misma sección del conductor de fase.

El neutro de alimentadores trifásicos que sirvan Cargas Lineales tales como alumbrado incandescente, calefacción y fuerza, se dimensionará de modo tal que su sección sea a lo menos igual al 50% de la sección de las fases.

8.12.3 Código de colores de conductores

Según ((NEC), 2013, pág. 39) estipula que Los conductores de una canalización eléctrica se identificarán según el siguiente Código de Colores:

Alimentadores eléctricos:

- Conductor de la fase 1 azul
- Conductor de la fase 2 negro
- Conductor de la fase 3 rojo
- Conductor de neutro blanco
- Conductor de tierra verde

Para secciones superiores a No. 4 AWG (21.2 mm²) si el mercado nacional sólo ofreciera conductores con aislamiento de color negro, se deberán marcar los conductores cada 10 m, con un tipo de pintura de buena adherencia al aislamiento u otro método que garantice la permanencia en el tiempo de la marca, respetando el código de colores establecido.

Para instalaciones interiores:

- Conductor de fase azul, negro o rojo
- Conductor de neutro blanco
- Conductor de tierra verde
- Conductor de retorno cualquier otro color

8.13 Capacidad térmica

(JURADO, 2008, pág. 19) Sostiene que “Ante el paso de corriente por un conductor se genera un calentamiento.” La capacidad amperimétrica se deriva de la capacidad térmica. Si la temperatura del conductor se eleva ya sea por un agente externo o por una corriente que exceda el valor nominal, y se sobrepasan los límites para los cuales está diseñado el aislante, este va perdiendo sus propiedades y disminuye su vida útil, afecta a la corriente nominal del conductor mediante los factores de temperatura ambiente que excede los valores nominales.

8.13.1 Capacidad de corriente

La capacidad de corriente nominal (I_{nom}) se define en función del tipo de circuito, las fases, la potencia conectada (P) y el factor de potencia (fp).

$$2H, 1F: \quad I_{\text{abs}} = \frac{P(W)}{V * \cos \alpha} = [A] \quad \text{Ecuación 9 (8.13.1)}$$

$$3H, 2F: \quad I_{\text{abs}} = \frac{P(W)}{V * \cos \alpha} = [A] \quad \text{Ecuación 10 (8.13.1)}$$

$$3H, 3F: \quad I_{\text{abs}} = \frac{P(W)}{\sqrt{3} * V * \cos \alpha} = [A] \quad \text{Ecuación 11 (8.13.1)}$$

Cuando las cargas parciales son 100% resistivas

$$3H, 3F: \quad I_{\text{abs}} = \frac{P_{\text{cal}}}{\sqrt{3} * V * \cos \alpha * \eta} = [A] \quad \text{Ecuación 12 (8.13.1)}$$

Cuando las cargas parciales son inductivas

$$4H, 3F, 1N: \quad I_{\text{abs}} = \frac{P_{\text{cal}}}{\sqrt{3} * V * \cos \alpha} = [A] \quad \text{Ecuación 13 (8.13.1)}$$

$$I_3 (\text{Interruptor}) = I_{\text{nom}} * 1,25 = \text{Capacidad nominal} \quad \text{Ecuación 14 (8.13.1)}$$

8.13.2 Caída de Voltaje

(FITZGERALD, 2009) Considera como “La caída de tensión a la diferencia de potencia que existe entre el voltaje medido en la fuente y el que se mide en la carga.” Esta diferencia de voltaje se debe al consumo por la impedancia del conductor. La impedancia es la combinación de dos factores, reactancia y resistencia.

$$\Delta V_{1\phi} = RI \cos \varphi + XI \sin \varphi \quad \text{Ecuación 15 (8.13.2)}$$

$$\Delta V_{3\phi} = \frac{\sqrt{3} (R * I * \cos \varphi + X * I * \sin \varphi) * L}{1000 * \# \text{ de conductores por fase}} \quad \text{Ecuación 16 (8.13.2)}$$

Para el cálculo eléctrico de los conductores y protecciones se emplea las expresiones:

Sistema trifásico:

$$\% \Delta V_{3\phi} = \frac{\Delta V}{1000 * kV} \quad \text{Ecuación 17 (8.13.2)}$$

8.14 Aislamiento de los Conductores.

Según la ((NEC), 2013) identifica “Lo importante es seleccionar un conductor con el aislamiento y cubierta correcta para la aplicación requerida, ya que el revestimiento queda expuesto a agentes ambientales, envejecimiento, o cualquier otro factor que pueda alterar su composición deteriorándolo.”

La función del aislamiento es encerrar la corriente eléctrica; en el material conductor, evitando contactos involuntarios de partes energizadas del conductor. El aislante debe cumplir las características como resistencia al calentamiento, retardo de envejecimiento por temperatura, resistencia al ozono y efecto corona, resistencia a la contaminación.

8.15 Bandejas porta cables

Según (GIAS DE DISEÑO PARTE A DE LA E.E.Q, 2014, pág. 158) dice “Es una unidad o conjunto de unidades o secciones, con sus herrajes, que forman una estructura rígida utilizada para soportar cables y canalizaciones.

Para las instalaciones industriales. - Se permite utilizar los métodos de instalación del Artículo 318-3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999 en cualquier establecimiento industrial en las condiciones establecidas en sus respectivas secciones.

8.16 Sistema de puesta tierra

Según ((NEC), 2013, pág. 68) asegura que. Toda instalación eléctrica cubierta por la presente Norma, excepto donde se indique expresamente lo contrario, debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), de tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidos a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla.

$$\rho = 2\pi * A * R \quad \text{Ecuación 18 (8.16)}$$

Dónde:

ρ = resistividad promedio a la profundidad

A= distancia del electrodo en metros (m)

R= lectura del teluro metro o megger

Calculo de la resistencia de la malla:

$$R_V = \frac{\rho}{2 * \pi * L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) \quad \text{Ecuación 19 (8.16)}$$

Dónde:

R= resistencia de la varilla [Ω]

ρ = resistividad del suelo [$\Omega * m$]

L=longitud de la varilla [m]

a= radio de la varilla [m]

8.17 Aspectos de Protecciones

Las protecciones eléctricas es una parte primordial de todo nuestro sistema eléctrico ya que evitan daños a los equipos por fallas de cortocircuitos y sobrecargas en los conductores seleccionados y además así garantizamos proteger la vida útil de los mismos.

Características de sistemas de protecciones.

Sensibilidad.

Es una característica que debe operar para cualquier tipo de falla el cual deben ser inalterables para fallas fuera se la zona de protección.

Selectividad.

Es la que discrimina la ubicación de fallas, significa que saca de servicio solo a los equipos que están fallando, con la continuidad de servicio para el resto de circuitos.

Velocidad.

Este tipo de parámetro nos indica que debe asilar la falla al menor tiempo posible ya que se pueden producir daños a los equipos en funcionamiento.

Simplicidad.

Tiene la característica de mejorar el diseño con menos equipos de protección.

Economía.

Implica tener una buena protección sin un sobredimensionamiento del calculado ya que a mayor rango de corriente más costoso nos resultaría implementar.

8.17.1 Dimensionamiento de las protecciones para el conductor.

Para el dimensionamiento del sistema de protecciones eléctricas, para los circuitos de iluminación y fuerza, lo hacemos en base a la siguiente ecuación, refiriéndonos a la máxima corriente y la máxima potencia de carga.

1.- Se calcula la corriente en Amperes, a partir de la Ley de Watt, este valor se le denomina Corriente Nominal (I_n).

$$I_n = \frac{W}{E_f \cdot \sqrt{3} \cdot f_p} \quad \text{Ecuación 20 (8.17.1)}$$

Dónde:

W= potencia

I_n = corriente nominal

E_f = voltaje entre fases

f_p = factor de potencia

2.- Calculo de la protección contra corto circuito (interruptor individual).

$$I_{et} = I_n * 1.25 \quad \text{Ecuación 21 (8.17.2)}$$

Dónde:

I_{et} = Corriente del elemento térmico

I_n = Corriente Nominal

8.18 Sistema de iluminación

Método de lumen

Según (Frier, 1994, pág. 139) dice “el método de lumen es la manera de calcular el nivel esperado de iluminación sobre un plano horizontal, a partir de una combinación específica de lámpara- luminaria. Se basa en la premisa de que cada área recibe un determinado flujo o cantidad de luz. En este caso el flujo luminoso esta expresado en lúmenes.

La fórmula para calcular los niveles esperados de luz por los métodos por el método de lumen es:

$$E = \frac{N * LL * CU * FPL}{AREA} \quad \text{Ecuación 22 (8.18)}$$

Dónde:

E = iluminación

N = número de luminarias

LL = lúmenes de lámpara iniciales o flujo luminoso

CU = coeficiente de utilización

FPL = factor perdida de luz o factor de depreciación

$AREA$ = tamaño del área que debe ser iluminada

- **Niveles de iluminación (E):** los niveles de iluminación recomendados pueden obtenerse de las tablas de la norma UNE-EN 12464-1. Como existe un nivel mínimo de luminosidad que debe mantenerse, los niveles iniciales deben ser más altos.
- **Numero de luminarias (N):** tenemos la siguiente expresión para determinar el número de luminarias y no para E.

$$N = \frac{E \cdot \text{AREA}}{\text{LL} \cdot \text{CU} \cdot \text{FPL}} \quad \text{Ecuación 23 (8.18)}$$

- **Lúmenes de lámpara (LL):** esta es la potencia luminosa inicial de las lámparas. Este valor lo proporcionan los fabricantes.
- **Coefficiente de utilización (CU):** El CU es la razón de lúmenes que llegan al plano de trabajo al total de lúmenes generados por la lámpara.
- **Factor de pérdida de la luz (FPL):** son factores que al cabo de un tiempo, contribuyen a disminuir la producción de la luz de una combinación dada de lámpara-luminaria-balastro. Generalmente está constituida por la depreciación de los lúmenes de lámpara (DLL) y la depreciación de luminarias por polvo (DLP).
- **Área:** el área está dada en metros cuadrados si el nivel de iluminación está en lux, o en pies cuadrados si el nivel de iluminación está en candela-pie.

8.19 Software de simulación

El crecimiento y la innovación de la tecnología han permitido sistemas informáticos, como una herramienta fundamental para el análisis sistemas eléctricos.

En el presente trabajo se ha utilizado diferentes programas para que los dimensionamientos de los diferentes equipos eléctricos cumplan con su función.

8.19.1 Software de simulación ETAP

Según (ETAP Powering Success, 2015 pág. 1), ETAP es una herramienta de análisis de sistemas eléctricos de potencia que integra CA y CC. Utilizan ETAP en miles de empresas y centrales eléctricas en todo el mundo para el diseño, análisis, mantenimiento y operación de los sistemas eléctricos de potencia.

ETAP es un software de alto impacto en el rubro industrial y tiene una característica muy especial que lo distingue del resto, porque es el único que cuenta con certificación nuclear, lo cual implica que, frente a un estudio teórico, las mediciones de sus resultados son muy cercanas a la realidad, el cual permite realizar las siguientes simulaciones:

- Flujo de carga (estudio de demandas).
- Cortocircuito.
- Coordinación de protecciones.
- Armónicos.
- Estabilidad transitoria.
- Dimensionamiento de cables y transformadores.
- Malla puesta a tierra.

8.19.2 Software de iluminación DIALux

Según (DIAL, 2009, pág. 1) DIALux es un software que permite crear proyectos de iluminación profesionales, facilita la tarea de diseñar sistemas de iluminación tanto para interiores como exteriores.

DIALux determina en paralelo el consumo energético de su proyecto de iluminación, para el cumplimiento de las directrices vigentes a nivel nacional e internacional.

9 HIPOTESIS

El análisis de la carga eléctrica, permitirá realizar el diseño del sistema eléctrico necesario para suministrar de energía a la nueva planta industria RVR Transformadores CIA.

9.1 Operacionalización de las variables

9.1.1 Variable Independiente

Análisis de la carga eléctrica.

Tabla 7: Operacionalización de las variables independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Se define como la carga medida en los terminales del receptor en un intervalo de tiempo, expresada en kW o kVA, KVAR, A o porcentajes de demanda máxima, a un Factor de potencia determinado.	<p>Dimensionamiento de la capacidad del transformador eléctrico</p> <p>Representación de carga de la instalación</p> <p>Demanda de energía eléctrica del en la planta industrial RVR.</p>	<p>Curvas de carga</p> <p>Demanda mínima y máxima.</p>	<p>Potencia [W]</p> <p>Potencia [W]</p>	<p>Observación</p> <p>Entrevista</p> <p>Recolección de información</p>

Elaborado por: Autores.

9.1.2 Variables Dependiente

El diseño del sistema eléctrico necesario para suministrar de energía a la nueva planta industria RVR Transformadores CIA.

Tabla 8: Operacionalización de las variables dependiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El diseño eléctrico es representar elementos necesarios para llevar la energía desde los bordes de un transformador hasta los puntos de consumo de equipos y dispositivos instalados en el sistema.	<p>Diseño sistema eléctrico general</p> <p>Identificación de cargas a conectarse.</p> <p>Variación del sistema eléctrico al incorporarse nueva carga.</p> <p>Iluminación</p>	<p>Caídas de voltaje [ΔV].</p> <p>Cargabilidad de los conductores.</p> <p>Características de la carga</p> <p>Nivele máximo, mínimos.</p>	<p>Voltaje [V]</p> <p>Corrientes [A]</p> <p>Potencia [KVA]</p> <p>Luxes [lux]</p>	<p>Entrevista</p> <p>Simulación</p> <p>Comparación de resultados</p> <p>Simulación</p>

Elaborado por: Autores.

10 METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1 Métodos de Investigación

10.1.1 Método Inductivo - Deductivo.

El método inductivo - deductivo permitirá un análisis individual de cada una de la carga proyectada y partes que conforma el sistema eléctrico, esto ayudara al dimensionamiento del transformador general.

10.1.2 Método Analítico y Sintético.

Con la ayuda de este método se realizó un análisis y síntesis de las cargas proyectadas a instalarse en la nueva planta RVR Transformadores, obteniendo así parámetros para el dimensionamiento de un sistema eléctrico que permita obtener los valores correspondientes para ingresar en diferente software de simulación ETAP 12.6.0, DIALux4.12.

La simulación del sistema eléctrico generará resultados, dando un conocimiento de las características y comportamiento del sistema en cada área donde se presente información del diseño la cual nos permitirá obtener valores del estudio realizado.

10.2 Tipos de Investigación

10.2.1 Investigación Bibliográfica

La presente investigación se la realiza mediante una búsqueda bibliográfica, en libros, folletos, páginas web, etc. Mediante las cuales se obtuvo un conocimiento más amplio en lo que se refiere un análisis de demanda para un correcto diseño eléctrico, mediante esto evitar problemas que puede presentar en el sistema eléctrico industrial, aplicando normas como NEC, NORMA MEXICANA NOM-001-SEDE-1999

10.2.2 Investigación Exploratoria

Con este método se logró conocer el espacio que será utilizado para la implementación y conexión de la carga, y la exigencia que amerita un diseño eléctrico seguro, económico, flexible y confiable.

10.2.3 Investigación Descriptiva

Se utilizó esta técnica para detallar las cargas más representativas y que encuentren ubicadas en las distintas secciones productivas a la cual se aplicara el suministro de energía eléctrica.

10.3 Investigación de Campo

Mediante esta investigación se tiene un contacto de manera directa con la nueva planta industrial RVR Transformadores en la cual se realiza el dimensionamiento del sistema eléctrico

10.4 Técnicas de Investigación

10.4.1 Observación directa

Se utilizó este método para tener contacto directo con la ubicación de la infraestructura, donde se ubicará el transformador general, tablero principal, tablero secundarios y sub tableros a estudiar, y conocer el espacio físico que ocupan la planta industria para identificar los lugares estratégicos en la ejecución de la investigación.

10.4.2 Entrevista

Se aplicó la entrevista al personal encargado de ingeniería de la planta industrial, logrado obtener información necesaria sobre la potencia de la carga, ubicación de los equipos, y el funcionamiento que presenta cada equipo.

10.5 Instrumentos de Investigación

10.5.1 Fichas de observación

Este instrumento ayuda al registro de información encontrada en la placa de los equipos potencia, voltaje, factor de potencia, rendimiento, estos datos son necesarios para analizar y simular el sistema eléctrico de la nueva planta industrial, en el software ETAP 12.6.0.

11 ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En el presente proyecto se enmarca en el dimensionamiento, de diseño del sistema eléctrico de la nueva planta RVR Transformadores, el diseño deberá suplir las necesidades de la planta de producción, oficinas, en cual se desarrolla una serie de paso, métodos y cálculos que comprenden una extensión que va desde la obtención de la carga eléctrica, cálculo del transformador, sistemas de iluminación, sistema de fuerza, determinación de los tableros de distribución, determinación de la puesta a tierra, planos eléctricos,

Al momento de realizar este proyecto de diseño del sistema de instalaciones eléctricas, se comprobó por medio de una serie de cálculos que todos los sistemas diseñados cumplan con los parámetros establecidos por las normas. Es necesario presentar en éste aspecto los cálculos y resultados elaborados como soporte técnico del diseño de ingeniería efectuado para la nueva planta RVR Transformadores.

11.1 Determinación de la demanda unitaria de diseño.

Para diseñar el sistema eléctrico se realizó un estudio de la carga y demanda en base a los parámetros de las guías de diseño presentado por la E.E.Q. (parte A). La sistematización de la demanda se realizó tomando como base las cargas a ser instaladas y los respectivos factores para su cálculo y la determinación de la DMUp, para dimensionar el transformador se utilizó un factor de potencia 0,95, y una proyección del 1% anual de acuerdo a los datos obtenidos por la empresa RVR Transformadores.

a) Calculo de la carga instalada por consumidor representativo (CIR):

Se obtiene de la multiplicación de la potencia en vatios (Pn), por el factor de frecuencia de uso de la carga individual (FFUn).

Ejemplo

Para este ejemplo se utiliza la carga eléctrica de la tabla 10 (compresor).

$$CIR = P * FFUn$$

$$\text{CIR} = 2(7500 * 90\%) = 13500 \text{ W}$$

Calculo de la Demanda Máxima Unitaria (DMU):

Este valor se obtiene de la multiplicación del (CIR) por el (FSn)

FSn= factor de simultaneidad para la carga individual.

$$\text{DMU} = \text{CIR} * \text{FSn}$$

$$\text{DMU} = 13500 * 80\%$$

$$\text{DMU} = 10800 \text{ W}$$

b) Calculo del Factor de Demanda:

$$\text{FMD} = \frac{\sum \text{DMU}}{\sum \text{CIR}}$$

$$\text{FMD} = \frac{214297}{267871}$$

$$\text{FMD} = 0,8$$

c) Calculo de la tasa de incremento acumulativo anual (Ti):

$$\text{Ti}\% = \left(1 + \frac{\text{Ti}}{100}\right)^n$$

n= años

$$\text{Ti}\% = \left(1 + \frac{1\%}{100}\right)^{10}$$

$$\text{Ti}\% = 1,105$$

d) Determinación de la Demanda Máxima unitaria proyectada (DMUp):

$$\text{DMUp} = \text{DMU (kVA)} \left(1 + \frac{\text{Ti}}{100}\right)^n * \# \text{ USUARIOS}$$

$$\text{DMUp} = 225,48 * 1.105 * 1$$

$$\text{DMUp} = 249,18 \text{ kVA}$$

Tabla 9: Indica la demanda máxima calculada para el sistema.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		DEMANDA UNITARIA DE DISEÑO			FECHA: agosto-2016 ANEXO 4.1 HOJA 1/1		
NOMBRE DEL PROYECTO :		DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO RVR TRASFORMADORES					
LOCALIZACION : CALACALI " QUITO"		No. : 1					
		USUARIO : PLANTA INDUSTRIAL					
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	Pn (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
CARGAS INDUSTRIAL, RESIDENCIAL							
1	Amoladora	15	1.400	50%	10.500	80%	8.400
2	Bobinadoras	7	3000	90%	18.900	80%	15.120
3	Cizalla	1	1500	80%	1.200	80%	960
4	Cizalla	1	1850	80%	1.480	80%	1.184
5	Compresor	2	7500	90%	13.500	80%	10.800
6	Cortadora de panel neumático	3	1200	80%	2.880	80%	2.304
7	Des bobinadora de flejes	1	1492	85%	1.268	80%	1.015
8	Dobladora	1	5500	90%	4.950	80%	3.960
9	Esmeril de banco	5	600	70%	2.100	80%	1.680
10	Estufa de esterilización	1	1000	90%	900	80%	720
11	Máquina Fresadora	1	2984	80%	2.387	80%	1.910
12	Horno Pintura	1	2.500	60%	1.500	80%	1.200
13	Horno industrial	1	3000	90%	2.700	80%	2.160
14	Horno secado de papel	1	3000	90%	2.700	80%	2.160
15	Maquina presión de aceite	1	2210	80%	1.768	80%	1.414
16	Máquina para filtrado de aceite	1	1500	80%	1.200	80%	960
17	Pantógrafo corte por oxicorte1	1	5000	60%	3.000	80%	2.400
18	Pantógrafo corte por oxicorte2	1	3000	60%	1.800	80%	1.440
19	Prensa de tubos	1	3000	70%	2.100	80%	1.680
20	Sierra de vaivén	1	600	80%	480	80%	384
21	Soldadora de punto	1	1200	90%	1.080	80%	864
22	Soldadora eléctrica	2	9.500	90%	17.100	80%	13.680
23	Soldadora eléctrica	2	3000	90%	5.400	80%	4.320
24	Soldadora eléctrica	2	1500	90%	2.700	80%	2.160
25	Soldadora mig	9	7.500	90%	60.750	80%	48.600
26	Suelda eléctrica	1	12700	90%	11.430	80%	9.144
27	Soldadora de costura	1	11000	90%	9.900	80%	7.920
28	Suelda tig	1	11000	80%	8.800	80%	7.040
29	Taladro de banco	2	2210	70%	3.094	80%	2.475
30	Taladro de banco	1	1000	60%	600	80%	480
31	Taladro fresador	1	1500	80%	1.200	80%	960
32	Taladro manual	5	600	60%	1.800	80%	1.440
33	Torno	1	9000	80%	7.200	80%	5.760
34	Torno universal	2	5.000	80%	8.000	80%	6.400
35	Tronzadora	4	1300	80%	4.160	80%	3.328
36	Troquel adora 1	1	3730	70%	2.611	80%	2.089
37	Troquel adora 2	1	2238	70%	1.567	80%	1.253
38	Alumbrado publico	10	150	90%	1.350	80%	1.080
39	Puntos alumbrado de oficinas	57	108	80%	4.925	80%	3.940
40	Iluminación galpón	48	400	70%	13.440	80%	10.752
41	Puntos iluminación maquinas	181	35	75%	4.751	80%	3.801
42	Número de puntos servicios generales	54	36	75%	1.458	80%	1.166
43	Maquina pintura electrostática	2	40	80%	64	80%	51
44	Número de puntos alumbrado de casa	13	36	85%	398	80%	318
45	Bomba de agua	1	400	90%	360	80%	288
46	Cocina de inducción	2	4000	50%	4.000	80%	3.200
47	Ducha eléctrica	2	4500	50%	4.500	80%	3.600
48	Refrigerador(25-27 pies cúbicos)	2	650	90%	1.170	80%	936
49	Tomacorrientes	45	300	50%	6.750	80%	5.400
T O T A L E S .			146.469	38	267.871	39	214.297
Factor de Demanda		0,800	D M U (KVA) =		225,58		
DE LA CARGA FP =		0,95	D M U _p (KVA) =		249,18		
Ti (%) =		1,0%	No. USUARIOS =		1		
(1 + Ti(%))10 =		1,105	CAP. TRANSF. 1ø =		300 KVA		

Fuente: E.E.Q

Elaborado por: Autores.

Mediante el cálculo se obtiene una potencia aparente DMUp 249,18 KVA, en la cual se ve en la necesidad de instalar un transformador trifásico de 300 KVA.

11.2 Descripción de los sistemas.

Sistema eléctrico

El flujo del servicio eléctrico se alimenta de la red de distribución primaria, de la E.E.Q. cuya red es aérea y trifásica. La acometida para la alimentación será tomada de la derivación del circuito 22.8 KV, de alimentación de la zona ubicada en la AV. Independencia sector Mitad del Mundo.

La acometida es subterránea, está compuesta por tres conductores que llegara al transformador, de 300 KVA- 220/127 V.

El sistema está compuesto de protecciones en todas sus ramificaciones, su protección principal será un interruptor termo magnético, trifásico de 1000 A, regulable.

11.3 Transformador

El transformador de potencia, tiene como finalidad suministrar la energía a los equipos con valores de voltaje proporcionales, y de acuerdo de las necesidades del sistema eléctrico, a la cual suministra de energía, para nuestro estudio el transformador, esta dimensionado de acuerdo al cálculo de la demanda unitaria, que se instalara en la planta RVR Transformadores, de acurdo a los parámetros de diseño de la E.E.Q.

El sistema de transformación que alimentara la nueva planta RVR Transformadores, se obtiene del cálculo de la potencia aparente de la demanda unitaria de diseño DMUp 249,18 KVA, por lo que se ha considerado la instalación de un transformador trifásico de 300 kVA.

Tabla 10: Placa de características generales de transformador de 300kVA

		TRANSFORMADOR REDUCTOR TRIFASICO		
		Serie n°:	14061907-2	
NORMA DE FABRICACION:		INEN 2130:2013		
	Potencia:	Tensión:	Corriente:	Bil:
Primario:	300 kVA	22860 (V)	7,52 AMP	150 kV
Secundario:		220 (V)	787,3 AMP	30 kV
Frecuencia :	60 hz	Impedancia:	3,80%	A 85°c
Liq. Aislante:	Aceite mineral libre de PCB'S 300L			
Peso total Apro.	1396 kg	Altitud diseño:	3000 msnm	
Tipo de refrigeración:	Onan	Elevación max Temp:	65°c	
Año de fabricación:	2016	EFICIENCIA:	99,12%	
Grupo de conexión:	Dyn5	MATERIAL DEVANADOS:	Cu/Cu	
Numero fases:	3			

Fuente: RVR Transformadores

11.4 Diagrama unifilar.

Para el análisis del diseño eléctrico, con la cual se suministrara de energía a la planta industrial, se realizó el plano unifilar, de acuerdo a los datos aproximados, teniendo como base las características de demanda de carga unitaria, que nos permitió realizar el estudio del dimensionamiento del sistema eléctrico.

Dentro del diagrama unifilar se representó, gráficamente los elementos del sistema eléctrico, desde la fuente de alimentación, transformador, tableros, circuitos alimentadores, así se observa de manera simplificada la interconexión entre ellos, (en la fig: 1 se presenta el diagrama unifilar del sistema hasta los tableros, anexo 1 se presenta el diagrama unifilar de las cargas).

Figura 1: Diagrama unifilar del sistema eléctrico a implementarse.

Elaborado por: Autores

11.5 Estudio de carga

Para el estudio de carga se ejecutó cálculos para establecer el sistema de fuerza, como el dimensionamiento del calibre de los conductores de acuerdo a la capacidad de corriente y caída de voltaje, se estimó la demanda eléctrica consumida en cada uno de los tableros secundarios y los sub tableros y la demanda eléctrica total de la planta industrial, todo en función de la carga conectada según el diseño proyectado.

En el de iluminación se emplearon cálculos necesarios, para determinar la carga eléctrica, tomando en cuenta el número, tipo y características de luminarias para determinar el cálculo de conductores y protección.

11.6 Descripción del Sistema de iluminación y fuerza.

Para los circuitos de iluminación se proyecta con potencia de la lámpara fluorescente de 36 W para las oficinas, que costa de 3 lámpara por luminaria, para los lugares donde se necesita mayor nivel de iluminación en el lugar de trabajo de las maquinas se ubicaron lámparas fluorescentes de potencia de 35 W, 2 lámparas en cada luminaria, para el alumbrado general de la infraestructura será con lámpara de descarga de 250 W.

Para el dimensionamiento del sistema de iluminación se en cada área se ha tomado en cuenta el nivel de iluminación recomendado, el tipo de luminaria, arquitectura y espacio, el conductor que alimentara al sistema de iluminación se ha determinado de acuerdo carga eléctrica, tomando como referencia un conductor N° 12 AWG de tipo THHN de Cobre.

Para los circuitos de tomacorrientes se proyectan a tres hilos, compuesto de fase neutro y puesta a tierra para las oficinas, se instalaran a 0,40 m sobre el nivel del piso, para el caso de los comedores y exista mesones, lavamanos se instalaran a una altura de 0,80 m sobre el nivel del piso, se consideró a conectarse una carga de 200 W por tomacorriente, los diferentes circuitos de fuerza está dimensionado para una carga de 2000W para lo cual el conductor que alimentara el sistema será el N° 12 AWG de tipo THHN de Cobre. Los tomacorrientes utilizados dentro de este sistema son 15 A polarizados.

Para los circuitos de tomacorrientes utilizados dentro de la planta de producción están compuesto de tres hilos fase, neutro y puesta a tierra, tomando en consideración que son para el uso exclusivo de equipos que su voltaje de maniobra se 127 V, estará instalado de acuerdo a las necesidades de cada operador en el sitio de trabajo, con una altura aproximada de 100 cm del nivel del piso, se consideró una carga instalarse de 300 W, los diferentes circuitos de fuerza está dimensionado para una carga de 3000W para lo cual el conductor que alimentara el sistema será el N° 10 AWG de tipo THHN de Cobre. Los tomacorrientes utilizados dentro de este sistema son 30 A polarizados.

Dentro de del sistema se tomara en cuenta el código de colores, así, conductor para la fase negro, rojo, azul y el neutro será blanco para la puesta a tierra color verde.

Para los equipos eléctricos como soldadora, tornos, bobinadoras etc. Se dimensionó de acuerdo al área de trabajo y a la potencia de la maquina a conectarse, su circuito de alimentación estarán conectadas desde los subtableros con su respectiva protección las mismas que se detallan de forma simplificada en la tablas.

11.7 Sistema de Iluminación.

11.7.1 Selección de luminarias.

Para la selección de la luminaria, nos hemos basado en la característica de cada área, el ambiente que se va a instalar, y la contaminación que pueda existir.

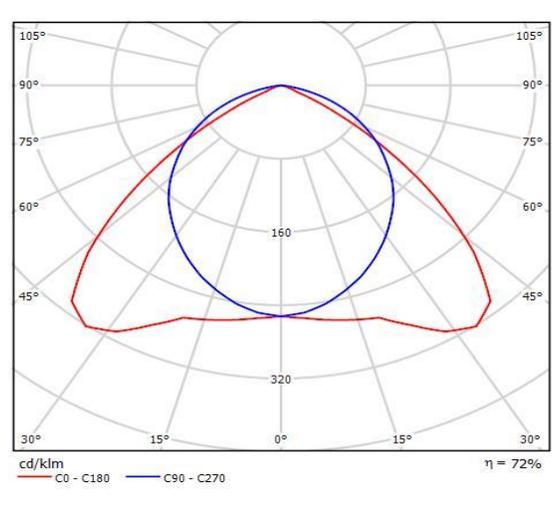
11.7.2 Luminaria escogida para el alumbrado interior

Para el alumbrado de los diferentes áreas como las oficinas, los lugares donde se instalaran la maquinas, como iluminación general de la planta industrial del proyecto se han elegido luminarias, en las cuales se han tomado en cuenta la forma y tamaño del espacio, y la actividad a ser desarrollada.

Se realizó la selección de la luminaria de acuerdo a catálogos y especificaciones técnicas que requiere el espacio a ser iluminado que cumpla con los luxes máximos y mínimos para el área.

Para las oficinas, al ser considerado un espacio especial, hemos tomado en cuenta su área la cual la hemos distribuido por bloques, y la altura por lo cual hemos seleccionado una luminaria PHILIPS TBS 160 3XTL-D36W HF C3_451.

Tabla 11: Indica datos de la luminaria de oficinas

CARACTERISTICA	DEERMINACION
Flujo luminoso (luminaria)	6696 (lm)
Flujo luminoso (lámparas)	9300(lm)
Potencia	36(w)
Imagen	
	

Fuente: Catálogo de iluminación PHILIPS

Para los lugares donde se requiere de un nivel de iluminación adicional, en los puestos de ubicación de determinadas máquinas, hemos tomado en cuenta su espacio la cual seleccionamos una luminaria HAVELLSSYLVANIA 0042504 START WATERPROOF PC 2X35W EB

Tabla 12: Indica datos de la luminaria alumbrado se las maquinas

CARACTERISTICA	DEERMINACION
Flujo luminoso (luminaria)	4970 (lm)
Flujo luminoso (lámparas)	6600(lm)
Potencia	35(w)
Imagen	

Fuente: Catálogo de iluminación havellssylvania

Para toda el área que es la planta industrial, hemos tomado en cuenta su área total en la cual se seleccionado una luminaria HAVELLSSYLVANIA 0039019+5039030+5039003 ALIOTH HSL 250W IP 65+REFLECTOR DE ALUMINIO+CRISTL PROTECTOR.

Tabla 13: Indica datos de la luminaria tipo campana

CARACTERISTICA	DEERMINACION
Flujo luminoso (luminaria)	9881 (lm)
Flujo luminoso (lámpara)	14000(lm)
Potencia	250(w)
Imagen	

Fuente: Catálogo de iluminación HAVELLSSYLVANIA

11.8 Cálculo de la luminaria:

El diseño de iluminación está ligado al espacio a ser iluminado, tomando en consideración la forma, tamaño del espacio, y la actividad a ser desarrollada.

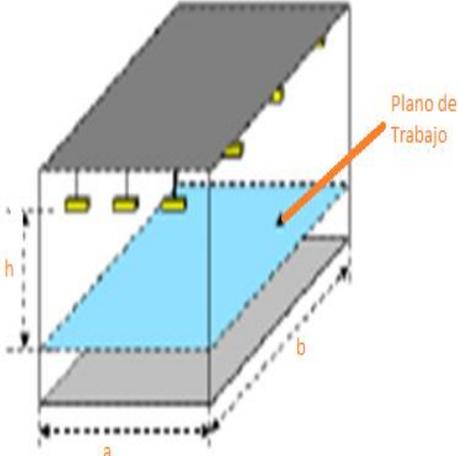
A continuación vamos a describir los pasos que seguimos para determinar el cálculo:

Con la ayuda de tablas, determinamos el nivel de iluminación requerido, en luxes.

Luego, seleccionamos el tipo de lámpara, de acuerdo al nivel de iluminación requerido.

Se determina el índice del local k.

Tabla 14: Indica la determinación del índice del local.

 <p>Plano de Trabajo</p>	Sistema de iluminación	Índice del local
	Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$K = \frac{(a * b)}{h(a + b)}$
	Iluminación indirecta y semiindirecta	$K = \frac{3 * a * b}{2h(a + b)}$

Fuente: Frier, John P. FRIER

A partir del índice del local k y los factores de reflexión se determina el factor de utilización CU.

Tabla 15: Indica la determinación del índice del local

Índice del local (k)	Factor de utilización (n)								
	factor de reflexión techo								
	0,3			0,5			0,7		
	factor de reflexión de paredes								
k	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5
1	0,16	0,22	0,26	0,16	0,22	0,25	0,16	0,22	0,28
1,2	0,2	0,27	0,3	0,2	0,27	0,3	0,2	0,27	0,31
1,5	0,26	0,33	0,36	0,26	0,33	0,36	0,26	0,33	0,39
2	0,35	0,4	0,44	0,35	0,4	0,44	0,35	0,4	0,45
2,5	0,41	0,46	0,49	0,41	0,46	0,49	0,41	0,46	0,52
3	0,45	0,5	0,53	0,45	0,5	0,53	0,45	0,5	0,54
4	0,52	0,56	0,58	0,52	0,56	0,59	0,52	0,56	0,61
5	0,56	0,6	0,62	0,56	0,6	0,63	0,56	0,6	0,63
6	0,6	0,63	0,65	0,6	0,63	0,66	0,6	0,63	0,68
8	0,64	0,67	0,68	0,64	0,67	0,69	0,64	0,67	0,71
10	0,67	0,7	0,71	0,67	0,7	0,71	0,67	0,7	0,72

	Color	Factor de reflexión
Techo	Blanco	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

Fuente: Frier, John P. FRIER

Para determinar el factor de mantenimiento, lo cual implica la pérdida de las características iniciales de iluminación, pérdida de reflexión, debido al polvo y suciedad.

El siguiente paso es el cálculo del número de lámparas.

$$N = \frac{E \cdot (a \cdot b)}{FL \cdot CU \cdot FC}$$

Dónde:

E = Iluminación en luxes.

FL = Flujo luminoso en lúmenes por lámpara.

CU = Coeficiente de utilización.

FC = Factor de depreciación.

11.8.1.1 Calculo de luminarias para las Oficinas

Para el área de oficinas, que es el espacio destinado al público general, hemos tomado en cuenta para la selección de la luminarias de acuerdo los luxes requeridos, tomando en cuenta área y altura, por la cual se seleccionó una luminaria.

11.8.1.2 Tipo de lámpara utilizada

Calculo para el área de oficinas Gerencia

Fluorescente lineal PHILIPS TBS160

Potencia de cada fluorescente 36 W

Altura del local

$$h = 3\text{m}$$

Altura del plano de trabajo

$$h' = 0,85\text{m}$$

Altura total plano útil

$$h = \frac{4}{5}(h - 0,85)$$

$$h = \frac{4}{5}(3 - 0,85)$$

$$h = 1,72(\text{m})$$

Área

Ancho (a): 3,4m

Largo (b): 8m

$$S = a * b$$

$$S = 3,4\text{m} * 8\text{m}$$

$$S = 27,2\text{m}^2$$

K=Índice del local

Iluminación directa:

$$K = \frac{(a*b)}{h(a+b)}$$

$$K = \frac{(3,4*8m)}{1,72m(3,4m+8m)}$$

$$K = 1,38$$

Nivel de Iluminación (E)

$$E = 300 \text{ lux}$$

Coeficiente de Reflexión para todas las luminarias (tablas)

Techo blanco: 0.7

Paredes medio: 0.5

Suelo claro: 0.3

Factor de Utilización Cu (tabla = 0,28

Factor de mantenimiento (Cm) = 0.8 Ambiente limpio

11.8.1.3 Calculo del número de luminarias

$$\phi T = \frac{E*A}{Cu*Cm}$$

$$\phi T = \frac{300\text{lux}*27,2\text{m}^2}{0,28*0,8}$$

$$\phi T = 36428,57 \text{ lm}$$

$$NL = \frac{\phi T}{n*\phi L}$$

$$NL = \frac{36428,57}{3*3100}$$

$$NL = 3.4$$

NL = 3 luminarias para esta area

11.8.1.4 Calculo del emplazamiento

$$\text{Nancho} = \sqrt{\frac{NI}{b} * a}$$

$$\text{Nancho} = \sqrt{\frac{4}{8} * 3.4}$$

$$\text{Nancho} = 1.30 \approx 1$$

$$\text{Nlargo} = \text{Nancho} * \frac{b}{a}$$

$$\text{Nlargo} = 1.30 * \frac{8}{3.4}$$

$$\text{Nlargo} = 3.05 \approx 3$$

$$e \text{ ancho} = \frac{a}{\text{N ancho}}$$

$$e \text{ ancho} = \frac{3.4}{1}$$

$$e \text{ ancho} = 3.4\text{m}$$

$$e \text{ pared ancho} = 1.2\text{m}$$

$$e \text{ largo} = \frac{b}{\text{N largo}}$$

$$e \text{ largo} = \frac{8}{3}$$

$$e \text{ largo} = 2.6\text{m}$$

$$e \text{ pared largo} = 1.3\text{m}$$

Con los datos de las luminarias puestas a consideración y al cálculo se obtuvo el número de lámparas del espacio a iluminar: para el área de oficinas se tiene una cantidad 48 luminarias

tipo PHILIPS TBS160 que refleja tres lámparas de 36W en cada luminaria, se decidió ubicar lámparas de 35W, dos por luminaria de tipo HAVELLSSYLVANIA 0042504 Start Waterproof para el lugar donde se requiera de iluminación para el puesto de trabajo y sea motivo de necesidad para cada puesto donde se encuentra la maquina a operarse, para iluminar de forma general a la nueva planta se requirió de 48 luminarias de descarga de potencia de 250W.

Tabla 16: Resumen de los resultados obtenidos en el alumbrado interior

Lugar	Tipo de luminaria	Potencia de lámpara(W)	Flujo luminoso de la lámpara	Cantidad de luminarias
Área de oficinas	PHILIPS TBS160	36	3100 (lm)	38
Puesto de trabajo de c/d máquina	HAVELLSSYLVANIA 0042504 Start Waterproof	35	3300 (lm)	94
Iluminación general de la planta	HSL 250W IP 65 + Reflector de aluminio + cristal protector	250	14000 (lm)	48
Área generales	PHILIPS TBS160	36	3100 (lm)	14

Elaborado por: Autores

Para realizar el diseño presentado en los planos de iluminación de los distintos ambientes de la nueva planta RVR Transformadores, se empleó el software, DIALux 4.12, por medio del cual se logró dar la adecuada iluminación en el área de oficinas y el área de trabajo de la planta industrial, presentándose los resultados arrojados por la aplicación en lo Anexo IV, para la aplicación del software se requiere conocer las dimensiones del local, la altura del plano del trabajo, los coeficientes de reflexión de las paredes, techo y piso.

11.9 Análisis y Selección de los conductores

Para la selección de conductores en baja voltaje para cada circuito de cada tablero secundario, como para los sub tableros, se efectuó en base a dos criterios: por corriente y por caída de voltaje (ΔV), los cuales previo a datos de las cargas de cada circuito nos permitirá determinar el calibre de conductor.

a) Ejemplo de selección de conductor

Por corriente:

Tomamos como ejemplo para el tablero secundario A:

$$P = 11,4 \text{ kW}$$

$$F_p = 0,95$$

$$S = 11,4 / 0,95$$

$$S = 12 \text{ k VA}$$

$$I_n = \frac{S (\text{k VA})}{\sqrt{3} * V} = (A) \quad \text{Ecuación 9 (8.3.3)}$$

$$I_n = \frac{12 (\text{k VA})}{\sqrt{3} * 220} (A)$$

$$I_n = 31,49(A)$$

$$I_p (\text{Factor Proyectado}) = I_{nom} * 1,25 = \text{Capacidad nominal.} \quad \text{Ecuación 14 (8.3.3)}$$

$$I = 1,25 * I_n(A)$$

$$I = 1,25 * 31,49 (A)$$

$$I = 39,36 (A)$$

El conductor del circuito se selecciona de acuerdo a tablas de conductores en función de la corriente calculada para este estudio se utilizó la tablas electro cables, que se muestra en los anexos.

De acuerdo a las tablas empleadas se escoge el conductor THHN correspondiente al calibre N° 10 AWG

b) Por caída de voltaje

$$\Delta V_{3\phi} = \sqrt{3} (RI \cos \varphi + XI \sin \varphi) \quad \text{Ecuación 16 (8.13.2)}$$

$$\Delta V_{3\phi} = \sqrt{3} (1,2 * 31,49 * 0,95 + 0,05 * 31,49 \sin(\cos^{-1}(0,95)))$$

$$\Delta V_{3\phi} = 63,04$$

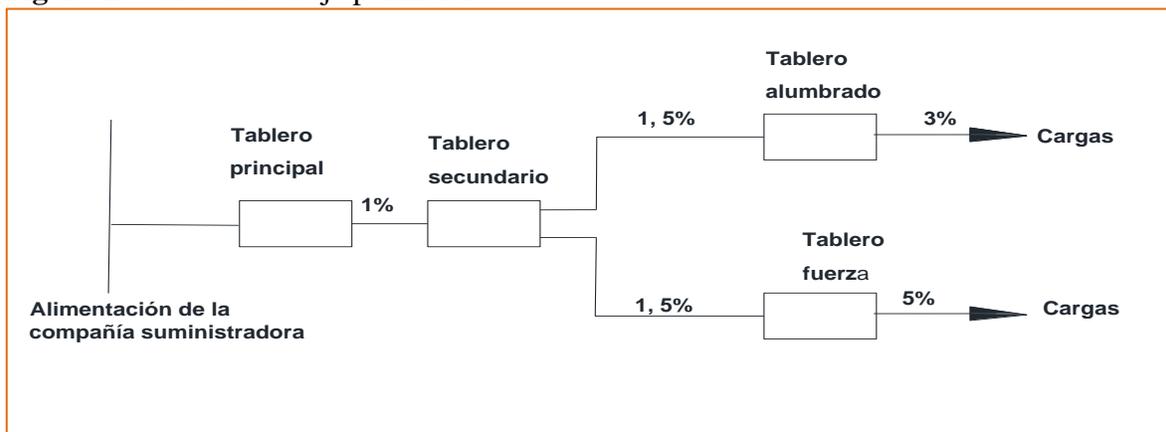
$$\% \Delta V_{3\phi} = \frac{L * \Delta V}{1000 * V * C} \quad \text{Ecuación 17 (8.13.2)}$$

$$\% \Delta V_{3\phi} = \frac{98,43 * 63,04}{1000 * 220 * 1}$$

$$\% \Delta V_{3\phi} = 2,82\%$$

La caída de voltaje debe ser inferior a los límites establecidos por las normas en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos alimentados por el conductor. Así como se señala en la siguiente figura.

Figura 2: Caída de voltaje permisible.



Elaborado por: Autores

El conductor N° 10 AWG no cumple con la caída de voltaje que se requiere para el circuito de estas características, se presenta continuación su solución:

El conductor sugerido es N° 6 AWG THHN

$$\Delta V 3\phi = \sqrt{3} (RI \cos \phi + XI \sin \phi) \quad \text{Ecuación 16 (8.13.2)}$$

$$\Delta V 3\phi = \sqrt{3} (0,49 * 0,95 * 31,49 + 0,051 * 31,49 \sin(\cos^{-1}(0,95)))$$

$$\Delta V 3\phi = 26,27$$

$$\% \Delta V 3\phi = \frac{L * \Delta V}{1000 * V * C} \quad \text{Ecuación 17 (8.13.2)}$$

$$\% \Delta V 3\phi = \frac{98,43 * 26,27}{1000 * 220 * 1}$$

$$\% \Delta V 3\phi = 1,17 \%$$

Los cálculos de los conductores, alimentadores y circuitos derivados que se presentan de una forma simplicidad en las tablas, se dimensionó aplicando los criterios de corriente y caída de voltaje, además se determinó que el calibre del conductor seleccionado es el adecuado al realizar el cálculo por caída de voltaje que no debe exceder del 3% de acuerdo a las normas NEC.

Tabla 17: Indica la caída de voltaje y calibres de conductores de los circuitos de fuerza desde el sub tableros de distribución a las cargas ubicado dentro del tablero TD- A.

UBICACIÓN	Sub Tablero	Carga	VOLT (KV)	P (Kw)	fp %	S (KV A)	Nº FA SES	Long (ft)	In (A)	In (A) diseño (1,25)	% V	Calibre	Cable Tipo	Nomenclatura
TD-A	ST-SG1	A1	0,127	0,90	95%	0,95	1	82,02	7,46	9,32	1,85%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A2	0,127	0,90	95%	0,95	1	82,02	7,46	9,32	1,85%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A3	0,127	0,90	95%	0,95	1	82,02	7,46	9,32	1,85%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		T1	0,127	1,00	95%	1,05	1	98,43	8,29	10,36	2,46%	12	THHN	1*12+1*12 AWG+GND
		T2	0,127	1,00	95%	1,05	1	98,43	8,29	10,36	2,46%	12	THHN	1*12+1*12 AWG+GND
		T3	0,127	1,00	95%	1,05	1	98,43	8,29	10,36	2,46%	12	THHN	1*12+1*12 AWG+GND
	ST-SG2	A4	0,127	0,90	95%	0,95	1	98,43	7,46	9,32	2,22%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A5	0,127	0,90	95%	0,95	1	82,02	7,46	9,32	1,85%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A6	0,127	0,90	95%	0,95	1	114,8 3	7,46	9,32	2,59%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		T4	0,127	1,00	95%	1,05	1	98,43	8,29	10,36	2,46%	12	THHN	1*12+1*12 AWG+GND
		T5	0,127	1,00	95%	1,05	1	98,43	8,29	10,36	2,46%	12	THHN	1*12+1*12 AWG+GND
		T6	0,127	1,20	95%	1,26	1	65,62	9,95	12,43	1,97%	12	THHN	1*12+1*12 AWG+GND

Elaborado por: Autores

Tabla 18: Indica la caída de voltaje y calibres de conductores de los circuitos de fuerza desde el sub tableros de distribución a las cargas ubicado dentro del tablero TD- B

UBICACIÓN	Sub Tablero	Carga	VOLT (KV)	P (Kw)	fp %	S (KVA)	Nº FASES	Long (ft)	In (A)	In (A) diseño (1,25)	% V	Calibre	Cable Tipo	Nomenclatura
TD-B	ST-SBB 1	A1	0,127	0,56	95%	0,59	1	131,23	4,64	5,80	1,84%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A2	0,127	0,56	95%	0,59	1	114,83	4,64	5,80	1,61%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A3	0,127	0,56	95%	0,59	1	147,64	4,64	5,80	2,07%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		T1	0,127	1,20	95%	1,26	1	114,83	9,95	12,43	2,08%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T2	0,127	1,20	95%	1,26	1	147,64	9,95	12,43	2,67%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T3	0,127	1,60	95%	1,68	1	114,83	13,26	16,58	2,77%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T4	0,127	1,60	95%	1,68	1	131,23	13,26	16,58	3,17%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T*1	0,22	6,00	95%	6,32	2	114,83	28,71	35,89	1,44%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND
		T*2	0,22	6,00	95%	6,32	2	147,64	28,71	35,89	1,19%	4	THHN	2*4+1*4 AWG+GND
		T*3	0,22	6,00	95%	6,32	2	114,83	28,71	35,89	1,44%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND
	ST-SE 1	A4	0,127	0,56	95%	0,59	1	98,43	4,64	5,80	1,38%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A5	0,127	0,56	95%	0,59	1	131,23	4,64	5,80	1,84%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A6	0,127	0,56	95%	0,59	1	114,83	4,64	5,80	1,61%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		T5	0,127	1,20	95%	1,26	1	98,43	9,95	12,43	1,78%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T6	0,127	1,20	95%	1,26	1	114,83	9,95	12,43	2,08%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T7	0,127	1,20	95%	1,26	1	98,43	9,95	12,43	1,78%	10	THHN	1*12+1*12 AWG+GND
		T*4	0,22	1,20	95%	1,26	2	114,83	5,74	7,18	0,29%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND
		T*5	0,22	1,50	95%	1,58	2	82,02	7,18	8,97	0,10%	2	THHN	2*2+1*2 AWG+GND
	T*6	0,22	4,42	95%	4,65	2	131,23	21,15	26,44	1,21%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND	
	ST-CON 1	A7	0,127	0,56	95%	0,59	1	164,04	4,64	5,80	2,30%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A8	0,127	0,56	95%	0,59	1	147,64	4,64	5,80	2,07%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A9	0,127	0,56	95%	0,59	1	147,64	4,64	5,80	2,07%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		T8	0,127	1,20	95%	1,26	1	65,62	9,95	12,43	1,19%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T9	0,127	0,80	95%	0,84	1	98,43	6,63	8,29	1,19%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T10	0,127	1,20	95%	1,26	1	164,04	9,95	12,43	2,97%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T*7	0,22	6,00	95%	6,32	2	147,64	28,71	35,89	1,85%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND
		T*8	0,22	4,98	95%	5,25	2	180,45	23,85	29,81	1,88%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND
T*9		0,22	5,50	95%	5,79	2	147,64	26,32	32,89	1,70%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND	

Elaborado por: Autores

Tabla 19: Indica la caída de voltaje y calibres de conductores de los circuitos de sistema de iluminación de la infraestructura de la planta que se encuentra dentro del tablero TD- B.

UBICACIÓN	Sub Tablero	Carga	VOLT (KV)	P (kW)	fp %	S (KVA)	N° FASES	Long (ft)	In (A)	In (A) diseño (1,25)	% V	Calibre	Cable Tipo	Nomenclatura
TD-B	ST-ILU	A*10	0,22	4,80	95%	5,05	2	147,64	22,97	28,71	1,48%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND
		A*11	0,22	4,80	95%	5,05	2	147,64	22,97	28,71	1,48%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND
		A*12	0,22	4,80	95%	5,05	2	164,04	22,97	28,71	1,65%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND
		A*14	0,22	4,80	95%	5,05	2	147,64	22,97	28,71	1,48%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND

Elaborado por: Autores

Tabla 20: Indica la caída de voltaje y calibres de conductores de los circuitos de fuerza desde el sub tableros de distribución a las cargas ubicado dentro de tablero TD_C.

UBICACIÓN	Sub Tablero	Carga	VOLT (KV)	P (Kw)	fp %	S (KVA)	N° FASES	Long (ft)	In (A)	In (A) diseño (1,25)	% V	Calibre	Cable Tipo	Nomenclatura
TD_C	ST-TAN 1	A1	0,127	0,56	95%	0,59	1	131,23	4,64	5,80	1,84%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A2	0,127	0,56	95%	0,59	1	114,83	4,64	5,80	1,61%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A3	0,127	0,56	95%	0,59	1	114,83	4,64	5,80	1,61%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A4	0,127	0,56	95%	0,59	1	98,43	4,64	5,80	1,38%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		T1	0,127	1,20	95%	1,26	1	164,04	9,95	12,43	2,97%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T2	0,127	1,20	95%	1,26	1	147,64	9,95	12,43	2,67%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T3	0,127	1,20	95%	1,26	1	114,83	9,95	12,43	2,08%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T4	0,127	1,20	95%	1,26	1	114,83	9,95	12,43	2,08%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T*1	0,22	15,00	95%	15,79	2	131,23	71,77	89,71	1,67%	2	THHN	2*2+1*2 AWG+GND
		T*2	0,22	15,00	95%	15,79	2	114,83	71,77	89,71	1,46%	2	THHN	2*2+1*2 AWG+GND
		T*3	0,22	9,50	95%	10,00	2	147,64	45,45	56,82	1,19%	2	THHN	2*2+1*2 AWG+GND
		T*4	0,22	6,85	95%	7,21	2	114,83	32,78	40,97	0,67%	2	THHN	2*2+1*2 AWG+GND
	ST-TAN 2	T*5	0,22	3,73	95%	3,93	2	114,83	17,85	22,31	0,58%	4	THHN	2*4+1*4 AWG+GND
		T*6	0,22	2,24	95%	2,36	2	114,83	10,71	13,39	0,54%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND
		T*7	0,22	12,70	95%	13,37	2	131,23	60,77	75,96	2,24%	4	THHN	2*4+1*4 AWG+GND
		T*8	0,22	6,00	95%	6,32	2	114,83	28,71	35,89	1,44%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND
		T*9	0,22	6,00	95%	6,32	2	98,43	28,71	35,89	1,24%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND

Elaborado por: Autores

Tabla 21: Indica la caída de voltaje y calibres de conductores de los circuitos de fuerza desde el sub tableros de distribución a las cargas ubicado dentro de tablero TD_C (continuación).

UBICACIÓN	Sub Tablero	Carga	VOLT (KV)	P (Kw)	fp %	S (KVA)	Nº FASES	Long (ft)	In (A)	In (A) diseño (1,25)	% V	Calibre	Cable Tipo	Nomenclatura
TD_C	ST - STD	A5	0,127	0,56	95%	0,59	1	98,43	4,64	5,80	1,38%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A6	0,127	0,56	95%	0,59	1	114,83	4,64	5,80	1,61%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		T5	0,127	1,00	95%	1,05	1	98,43	8,29	10,36	1,48%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T6	0,127	1,00	95%	1,05	1	114,83	8,29	10,36	1,73%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T*10	0,22	15,00	95%	15,79	2	114,83	71,77	89,71	1,18%	2	THHN	1*2+1*2 AWG+GND
		T*11	0,22	2,98	95%	3,14	2	98,43	14,28	17,85	0,62%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND
		T*12	0,22	3,00	95%	3,16	2	114,83	14,35	17,94	0,72%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND
		T*13	0,22	0,08	95%	0,08	2	114,83	0,38	0,48	0,02%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND
	ST - SP	A7	0,127	0,56	95%	0,59	1	114,83	4,64	5,80	1,61%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A8	0,127	0,56	95%	0,59	1	114,83	4,64	5,80	1,61%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		T7	0,127	1,20	95%	1,26	1	114,83	9,95	12,43	2,08%	10	THHN	1*12+1*12 AWG+GND
		T8	0,127	1,00	95%	1,05	1	164,04	8,29	10,36	2,47%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T*14	0,22	1,50	95%	1,58	2	114,83	7,18	8,97	0,36%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND
		T*15	0,22	3,00	95%	3,16	2	114,83	14,35	17,94	0,72%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND
		T*16	0,22	15,00	95%	15,79	2	114,83	71,77	89,71	1,18%	2	THHN	2*2+1*2 AWG+GND
	ST-SR	A9	0,127	0,56	95%	0,59	1	114,83	4,64	5,80	1,61%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A10	0,127	0,56	95%	0,59	1	114,83	4,64	5,80	1,61%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A11	0,127	0,88	95%	0,92	1	114,83	7,25	9,07	2,51%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		T9	0,127	1,00	95%	1,05	1	114,83	8,29	10,36	1,73%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T10	0,127	1,00	95%	1,05	1	114,83	8,29	10,36	1,73%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T11	0,127	1,00	95%	1,05	1	114,83	8,29	10,36	1,73%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T*17	0,22	15,00	95%	15,79	2	114,83	71,77	89,71	0,81%	2/0	THHN	2*1/0+1*1/0 AWG+GND
		T*18	0,22	9,90	95%	10,42	3	114,83	47,37	59,21	0,48%	2	THHN	2*2+1*2 AWG+GND
		T*19	0,22	8,80	95%	9,26	2	114,83	42,11	52,63	0,86%	2	THHN	2*2+1*2 AWG+GND
		T*20	0,22	3,36	95%	3,54	3	114,83	16,08	20,10	0,64%	8	THHN	2*8+1*8 AWG+GND
		T*21	0,22	9,50	95%	10,00	2	114,83	45,45	56,82	1,47%	4	THHN	2*4+1*4 AWG+GND
		T*22	0,22	5,20	95%	5,47	2	114,83	24,88	31,10	1,97%	8	THHN	2*8+1*8 AWG+GND
	ST-MAT 1	T12	0,127	1,00	95%	1,05	1	114,83	8,29	10,36	1,73%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T13	0,127	1,00	95%	1,05	1	114,83	8,29	10,36	1,73%	10	THHN	1*10+1*10 AWG+GND
		T*23	0,22	3,00	95%	3,16	2	114,83	14,35	17,94	1,13%	8	THHN	2*8+1*8 AWG+GND
		T*24	0,22	9,00	95%	9,47	2	114,83	43,06	53,83	2,16%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND
		T*25	0,22	5,00	95%	5,26	2	114,83	23,92	29,90	1,20%	6	THHN	2*6+1*6 AWG+GND

Elaborado por: Autores

Tabla 22: Indica la caída de voltaje y calibres de conductores de los circuitos de fuerza desde el sub tableros de distribución a las cargas ubicado dentro de tablero TD_E.

UBICACIÓN	Sub Tablero	Carga	VOL T (KV)	P (Kw)	fp %	S (KVA)	N° FASE S	Long (ft)	In (A)	In (A) diseño (1,25)	% V	C ali bre	Cable Tipo	Nomenclatura
TD-E	ST-SGB_1	A1	0,127	0,90	95%	0,95	1	114,83	7,46	9,32	2,59%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A2	0,127	0,90	95%	0,95	1	82,02	7,46	9,32	1,85%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		T1	0,127	0,90	95%	0,95	1	114,83	7,46	9,32	2,59%	12	THHN	1*12+1*12 AWG+GND
		T2	0,127	0,90	95%	0,95	1	98,43	7,46	9,32	2,22%	12	THHN	1*12+1*12 AWG+GND
	ST-SGB_2	A3	0,127	0,90	95%	0,95	1	114,83	7,46	9,32	2,59%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A4	0,127	1,30	95%	1,36	1	82,02	10,74	13,43	2,66%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		TD1	0,22	4,50	95%	4,74	1	114,83	21,53	26,91	1,70%	8	THHN	1*8+1*8 AWG+GND
		TD2	0,22	4,50	95%	4,74	1	114,83	21,53	26,91	1,70%	8	THHN	1*8+1*8 AWG+GND
	ST-SGB_3	A5	0,127	0,35	95%	0,37	1	65,62	2,90	3,63	0,57%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		A6	0,127	0,35	95%	0,37	1	82,02	2,90	3,63	0,72%	12	THHN	1*12+1*12 AWG
		T3	0,127	0,90	95%	0,95	1	82,02	7,46	9,32	1,85%	12	THHN	1*12+1*12 AWG+GND
		T4	0,127	1,05	95%	1,11	1	82,02	8,70	10,88	1,64%	12	THHN	1*12+1*12 AWG+GND

Elaborado por: Autores

Tabla 23: Indica la caída de voltaje y calibres de conductores de los circuitos de fuerza desde tablero secundario a los sub tableros de distribución ubicado dentro de tablero TD_P.

UBICACIÓN	Sub Tablero	Carga	VOLT (KV)	P (Kw)	fp %	S (KVA)	N° FASE S	Long (ft)	In (A)	In (A) diseño (1,25)	% V	Cali bre	Cable Tipo	Nomenclatura
TD-P	TD-A	ST-SG1	0,22	5,70	95%	6,12	3	49,21	16,07	16,07	0,47%	8	THHN	3*8+1*8 AWG+GND
		ST-SG2	0,22	5,70	95%	6,12	3	82,02	16,07	16,07	0,79%	8	THHN	3*8+1*8 AWG+GND
	TD-B	ST-SBB 1	0,22	20,00	95%	21,05	3	10,67	55,25	55,25	0,09%	2	THHN	3*2+1*2 AWG+GND
		ST-SE 1	0,22	41,76	95%	43,96	3	65,62	115,36	115,36	0,51%	3/0	THHN	3*3/0 +1*3/0 AWG+GND
		ST-CON 1	0,22	45,28	95%	47,66	3	98,43	125,08	125,08	0,69%	4/0	THHN	3*4/0 +1*4/0 AWG+GND
		ST-ILU	0,22	19,20	95%	20,21	3	65,62	53,04	53,04	0,35%	1/0	THHN	3*1/0+1*1/0 AWG+GND
	TD-C	ST-TAN 1	0,22	28,52	95%	30,02	3	65,62	78,78	78,78	0,52%	1/0	THHN	3*1/0+1*1/0 AWG+GND
		ST-TAN 2	0,22	35,92	95%	37,81	3	82,02	99,23	99,23	0,69%	2/0	THHN	3*2/0+1*2/0 AWG+GND
		ST-STD	0,22	60,00	95%	63,16	3	65,62	165,75	165,75	0,61%	4/0	THHN	3*4/0 +1*4/0 AWG+GND
		ST-SP	0,22	62,00	95%	65,26	3	65,62	171,27	171,27	0,63%	4/0	THHN	3*4/0 +1*4/0 AWG+GND
		ST-SRR	0,22	63,10	95%	66,42	3	65,62	174,31	174,31	0,65%	4/0	THHN	3*4/0 +1*4/0 AWG+GND
		ST-MAT 1	0,22	63,30	95%	66,63	3	82,02	174,86	174,86	0,81%	4/0	THHN	3*4/0 +1*4/0 AWG+GND
	TD-E	ST-SGB_1	0,22	3,60	95%	3,79	3	164,04	9,94	9,94	0,62%	6	THHN	3*6+1*6 AWG+GND
		ST-SGB_2	0,22	3,60	95%	3,79	3	131,23	9,94	9,94	0,49%	6	THHN	3*6+1*6 AWG+GND
		ST-SGB_3	0,22	4,00	95%	4,21	3	98,43	11,04	11,04	0,41%	6	THHN	3*6+1*6 AWG+GND

Elaborado por: Autores

Tabla 24: Indica la caída de voltaje y calibres de conductores de los circuitos de fuerza desde tablero principal TD- P a tableros de distribución TD- A, TD- B, TD- C, TD- E.

Sub Tablero	Carga	VOLT (KV)	P (Kw)	fp %	S (KVA)	Nº FASES	Long (ft)	In (A)	In (A) diseño (1,25)	% V	Calibre	Cable Tipo	Nomenclatura
TD - P	TD - A	0,22	11,40	95%	12,00	3	98,43	31,49	39,36	1,17%	6	THHN	3*6+1*6 AWG+GND
	TD - B	0,22	126,24	95%	132,88	3	246,06	348,73	435,91	1,56%	500	THHN	3*500+1*500 AWG+GND
	TD - C	0,22	257,84	95%	271,41	3	328,08	712,27	890,33	1,75%	750	THHN	2/C 3*750+1*750 AWG+GND
	TD - E	0,22	11,20	95%	11,79	3	295,28	30,93	38,66	1,40%	2	THHN	3*2+1*2 AWG+GND

Elaborado por: Autores

11.10 Alimentador principal

En el presente contenido se cubre los requisitos de instalación, capacidades de corriente y secciones mínimas de los conductores alimentadores que suministran energía a las cargas, a partir del cálculo de la corriente:

$$I_{abs} = \frac{S (kVA)}{\sqrt{3} * V} = [A] \quad \text{Ecuación 9 (8.13.1)}$$

$$I_{nom} = \frac{300 KVA}{\sqrt{3} * 220} = 787,29 \quad [A]$$

$$I_p (\text{Factor Proyectado}) = I_{nom} * 1,25 = \text{Capacidad nominal.} \quad \text{Ecuación 14 (8.13.1)}$$

$$I_p = 787,29 * 1,25 = 984,12 [A]$$

Se puede describir que en base a los correspondientes cálculos y cumplimiento de normas para el diseño de un sistema eléctrico industrial se determinó que para la alimentación del Tablero de distribución Principal hasta los distintos tableros secundarios de distribución se tiene de acuerdo a tablas dos conductores por fase número 750 MCM TTU (2x750MCM) que soporta una capacidad de corriente de 535 (A).

11.11 Selección de los elementos de protección.

Para la selección y dimensionamiento de los elementos de protección está en función de la corriente que circula por cada uno de los circuitos, y la temperatura máxima que el aislante del conductor pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades.

- **Corriente de sobrecarga**

$$I_{sc} = I_m * F_{sc}$$

Donde

I_{sc} Corriente de sobrecarga del circuito

I_m Corriente máxima de consumo del circuito

F_{sc} Factor de sobrecarga al 125%

a) Ejemplo de selección elemento de protección.

Información del circuito: Alimentador T*1, del sistema de alimentación a las suelda Mig en sección tanques, correspondiente del sub tablero de ST-TAN1.

b) Para este circuito el cual está diseñado para la alimentar a dos soldadoras (derivación en doble monofásica o bifásica a 220 V) de tipo Mig con una potencia instalada de 15,79 kVA, y la potencia calculada de 11,6 kVA, aplicado los factores de simultaneidad, y factor de uso determinados en la tabla 6, calculamos la corriente máxima que circulara por el circuito:

$$I = \frac{P(W)}{\sqrt{3} * V * FP}$$

$$I = \frac{11,6 \text{ kVA}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 51,68 \text{ (A)}$$

Multiplicaremos por un factor de seguridad o de sobrecarga al 125%.

$$I_{sc} = I_m * F_{sc}$$

$$I_{sc} = 51,68 * 1,25$$

$$I_{sc} = 64,59 \text{ A}$$

c) Selección de la protección

Con la corriente calculada se seleccionó la protección de acuerdo al catálogo “Square D”, los mismo que se encontraran ubicados en los sub tableros de distribución como centro de carga, la carga son de tipo monofásico en el caso del sistema de fuerza Tomacorrientes (T), sistema de iluminación (A) y sistema bifásico los cuales alimentan a las cargas especiales (T*).

Protección seleccionada es: 2P-70A

Los resultados obtenidos lo asignamos una protección que se ajuste a las condiciones de uso de cada circuito a proteger, se presentan de una forma simplicidad en las tablas.

Tabla 25: Selección protecciones de circuitos alimentadores y circuitos derivados de los sub tableros correspondientes al tablero secundario TD-A.

CUADRO DE CARGAS													
PROYECTO:		RVR TRASFORMADORES				TABLERO		TD-A					
PISO		OFICINAS				ESPECIAL		1Ø					
SECCION:													
ALIMENTADOR:		3*6+1*6 AWG+GND				% V		1,1%					
N° Tablero	Ubicación	N° Sub tablero	N° de circuitos	Descripción de Carga	N° de puntos	Volt (kV)	P. instalada (k VA)	P. calculada (k VA)	I. calculada (A)	Protección P -A	Balance		
											I (A)	I (A)	I (A)
									Fsc =1,25		R	S	T
TD-A	Oficinas	ST-SG1	A1	Gerencia, sistemas	5	0,127	0,95	0,61	5,97	1P-20A	5,97		
			A2	Dpto. Ing., seguridad	5	0,127	0,95	0,61	5,97	1P-20A		5,97	
			A3	Contabilidad	5	0,127	0,95	0,61	5,97	1P-20A			5,97
			T1	Gerencia, sistemas	5	0,127	1,05	0,42	4,14	1P-32A	4,14		
			T2	Dpto. Ing., seguridad	5	0,127	1,05	0,42	4,14	1P-32A		4,14	
			T3	contabilidad	5	0,127	1,05	0,42	4,14	1P-32A			4,14
		ST-SG2	A4	Disp. Médico	5	0,127	0,95	0,61	5,97	1P-20A	5,97		
			A5	Recepción	5	0,127	0,95	0,61	5,97	1P-20A		5,97	
			A6	Ventas, Rh, sala reunión	5	0,127	0,95	0,61	5,97	1P-20A			5,97
			T4	Disp. Médico	5	0,127	1,05	0,42	4,14	1P-32A	4,14		
			T5	Recepción	5	0,127	1,05	0,42	4,14	1P-32A		4,14	
			T6	Ventas, Rh, sala reunión	6	0,127	1,26	0,51	4,97	1P-32A			4,97

Elaborado por: Autores

Tabla 26: Selección protecciones de circuitos alimentadores y circuitos derivados de los sub tableros correspondientes al tablero secundario TD - B.

CUADRO DE CARGAS															
PROYECTO:		RVR TRANSFORMADORES				TABLERO				TD-B					
PISO		PLANTA				ESPECIAL				3Ø					
SECCION:		INDUSTRIAL													
ALIMENTADOR:		3*500+1*500 AWG+GND				% V				2,56%					
N° Tablero	Ubicación	N° Sub tablero	N° de circuitos	Descripción de Carga	N° de puntos	Volt (kV)	P. instalada (k VA)	P. calculada (k VA)	I. calculada (A)	Protección P-A	Balance				
											I (A)	I (A)	I (A)		
									Fsc=1,25		R	S	T		
TD-B	Bobinadoras	ST-SBB 1	A1	Maqui bobina	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A	3,48				
			A2	Prensado.	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A		3,48			
			A3	Ofic. Bobina	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A				3,48	
			T1	Bobinas 1	6	0,127	1,26	0,51	4,97	1P-32A	4,97				
			T2	Bobina 2	6	0,127	1,26	0,51	4,97	1P-32A		4,97			
			T3	Presado	8	0,127	1,68	0,67	6,63	1P-32A				6,63	
			T4	Ofic. Planta	8	0,127	1,68	0,67	6,63	1P-32A	6,63				
			T*1	Bobnas 1, 2, 3	2	0,22	6,32	4,55	25,84	2P-60A	25,84			25,84	
			T*2	Bobinas 4, 5 ,6	2	0,22	6,32	4,55	25,84	2P-60A			25,84	25,84	
				T*3	Bobinas 7, Corte Papel 1, 2	2	0,22	6,32	4,55	25,84	2P-60A	25,84	25,84		
		Ensamble	ST-SE 1	A4	Ensamble	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A	3,48			
				A5	Banco de Pruebas.	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A		3,48		
				A6	Ofic .Bobinas	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A				3,48
				T5	Ensamble	6	0,127	1,26	0,51	4,97	1P-32A	4,97			
				T6	Banco Pruebas	6	0,127	1,26	0,51	4,97	1P-32A		4,97		
				T7	Ensamble	6	0,127	1,26	0,51	4,97	1P-32A				4,97
				T*4	Corte. Papel 3	1	0,22	1,26	0,61	3,44	2P-60A			3,44	3,44
				T*5	Maq .Filtro aceite	1	0,22	1,58	0,76	4,31	2P-60A	4,31			4,31
				T*6	Maq Presión aceite, Taladro	2	0,22	4,65	2,23	12,69	2P-60A	12,69	12,69		
		Conexiones	ST-CON 1	A7	Conexiones	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A	3,48			
				A8	Bodega.	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A		3,48		
				A9	Corte núcleo. Ofic. Ensamble	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A				3,48
				T8	Conexiones	6	0,127	1,26	0,51	4,97	1P-32A	4,97			
				T9	Bodega	4	0,127	0,84	0,34	3,32	1P-32A		3,32		
				T10	Corte núcleo. Ofic. Ensamble	6	0,127	1,26	0,51	4,97	1P-32A				4,97
				T*7	Horno. Secado. Industria.	2	0,22	6,32	4,04	22,97	2P-60A	22,97	22,97		
				T*8	Des bobinadora flejes. estufa estéril	2	0,22	5,25	3,57	20,27	2P-60A			20,27	20,27
					T*9	Dobladora	1	0,22	5,79	3,71	21,05	2P-60A	21,05		21,05

Elaborado por: Autores

Tabla 27: Selección protecciones de circuitos alimentadores y circuitos derivados de los sub tableros correspondientes al tablero secundario TD – B (continuación).

CUADRO DE CARGAS													
PROYECTO:		RVR TRASFORMADORES				TABLERO				TD-E			
PISO		PLANTA				ESPECIAL				3Ø			
SECCION:		INDUSTRIAL											
ALIMENTADOR:		3*500+1*500 AWG+GND				% V				2,56%			
N° Tablero	Ubicación	N° Sub tablero	N° de circuitos	Descripción de Carga	N° de puntos	Volt (kV)	P. instalada (k VA)	P. calculada (k VA)	I. calculada (A)	Protección P-A	Balance		
											I (A)	I (A)	I (A)
									Fsc=1,25		R	S	T
TD-B	ILUMINACION GALPON	ST-ILU	T*10	Iluminación galpón 1	12	0,22	5,05	3,64	20,67	2P-60A	20,67		20,67
			T*11	Iluminación galpón 2	12	0,22	5,05	3,64	20,67	2P-60A	20,67	20,67	
			T*12	Iluminación galpón 3	12	0,22	5,05	3,64	20,67	2P-60A	20,67		20,67
			T*14	Iluminación galpón 4	12	0,22	5,05	3,64	20,67	2P-60A		20,67	20,67

Elaborado por: Autores

Tabla 28: Selección protecciones de circuitos alimentadores y circuitos derivados de los sub tableros correspondientes al tablero secundario TD - C.

CUADRO DE CARGAS													
PROYECTO:		RVR TRASFORMADORES				TABLERO				TD-E			
PISO		PLANTA				ESPECIAL				3Ø			
SECCION:		INDUSTRIAL											
ALIMENTADOR:		2/C 3*750+1*750 AWG+GND				% V				2,75%			
N° Tablero	Ubicación	N° Sub tablero	N° de circuitos	Descripción de Carga	N° de puntos	Volt (kV)	P. instalada (k VA)	P. calculada (k VA)	I. calculada (A)	Protección P-A	Balance		
											I (A)	I (A)	I (A)
									Fsc=1,25		R	S	T
TD_C	TANQUES	ST-TAN 1	A1	Tanques, cizalla	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A	3,48		
			A2	Tanques 2, Troquel	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A		3,48	
			A3	Tanques 3. Prueba neumáticas	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A			3,48
			A4	Tanques 4. Soldas	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A	3,48		
			T1	Tanques, cizalla	6	0,127	1,26	0,63	6,22	1P-32A		6,22	
			T2	Tanques 2. Troquel	6	0,127	1,26	0,63	6,22	1P-32A			6,22
			T3	Tanques 3. Prueba neumáticas	6	0,127	1,26	0,63	6,22	1P-32A	6,22		
			T4	Tanques 4. Soldas	6	0,127	1,26	0,63	6,22	1P-32A		6,22	
			T*1	Suelda Mig	2	0,22	15,79	11,37	64,59	2P-70A	64,59		6,22
			T*2	Suelda. Mig	2	0,22	15,79	11,37	64,59	2P-70A		64,59	64,59
			T*3	Suelda eléctrica	1	0,22	10,00	7,20	40,91	2P-60A	40,91		40,91
			T*4	Cizalla, Pantógrafo	1	0,22	7,21	4,61	26,22	2P-60A		26,22	26,22

Elaborado por: Autores

Tabla 29: Selección protecciones de circuitos alimentadores y circuitos derivados de los sub tableros correspondientes al tablero secundario TD – C (continuación)

CUADRO DE CARGAS														
PROYECTO: PISO SECCION: ALIMENTADOR:			RVR TRASFORMADORES PLANTA INDUSTRIAL 2/C 3*750+1*750 AWG+GND				TABLERO ESPECIAL % V			TD-E 3Ø 2,75%				
N° Tablero	Ubicación	N° Sub tablero	N° de circuitos	Descripción de Carga	N° de puntos	Volt (kV)	P. instalada (k VA)	P. calculada (k VA)	I. calculada (A) Fsc=1,25	Protección P - A	Balance			
											I (A)	I (A)	I (A)	
											R	S	T	
TD_C	TANQUES	ST-TAN 2	T*5	Troquel 1	1	0,22	3,93	2,51	14,28	2P-60A		14,28	14,28	
			T*6	Troquel 2	1	0,22	2,36	1,51	8,57	2P-60A	8,57	8,57		
			T*7	Suelda eléctrica	1	0,22	13,37	8,56	48,61	2P-60A	48,61	48,61		
			T*8	Suelda eléctrica	2	0,22	6,32	4,04	22,97	2P-60A	22,97		22,97	
			T*9	Prensa tubos. Pantógrafo. oxicorte 2	2	0,22	6,32	3,03	17,22	2P-60A		17,22	17,22	
	PINTURA	ST-STD	A5	Trafo. distribución	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A	3,48			
			A6	Ofic. Tanques	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A		3,48		
			T5	Tanques 1.Cizalla	5	0,127	1,05	0,53	5,18	1P-20A				5,18
			T6	Tanques 2. Troquel	5	0,127	1,05	0,53	5,18	1P-32A	5,18			
			T*10	Compresor	2	0,22	15,79	11,37	64,59	2P-70A			64,59	64,59
			T*11	Máquina fresadora	1	0,22	3,14	2,01	11,42	2P-60A	11,42			11,42
			T*12	Horno. Pintura	1	0,22	3,16	1,52	8,61	2P-60A	8,61	8,61		
	TRAF. DISTR	ST-SP	A7	Matrickeria	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A				3,48
			A8	Trafo. distribución	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A		3,48		
			T7	Tanques 1.matrickeria	6	0,127	1,26	0,63	6,22	1P-32A				6,22
			T8	Trafo. distribución	5	0,127	1,05	0,53	5,18	1P-32A			5,18	
			T*14	Cizalla 2	1	0,22	1,58	1,01	5,74	2P-60A	5,74			5,74
			T*15	Soldadora eléctrica	2	0,22	3,16	2,27	12,92	2P-60A	12,92			12,92
	RADIADORES	ST-SRR	A9	Ofici. Radiadores	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A	3,48			
			A10	Estación pruebas	4	0,127	0,59	0,35	3,48	1P-20A		3,48		
			A11	Presando radiadores, suelda	5	0,127	0,92	0,55	5,44	1P-20A				5,44
			T9	Tanques, Cizalla	5	0,127	1,05	0,53	5,18	1P-32A			5,18	
T10			Tanques 2. Troquel	5	0,127	1,05	0,53	5,18	1P-32A	5,18				
T11			Tanques 3. Prueba neumáticas	5	0,127	1,05	0,53	5,18	1P-32A					
T*17			Suelda Mig	2	0,22	15,79	11,37	64,59	2P-70A			64,59	64,59	
T*18			Suelda costura	1	0,22	10,42	7,50	42,63	3P-60A	42,63	42,63	42,63	42,63	
T*19			Suelda Tig	1	0,22	9,26	5,93	33,68	2P-60A	33,68			33,68	
T*20			Soldadora de Punto	2	0,22	3,54	2,55	14,47	2P-40A	14,47	14,47	14,47	14,47	
T*21	Soldadora Eléctrica	1	0,22	10,00	7,20	40,91	2P-70A	40,91	40,91					
T*22	Tronzadora	4	0,22	5,47	3,50	19,90	2P-40A			19,90	19,90			

Elaborado por: Autores

Tabla 30: Selección protecciones de circuitos alimentadores y circuitos derivados de los sub tableros correspondientes al tablero secundario TD – C (continuación).

CUADRO DE CARGAS													
PROYECTO:		RVR TRASFORMADORES			TABLERO			TD-E					
PISO		PLANTA			ESPECIAL			3Ø					
SECCION:		INDUSTRIAL			% V			2,75%					
ALIMENTADOR:		2/C 3*750+1*750 AWG+GND											
Nº Tablero	Ubicación	Nº Sub tablero	Nº de circuitos	Descripción de Carga	Nº de puntos	Volt (kV)	P. instalada (k VA)	P. calculada (k VA)	I. calculada (A)	Protección P -A	Balance		
											I (A)	I (A)	I (A)
									Fsc=1,25		R	S	T
TD_C	MATRICERIA	ST-MAT 1	T12	Tornos 1	5	0,127	1,05	0,53	5,18	1P-32A			5,18
			T13	Tornos 2	5	0,127	1,05	0,53	5,18	1P-32A	5,18		
			T*23	Taladro de banco	2	0,22	3,16	1,52	8,61	2P-40A		8,61	8,61
			T*24	Torno	1	0,22	9,47	6,06	34,45	2P-60A	34,45	34,45	
			T*25	Torno universal	1	0,22	5,26	3,37	19,14	2P-60A	19,14		19,14

Elaborado por: Autores

Tabla 31: Selección protecciones de circuitos alimentadores y circuitos derivados de los sub tableros correspondientes al tablero secundario TD - E.

CUADRO DE CARGAS													
PROYECTO:		RVR TRASFORMADORES			TABLERO			TD-E					
PISO		PLANTA			ESPECIAL			2Ø					
SECCION:		VIVIENDAS			% V			0,80%					
ALIMENTADOR:		3*2+1*2 AWG+GND											
Nº Tablero	Ubicación	Nº Sub tablero	Nº de circuitos	Descripción de Carga	Nº de puntos	Volt (kV)	P. instalada (k VA)	P. calculada (k VA)	I. calculada (A)	Protección P -A	Balance		
											I (A)	I (A)	I (A)
									Fsc=1,25		R	S	T
TD-E	COCINA COMEDOR PLANTA	ST-SGB_1	A1	Cocina	5	0,127	0,95	0,6	5,59	1P-20A			5,59
			A2	Comedor	5	0,127	0,95	0,57	5,59	1P-20A		5,59	
			T1	Cocina	5	0,127	0,95	0,57	5,59	1P-32A	5,59		
			T2	Comedor	6	0,127	0,95	0,57	5,59	1P-32A		5,59	
	CAMERINOS HOBRES MUJERES	ST-SGB_2	A3	Camerino hombres	5	0,127	0,95	0,57	5,59	1P-20A			5,59
			A4	Camerino mujer	6	0,127	1,36	0,57	5,59	1P-20A		5,59	
			TD1	Ducha eléctrica H	1	0,22	4,74	0,57	3,23	1P-32A	3,23		3,23
			TD2	Ducha eléctrica M	1	0,22	4,74	0,57	3,23	1P-32A	3,23		3,23
	VIVIENDAS GUARDIAS	ST-SGB_3	A5	Viviendas-1	7	0,127	0,37	0,57	5,59	1P-20A			5,59
			A6	Viviendas-2	7	0,127	0,37	0,57	5,59	1P-20A	5,59		
			T3	Corriente viviendas 1	6	0,127	0,95	0,57	5,59	1P-32A	5,59		
			T4	Corriente viviendas 2	7	0,127	1,11	0,57	5,59	1P-32A			5,59

Elaborado por: Autores

Tabla 32: Selección protecciones de circuitos alimentadores y circuitos derivados del tableros secundarios a los sub tableros.

PROYECTO:		RVR TRASFORMADORES		TABLERO		TD-E			
PISO		PLANTA		ESPECIAL		3Ø			
SECCION:		3*2+1*2 AWG+ GND		% V		1,40%			
Sección	N° Sub tablero	N° de circuitos	Volt (kV)	P. instalada (VA)	I. calculada (A)	Protección P - A	Balance		
							I (A)	I (A)	I (A)
					Fsc=1,25		R	S	T
Oficinas	TD-A	ST-SG1	0,22	5,70	20,08	3P- 50A	20,08	20,08	20,08
		ST-SG2	0,22	5,70	20,08	3P- 50A	20,08	20,08	20,08
Bobinadoras de trasformadores	TD-B	ST-SBB 1	0,22	20,00	69,06	3P- 100A	69,06	69,06	69,06
Ensamble de trasformadores		ST-SE 1	0,22	41,76	144,20	3P- 150A	144,20	144,20	144,20
Conexiones de trasformadores		ST-CON 1	0,22	45,28	156,35	3P- 200A	156,35	156,35	156,35
iluminación galpón		ST- ILU	0,22	19,20	66,30	2P-70A	66,30	66,30	66,30
Tanques de trasformadores 1	TD-C	ST-TAN 1	0,22	28,52	98,48	3P- 100A	98,48	98,48	98,48
Tanques de trasformadores 2		ST-TAN 2	0,22	35,92	124,03	3P- 150A	124,03	124,03	124,03
Pintura de trasformadores		ST - STD	0,22	51,15	207,18	3P- 250A	207,18	207,18	207,18
Trasformadores distribución		ST - SP	0,22	54,72	214,09	3P- 250A	214,09	214,09	214,09
Radiadores		ST-SRR	0,22	71,02	217,89	3P- 250A	217,89	217,89	217,89
Matricaria		ST-MAT 1	0,22	62,02	218,58	3P- 250A	218,58	218,58	218,58
Cocina, comedor planta	TD-E	ST-SGB_1	0,22	3,60	12,43	3P- 50A	12,43	12,43	12,43
Camerinos hombres, mujeres		ST-SGB_2	0,22	3,60	12,43	3P- 50A	12,43	12,43	12,43
Viviendas guardias		ST-SGB_3	0,22	4,00	13,80	3P- 50A	13,80	13,80	13,80

Elaborado por: Autores

Todos los circuitos de alumbrado, de uso general presentado en las tablas anteriores, se obtuvieron mediante los cálculos un conductor de acuerdo al consumo de carga de los equipos eléctricos, se determinó el calibre THHN AWG. Cargado al 70% de su valor nominal lo que permite una mayor confiabilidad en el diseño, permitiendo un aumento de carga aproximada del 10% para futuras conexiones.

11.12 Simulación del sistema eléctrico

Para la simulación del diseño del sistema eléctrico, que suministrara de energía a la planta industrial, se realizó estudios teóricos, con la información adquirida se analizó y verifico los

resultados, mediante un modelo del diagrama unifilar trazado en el programa ETAP 12.6.0 modelando un análisis de flujo carga.

Para la verificación y análisis de los resultados de la modelación se lo realizo mediante un análisis de flujo de carga, obteniendo como resultado la tensión en las barras, el factor de potencia, corriente y flujo de la potencia en las distintas ramas del sistema eléctrico simulado.

En el esquema se observa, desde las red de alimentación hasta los consumos, el sistema esta modelado, para suministrar de energía a los equipos eléctricos distribuidos en los respectivos cuadros eléctricos, los interruptores de protección para el cuadro eléctrico y relés térmicos de menor calibre que protegen las cargas que son alimentadas mediante los respectivos cables.

Las características de la instalación considerada en el programa ETAP 12.6.0 para analizar el flujo de cargas son las presentadas en la tabla descrita a continuación:

Tabla 33: Indica el resumen de datos de la instalación.

Descripción	Datos
N° de Buses	27
N° de Ramas	26
N° de Redes	1
N° de Cargas	16
Potencia activa consumida (MW)	0,475
Potencia reactiva consumida (Mvar)	0,209
Potencia activa generada por la instalación (MW)	0,475
Potencia reactiva generada por la instalación (Mvar)	0,209
Potencia activa de pérdidas (MW)	0,023
Potencia reactiva de pérdidas (Mvar)	0,061

Fuente: ETAP.12.6.0

Elaborado por: Autores

Figura 3: Esquema unifilar del sistema eléctrico simulado en ETAP 12.6.

Fuente: ETAP

11.13 Resultados obtenidos de la simulación del diseño en ETAP 12.6.0

Simulando el flujo de cargas en el sistema eléctrico, se observa la distribución de la potencia activa y reactiva, intensidades, potencias aparentes, se conoce las caídas de voltaje en cada uno de los nodos en porcentajes, con estos valores se analizó el funcionamiento del sistema eléctrico diseñado en condiciones normales, se concluye que se encuentra dentro de las condiciones aceptables establecidos por el reglamento del Código Eléctrico Nacional en bajo voltaje (5%) entre la entrada y la carga, además de determino que los resultados se asemejan en presente estudio.

A continuación se presenta un cuadro resumen con los valores potencia activa y reactiva, intensidad el factor de potencia, las caídas de voltaje en los nodos del sistema eléctrico determinados en el estudio del diseño eléctrico, simulado en ETAP. El sistema de simulación de las cargas se presenta en el Anexo2.

Tabla 34: Indica los reportes de la simulación del diseño eléctrico ETAP

N° Tablero	kW	k VAR	Amp	% PF	% V
Sala capacitación	2,552	0,839	7,107	95	99,3
ST - -SP	60,217	19,792	168,8	95	98,5
ST - ILU	18,767	6,168	52,44	95	98,9
ST - SBB 1	19,355	6,362	54,35	95	98,4
ST - SG 1	5,676	1,866	15,87	95	98,8
ST - SG 2	5,676	1,866	15,87	95	98,8
ST - SGB 1	3,441	1,131	9,724	95	97,7
ST - SGB 2	3,445	1,132	9,73	95	97,8
ST - SGB 3	3,817	1,254	10,79	95	97,7
ST - SR	61,265	20,137	171,8	95	98,5
ST- CON 1	43,979	14,455	123,3	95	98,5
ST- MAT 1	61,455	20,199	172,3	95	98,5
ST- SE 1	40,488	13,308	113,6	95	98,4
ST-STD	58,316	19,168	163,4	95	98,6
ST-TAN 2	34,989	11,5	97,93	95	98,7
ST_TAN 1	27,813	9,142	77,8	95	98,8

Fuente: E.TAP 12.6.0

Elaborado por: Autores.

Ilustración 4: Indica la corriente, % caída de voltaje, la potencia kVA de la simulación realizada con el programa ETAP 12.6.0.

Fuente: ETAP

Tabla 35: Resumen del flujo de carga de la simulación del sistema eléctrico diseñado.

Designación	Tipo	Longitud (ft)	Conductor	Flujo (MW)	Flujo (Mvar)	flujo (Amp)	% PF	Caída de voltaje %	Perdidas (kW)	Perdidas kvar
Alimentador TD - C	Cable	19,685	2 - 1/C 750	0,307	0,103	852	94,78	0,23	0,45	1,029
Alimen.ST- BB 1	Cable	114,83	1 - 1/C 2	0,02	0,006	54,35	95,01	1,02	0,203	0,058
Alimen.ST- CON1	Cable	114,83	1 - 1/C 4/0	0,044	0,015	123,3	94,9	0,84	0,33	0,267
Alimen.ST- ILU	Cable	98,425	1 - 1/C 1/0	0,019	0,006	52,44	94,98	0,53	0,097	0,045
Alimen.ST- MAT	Cable	98,425	1 - 1/C 4/0	0,062	0,021	172,3	94,88	1,01	0,552	0,447
Alimen.ST- SE1	Cable	114,83	1 - 1/C 3/0	0,041	0,014	113,6	94,92	0,94	0,351	0,231
Alimen.ST- SG 1	Cable	9,843	1 - 1/C 8	0,006	0,002	15,87	95,01	0,09	0,006	0
Alimen.ST- SG 2	Cable	9,843	1 - 1/C 8	0,006	0,002	15,87	95,01	0,09	0,006	0
Alimen.ST- SGB2	Cable	164,04	1 - 1/C 6	0,003	0,001	9,73	95,04	0,61	0,023	0,003
Alimen.ST- SGB3	Cable	180,45	1 - 1/C 6	0,004	0,001	10,79	95,04	0,74	0,031	0,004
Alimen.ST- SGBA	Cable	180,45	1 - 1/C 6	0,003	0,001	9,724	95,04	0,67	0,025	0,003
Alimen.ST- SP	Cable	98,425	1 - 1/C 4/0	0,061	0,02	168,8	94,88	0,99	0,53	0,429
Alimen.ST- SR	Cable	98,425	1 - 1/C 4/0	0,062	0,021	171,8	94,88	1,01	0,549	0,444
Alimen.ST- STD	Cable	98,425	1 - 1/C 4/0	0,059	0,02	163,4	94,89	0,96	0,497	0,402
Alimen.ST- TAN1	Cable	98,425	1 - 1/C 1/0	0,028	0,009	77,8	94,97	0,79	0,214	0,098
Alimen.ST- TAN2	Cable	98,425	1 - 1/C 2/0	0,035	0,012	97,93	94,95	0,85	0,283	0,153
Aliment TD_E	Cable	32,808	1 - 1/C 2	0,011	0,004	30,25	95,04	0,16	0,018	0,005
Alimentación a TD_P	Cable	9,843	3 - 1/C 1000	0,457	0,154	1265	94,76	0,1	0,283	0,724
Alimentador a las cargas	Cable	9,843	1 - 1/C 6	0,011	0,004	31,74	95,01	0,12	0,015	0,002
Alimentador a las cargas.	Cable	9,843	1 - 1/C 500	0,124	0,041	343,6	94,91	0,11	0,101	0,167
Alimentador las cargas.	Cable	9,843	2 - 1/C 750	0,307	0,102	852	94,86	0,12	0,225	0,514
Alimentador Sala Cap	Cable	164,04	1 - 1/C 8	0,003	0,001	7,107	95,05	0,7	0,019	0,002
Alimentador TD - A	Cable	72,178	1 - 1/C 6	0,011	0,004	31,74	95,07	0,88	0,107	0,014
Alimentador TD - B	Cable	32,808	1 - 1/C 500	0,124	0,042	343,6	94,8	0,38	0,337	0,558
Alimentador TD -E	Cable	262,47	1 - 1/C 2	0,011	0,004	30,25	95,06	1,3	0,144	0,041
T1	Transf. 2W	22,8 / 0,22 kV	0,3 MVA	0,475	0,209	13,14	91,49	0	17,95	55,467

Fuente: ETAP**Elaborado por:** Autores**11.14 Cálculo Teórico de la Corriente de Cortocircuito (Icc):**

Según (DUCHE, 2013, pág. 43) Para la determinación de la corriente de cortocircuito se conoció las características del transformador.

Datos:

Potencia nominal: 300kva

Numero de fases: 3

Impedancia: 3.8%

Voltaje en el primario: 22860 (v)

Voltaje en el secundario: 220 (v)

Corriente en el primario: 7.52 (A)

Corriente en el secundario: 787.3 (A)

$$I_{sec} = \frac{KVA}{\sqrt{3} * VLL}$$

$$I_{sec} = \frac{300KVA}{\sqrt{3} * 220}$$

$$I_{sec} = 787.3 (A)$$

Calculo de la corriente de cortocircuito:

$$I_{CC} = \frac{I_{sec} * 100}{Z\%}$$

$$I_{CC} = \frac{787.3(A) * 100}{3.8\%}$$

$$I_{CC} = 20718.47(A)$$

11.15 Selección para Descargador o pararrayo

Los pararrayos serán de óxido de zinc, clase distribución, previstos para su operación a una altitud de 3 000 msnm, con los dispositivos de soporte para montaje en cruceta.

Los pararrayos para redes primarias deberán ser especificados para las siguientes tensiones nominales y tensiones máximas de descarga para una onda de corriente de 8x20 microsegundos., especificadas en las normas de diseño de la EEQ.

Voltaje primario, kV	22,8	13,8	6,3
Voltaje nominal, kV	18	10	6,0
Máximo Voltaje de Descarga para 5 kA, kV	59	59	22
Máximo Voltaje de Descarga para 10 kA, kV	66	66	24

La norma a la cual deben de regirse es la ANSI C 62.1

a) Elección del voltaje de funcionamiento:

El voltaje de funcionamiento del pararrayo es:

$$V_c \geq 1.5 * \frac{V_s}{\sqrt{3}}$$

Dónde:

V_c : Voltaje de operación continúa del pararrayos

V_s : Se considera que su valor es igual al de la tensión más elevada de la red

$$V_c \geq 1.05 * \frac{22,8}{\sqrt{3}}$$

$$V_c = 13,82KV$$

La relación con la capacidad que tiene el pararrayos de operar frente a sobretensiones temporales en un período definido de tiempo es V_r , y se puede calcular a partir de dos criterios seleccionando de entre ellos el mayor valor obtenido, de la siguiente forma:

$$V_{rmin} \geq 1.25 * V_c$$

Dónde:

Tensión asignada o nominal (V_r)

$$V_{rmin} = 1.25 * 13,82KV$$

$$V_{rmin} = 17,27KV$$

11.15.1 Cálculo de la Malla de Puesta a Tierra

Como se requiere una resistencia baja de puesta a tierra se optó por diseñar una malla de puesta a tierra que cumpla con la seguridad de protección tanto del personal técnico como de los equipos electrónicos ($R \leq 5 \Omega$)

Datos:

Resistividad del suelo: $10 \Omega\text{-m}$

Profundidad de enterramiento de la malla:	0,5m
Dimensiones del área:	144m ²
Nivel de voltaje en el primario:	22860 (v)
Corriente máxima de falla:	20718.47(A)
Tiempo máximo de falla:	1 seg
Resistividad de la superficie:	1000

1 selección del Conductor (Ac):

$$Ac = I * \sqrt{\frac{33*t}{\log\left(\frac{T_m - T_a}{234 + T_a} + 1\right)}}$$

Dónde:

Ac= Área en mm

t= es el tiempo máximo en el cual fluye la corriente de falla

Tm= Temperatura máxima en los nodos de falla (450°C con soldadura y 250°C con amarre pernada)

Ta= temperatura ambiente (22°)

$$Ac = 20718.47(A) * \sqrt{\frac{33*1}{\log\left(\frac{250-22}{234+22} + 1\right)}} \quad (\text{cm})$$

$$Ac = 226299.88(\text{cm})$$

$$1\text{cm} = 5 * 10^{-4} \text{mm}^2$$

$$Ac = 226299.88 * 5 * 10^{-4} = 113.15\text{mm}^2$$

$$113.15\text{mm}^2 * \frac{1\text{Pulg}^2}{(25.4\text{mm})^2}$$

$$\mathbf{0,175\text{pulg}^2}$$

De acuerdo a la tabla del código de la NEC para la determinar el calibre del conductor de tierra. La malla será elaborada con un conductor **AWG 2/0 que tiene un diámetro igual a 107.2mm^2** .

11.15.2 Elección de la malla

Se tiene cuadrados de 2 metros por lo tanto:

a) Determinación de los coeficientes K_m , K_i , K_s .

Para la determinación de los coeficientes es necesario tener en cuenta las siguientes definiciones:

A = Longitud de la malla (m).

B = Ancho de la malla (m).

L = Longitud total del conductor (m).

n = Número de conductores en paralelo de longitud A .

m = Número de conductores en paralelo de longitud B .

D = Espaciamiento entre conductores (m).

h = Profundidad de enterramiento (m).

d = Diámetro del conductor (m)

L_v = Longitud de la varilla

$\#V$ = Numero de varillas

Datos:

Se tiene cuadrados de 2 metros por lo tanto:

$A = 12\text{m}$

$B = 12\text{m}$

$n = 4$

$m = 4$

$D = 4\text{m}$

$d = 107.2\text{mm}^2 = 0,0117(\text{m})$

$$L_v = 1.8 \text{ (m)}$$

$$\# v = 4$$

La longitud total del conductor es:

$$L = (n * A) + (m * B) + (L_v * \#v)$$

$$L = (4 * 12) + (4 * 12) + (1.8 * 4)$$

$$L = 103.2\text{m}$$

b) Calculo del factor que depende del dimensionamiento de la malla (Km):

$$K_m = \frac{1}{2 * \pi} * \text{Ln} \left(\frac{D^2}{16 * h * d} \right) + \frac{1}{\pi} \text{Ln} \left(\frac{3}{4} * \frac{5}{6} \right)$$

$$K_m = \frac{1}{2 * \pi} * \text{Ln} \left(\frac{4^2}{16 * 0.5 * 0.0117} \right) + \frac{1}{\pi} \text{Ln} \left(\frac{3}{4} * \frac{5}{6} \right)$$

$$\mathbf{K = 0.6091}$$

c) Calculo del coeficiente de irregularidad del terreno (Ki):

$$K_i = 0.65 + 0.172 * n$$

$$K_i = 0.65 + 0.172 * 4$$

$$\mathbf{K_i = 1.338}$$

d) Calculo de la Longitud estimada de la malla en (m):

$$L = \frac{K_m * K_i * \rho * I_{cc} * \sqrt{t}}{165 + 0.25 * \rho_s}$$

$$L = \frac{0.61 * 1.34 * 10 * 20718.4 * \sqrt{1}}{165 + 0.25 * 1000}$$

$$\mathbf{L = 408 \text{ (m)}}$$

Radio del área circular equivalente:

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$r = 6.77$$

Resistencia calculada de la malla en Ω :

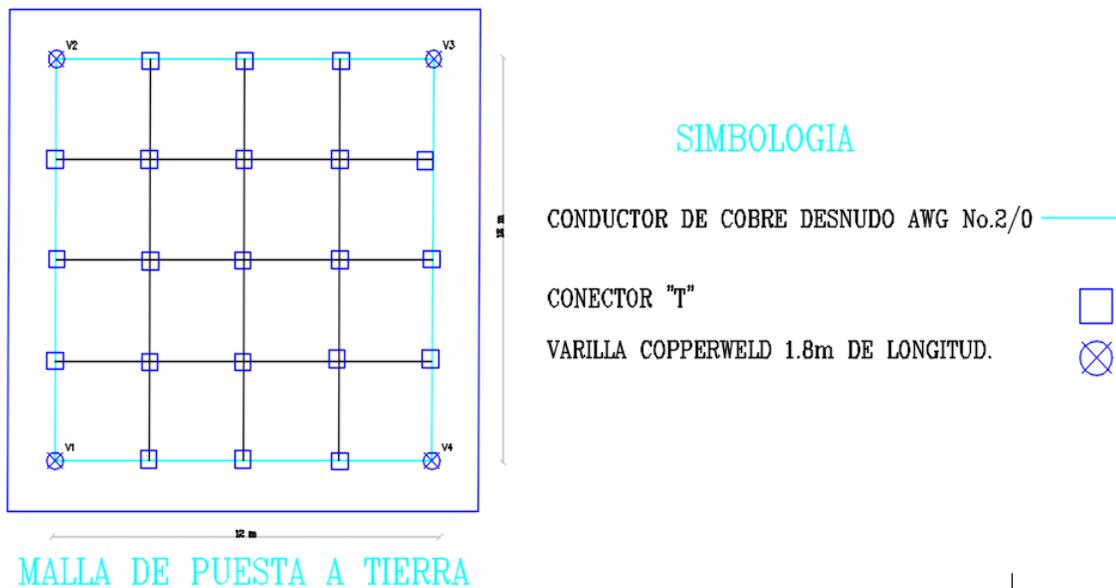
$$R = \frac{\rho}{4 * r} + \frac{\rho}{L}$$

$$R = \frac{10}{4 * 6.77} + \frac{10}{103.2}$$

$$R = 0.47$$

$$0.47 < 5 \Omega.$$

Figura 5: Malla de puesta a tierra con cuatro varillas.



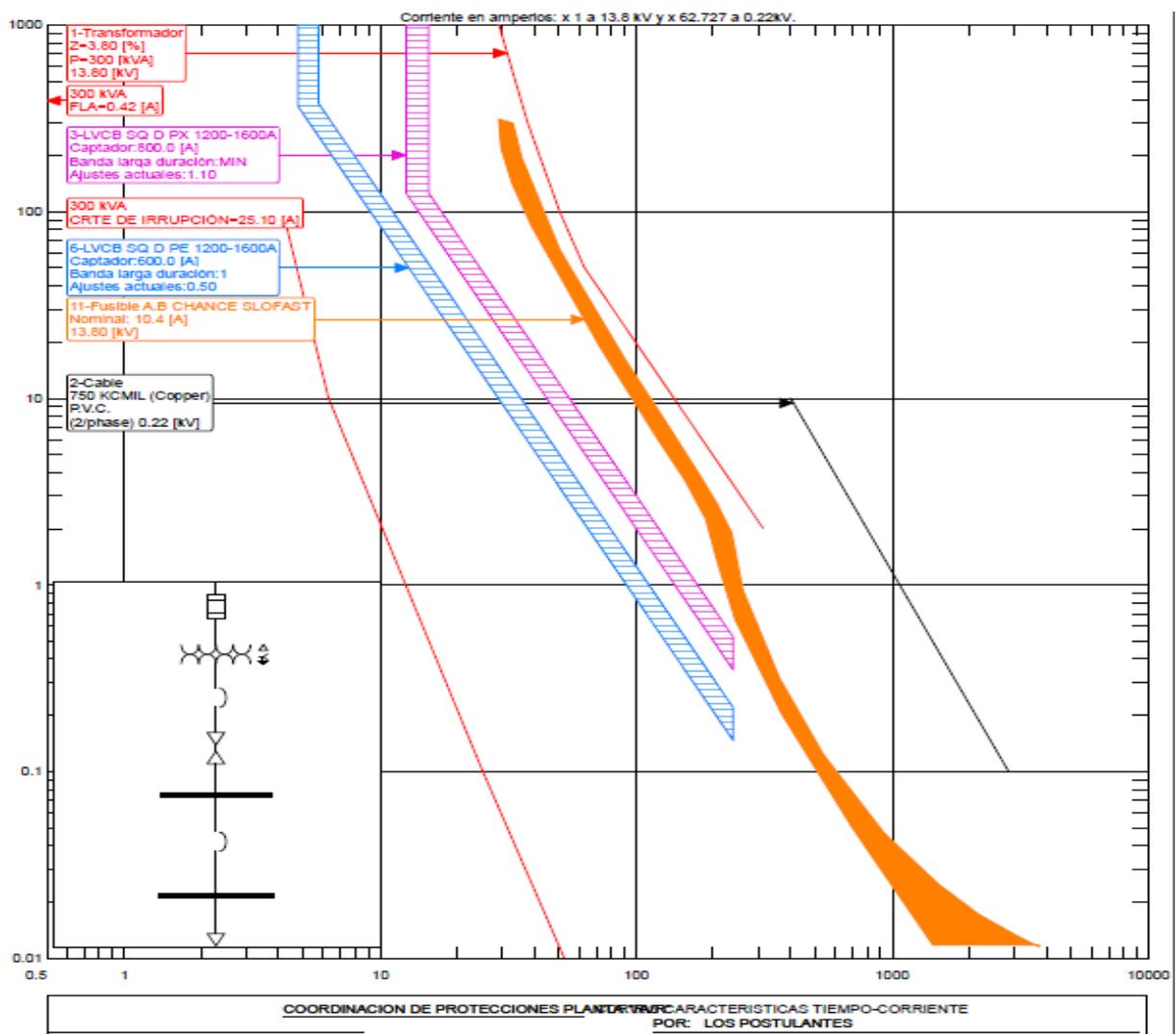
Elaborado por: Autores

11.16 Selectividad de protecciones

Para proteger debidamente el sistema eléctrico diseñado, se han dispuesto las protecciones de tal manera que al producirse una falla en la instalación, únicamente queda interrumpido el circuito defectuoso, sin que los demás elementos de la instalación se vean afectados actuando solamente la protección situada más aguas arriba del defecto.

En la siguiente figura realizada con el programa CYMTCC 5,0

Figura 6: Indica la coordinación de protecciones.



Fuente: CYMTCC 5.0

Elaborado por: Autores

12 IMPACTOS TÉCNICOS ECONÓMICOS

Impactos técnicos.

Nuestro trabajo de investigación análisis de la carga eléctrica a instalarse para el diseño del sistema eléctrico realizado para la nueva infraestructura sector Calacali, de la empresa RVR Transformadores, para la cual se obtuvo datos como potencia, voltaje, fp de las maquinas a instalarse, permitió realizar el estudio técnico que supone la determinación más conveniente, la identificación y localización final de las cargas a instalarse para el dimensionamiento y diseño del circuito eléctrico.

La localización adecuada de los elementos eléctricos para una definición que contemple un análisis e estimación de los materiales a emplear en el presente estudio de diseño que reunirán las condiciones exigidas por normas y disposiciones vigentes referidas a un correcto y adecuado estudio, planteando alternativas que sean uso adecuado y beneficio para el presente estudio.

Impacto Social:

La localización muchas veces puede presentar limitaciones en la flexibilidad de la operación, en el mantenimiento y en la administración de la misma, las limitaciones que fijan su actividad y hacen muy poco posible y conveniente un cambio posterior para el mejor desempeño de la planta en cuanto a su producción que es el objetivo principal de la empresa, cuenta con una localización estratégica aceptable que permite mayor facilidad al momento de recibir su materia prima y al momento de distribuir su producto final.

13 PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Tabla 36: Presupuesto para la construcción del proyecto.

EQUIPOS Y MATERIALES					
LISTA Y ESPECIFICACION DE EQUIPOS Y MATERIALES					
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA NUEVA PLANTA RVR TRANSFORMADORES Cía. LTDA DE LA CIUDAD DE QUITO SECTOR CALACALI					
TIPO DE INSTALACION: Instalación Industrial					
PARTIDA :		PRESUPUESTRO DE MATERIALES			
ITEM	UNI D.	CANT	DESCRIPCIÓN	P.UNITA RIO	P.TOTAL
1	c/u	1	Transformador trifásico convencional de 300KVA 22860V 220-127	15000	4000,0
2	M	2400	ALAMBRE # 14 AWG SOLIDO	0,357	856,8
3	M	3200	ALAMBRE # 12 AWG SOLIDO	0,535	1712,00
4	M	3524	ALAMBRE # 10 AWG SOLIDO	0,848	2988,35
5	M	800	CABLE # 8 AWG, 7 HILOS	1,705	1364,0
6	M	300	CONDUCTOR # 6	3,23	969,0
7	M	410	CONDUCTOR # 2	8,12	3329,2
8	M	2270	CONDUCTOR # 750 TTU	120	272400,0
9	c/u	1	BREAKER SQ-D 1000 A, 3 POLO	2500	2500,00
10	c/u	2	BREAKER CAJA MOLDEADA 3P 100A	76,8	153,6
11	c/u	5	GABINETE METÁLICO 30X20X15 LIVIANO	18,5	92,5
12	c/u	2	BREAKER PARA RIEL DIN 3P 20 A	20	40,0
13	c/u	21	BREAKER PARA RIEL DIN 3P 32 A	25	525,0
14	c/u	3	BREAKER PARA RIEL DIN 3P 40 A	30	90,00
15	c/u	1	BREAKER PARA RIEL DIN 3P 63 A	40	40,0

16	c/u	1	BREAKER PARA RIEL DIN 3P 70 A	50	50,0
17	c/u	6	BREAKER PARA RIEL DIN 3P 125 A	60	360,0
18	c/u	65	BREAKER SQ-D 16 A, 1 POLO	4,86	315,9
19	c/u	12	BREAKER SQ-D 20 A, 1 POLO	4,86	58,3
20	c/u	9	BREAKER SQ-D 32 A, 1 POLO	4,86	43,7
21	c/u	40	BREAKER SQ-D 16 A, 2 POLO	11	440,0
22	c/u	5	BREAKER SQ-D 20 A, 2 POLO	11,5	57,5
23	c/u	6	BREAKER SQ-D 32 A, 2 POLO	11,94	71,6
24	c/u	13	BREAKER SQ-D 63 A, 2 POLO	20	260,0
25	c/u	1	BREAKER CAJA MOLDEADA 3P 40-A	40	40,0
26	c/u	1	BREAKER CAJA MOLDEADA 3P 125-A	90	90,0
27	c/u	1	BREAKER CAJA MOLDEADA 3P 200-A	200	200,0
28	c/u	1	BREAKER CAJA MOLDEADA 3P 1000-A-REGULABLE	1500	1500,0
29	c/u	1	BREAKER CAJA MOLDEADA 3P 80-A	62	62,0
30	c/u	1	BREAKER CAJA MOLDEADA 3P 63-A	50	50,0
31	c/u	4	BREAKER CAJA MOLDEADA 3P 32-A	35	140,0
32	c/u	36	SOPORTE TIPO AISLANTE PARA BARRA DE COBRE	3,5	126,0
33	c/u	12	RIEL DIN 3 MTS	3,7	44,4
34	c/u	12	BORNERAS PARA NEUTRO 12X8	5,76	69,1
35	c/u	20	BARRAS DE CU 1/4"X1" 385A	30	600,0
36	c/u	40	TERMINALES TIPO TALON PARA CABLE 750	8	320,0
37	c/u	180	BANDEJA METALICA TIPO ESCALERILLA 30X10X3M	35	6300,0
38	c/u	4	TABLERO ARMARIO 180X70X60	750,56	3002,2
38	c/u	10	CAJA METALICA PARA INTERPERIE	25	250,0
40	c/u	20	PLACA INTERPERIE PARA TOMACORRIENTE METÁLICA	3,9	78,0
41	c/u	2	TABLERO ARMARIO 60X40X20	60	120,0
42	c/u	3	BARRA DE BORNERAS 60A/2MM BLANCA PARA CABLE # 8	2,5	7,5

43	c/u	6	DUCHA ELECTRICA LORENZETTI A 220V	20,2	121,2
44	c/u	6	SWITH PLUS 40 A 220V VETO REONDA	12,455	74,7
45	c/u	56	TOMACORRIENTES TRIFASICO 63-A	5,75	322,0
46	c/u	157	TOMACORRIENTES COOPER POLARIZADO MARFIL 270 W	0,982	154,1
47	c/u	50	INTERRUPTOR SIMPLE, MARFIL	2,116	105,8
48	c/u	20	CENTRO DE CARGA SQ-D 8 E MONOFASICA (CAJA TERMICA DE 8 PUNTOS)	37,803	756,1
49	c/u	8	CENTRO DE CARGA SQ-D 12 E MONOFASICA (CAJA TERMICA DE 12 PUNTOS)	54,848	438,8
50	c/u	5	CAJA TERMICA DE 2 PUNTOS	25	125,0
51	c/u	30	CINTA 3M GRANDE TAPE 20Y	0,803	24,1
52	c/u	20	BOQUILA DE PORCELANA TIPO PLAFON	0,8	16,0
53	c/u	20	FOCOS AHORRADOR DE 25 W SILVANIA	2,5	50,0
54	c/u	62	LAMPARAS FLUORECENTE CON REJILLA DIFUSORA 3X36W PHILIPS	60	3720,0
55	c/u	94	LAMPARAS FLUORECENTE ERMITICA 2X45W SILVANA	25	2350,0
56	c/u	12	REFLECTOR TIPO CAMPANA DE 150 W SILVANA	150	1800,0
57	c/u	6	INTERRUPTOR + TOMACORRIENTE (MIXTO) TRIPOLAR, MARFIL	4,196	25,2
			PUESTA A TIERRA		
58	c/u	200	CABLE DE CU, DESNUDO # 8	2,25	450,0
59	c/u	41	CABLE DE CU, DESNUDO, CABLEADO SUAVE, 2 AWG, 7 HILOS	4,80	196,8
60	c/u	16	VARILLA DE ACERO RECUBIERTA DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA 1,8 M	6,10	97,6
61	c/u	16	SUELDA EXOTÉRMICA, COBRE, 1/0 AWG, 90	8,00	128,0
62	c/u	16	CONECTOR WEJTAP 2 CU 2 CON BALA	6,63	106,1
63	c/u	16	GEL DE PUESTA A TIERRA	48,00	768,0
64			ACCESORIOS VARIOS		

65	c/u	1	PERNOS	100,00	100,0
67	c/u	1	TERMILAES TIPO U	100,00	100,0
68	c/u	1	RODELAS	100,00	100,0
69	c/u	1	VARIOS	200,00	200,0
70			TOTAL PARTIDA A		318.446,3
RESUMEN DE PARTIDAS					
ITEM	UNID.	CAN T	DESCRIPCIÓN	P.UNITA RIO	P.TOTAL
P-A	c/u	1	PRESUPUESTO DE MATERIALES	318446,31	318446,3
TOTAL MATERIALES					318446,3
MANO DE OBRA DIRECTA					79611,6
TOTAL PROYECTO SIN IVA					402.057,8

Elaborado por: Autores

Considerando el análisis de la carga a instalarse y el diseño eléctrico correspondiente de la nueva planta RVR Transformadores se estima el presupuesto económico de propuesta en el presente proyecto. El Presupuesto estimado es de 402.057,88 \$\$ está basado de acuerdo a la determinación correspondiente a los cálculos desde la acometida principal hasta los lugares de consumo de energía por las distintas máquinas de trabajo sumándose a ese valor el costo por mano de obra directa de acuerdo al Código Nacional de Construcción se suma la cantidad 79611,6 \$ los valores no acuerdan IVA (14%).

14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1 CONCLUSIONES

Para el diseño del sistema eléctrico de la nueva planta industrial RVR Transformadores, se han considerado parámetros que cumplan los objetivos, aplicando criterios técnicos, puesto que un adecuado dimensionamiento de las instalaciones eléctricas, garantiza un suministro de energía a las cargas de manera segura, reduciendo probabilidad de accidentes, disminuyendo las fallas en equipos eléctricos.

En el presente trabajo, se ha realizado un estudio de carga y se ha aportado un trazado de los diversos recorridos de alimentadores, subalimentados, un diseño de tableros eléctricos, subtableros, y transformador aplicando las guías de diseño EEQ (parte "A"), norma NEC. Donde se ha podido dimensionar circuitos de iluminación y fuerza en base a las necesidades del sitio de trabajo, para lo cual se ha resumido los diversos cálculos en un diagrama unifilar presentado en el anexo .

Mediante la simulación con el software DIALux 4.12 se determinó los niveles máximos y mínimos de iluminación establecidos por la norma UNE EN 12464-1, permitiendo obtener niveles adecuados de iluminación para cada área de la nueva planta industrial.

La determinación de la DMUp de la respectiva carga a ser instalada en la nueva planta industrial RVR Transformadores, se obtuvo de 249,18 kVA lo que permitió tomar en consideración que la potencia del transformador a instalarse sea de 300KVA.

Para el dimensionamiento del conductor eléctrico se tomó en cuenta la capacidad de corriente que va a soportar y la caída de voltaje de no más del 3,5% del voltaje nominal para circuitos trifásicos y 5,5% para circuitos monofásicos según la norma NEC.

Mediante simulación con el software ETAP 12.6.0 se pudo visualizar que en el punto más alejado existe una caída de voltaje del 2,47 % valor que se encuentra dentro lo estipulado por el código eléctrico nacional que es del 5%.

14.2 RECOMENDACIONES

Para cualquier tipo de diseño eléctrico se recomienda seguir las normas establecida en los diferentes códigos eléctricos, para así garantizar el diseño en caso de su futura implementación de nuevas cargas.

Los equipos que serán instalados para el funcionamiento de la empresa RVR Transformadores, están en función de las instalaciones eléctricas previstas para cada área, por lo que en caso de existir variaciones en las necesidades de la planta se deberá modificar la instalación diseñada propuesta y adaptarla a las características del equipo a conectarse.

Se recomienda evaluar las condiciones de operación del transformador que alimenta a la nueva planta RVR Transformadores, para determinar la curva de carga de la planta.

Se recomienda realizar los ajustes correspondientes en cada sub tablero mínimo 2 veces al año y revisión de cargabilidad de los conductores para evitar posibles fallas del sistema eléctrico.

Es recomendable equilibrar las cargas en los tableros principales una vez que se encuentre en operación la nueva planta, para mejorar el funcionamiento del sistema y evitar pérdidas por fases sobrecargadas.

15 BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

Contrin, A. A. (2000). *Instalaciones Electricas* . Mexico: Mc Graw Hill.

Enrique harper, G. (2002). *Guia practica para el calculo de intalaciones eléctricas* . México: Limusa S.A.

Empresa Eléctrica Quito S.A *Normas para sistemas de distribución- parte A – guía para diseño*. Quito, Ecuador 2009.60

Fitzgerald, A. E. (2009). *Maquinas Electricas*. Mexico. McGraw-Hill.

Freire David, (2010). *Análisis de calidad de energía en los edificios utilizados por el Hospital León Becerra*. Guayaquil.

Frier, J. P. (1994). *Sistemas de Iluminacion Industriales*. Mexico: LIMUSA, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores.

Stevenson, G. Y. (1996). *Análisi de sistema de potencia*. Mexico: 2001.

TESIS

Guzman, D. F. (2002). *Instalaciones Eléctricas Industriales I*. Bolivia.

Jurado, C. A. (2008). *Diseño de Instalaciones Electricas*. Sartenejas: DEX.

Poveda, M. (2004). *Ingenieria de Distribucion Eléctrica Planificacion Diseño y Operacion*. Quito: Facultad Igenieria Eléctrica"EPN".

Retie. (2013). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctrica (RETIE)*. Bogotá .

Villavicencio Darwin, (2012). *Determinación de la demanda en transformadores, para los servicios de comercialización en base a los usos de energía, en la empresa electrica regional centrosur para la ciudad de cuenca*". Cuenca, ecuador.

NORMAS:

Arconel-Conelec-002/02. (2002). *Regulacion No. Conelec – 002/02*. Ecuador.

Dial, N. (21 de enero de 2009). *Dial*. Recuperado el 01 de 07 de 2009, de <https://www.dial.de/en/dialux/>

Engineering, W. E. (1959). *Distribution Systems*. USA: East Pittsburgh .

ETAP Powerting Success. (2 de 9 de 2015). *ETAP*. Recuperado el 6 de 1 de 2016, de <http://www.etapven.com/>

(INEN), I. E. (2001). *CPE INEN 019: Código eléctrico nacional - CAPITULO 2*. Quito.

IEEE 519 1992. (2008).

(NEC), N. E. (2013). *Istalaciones Electromecanicas*. Quito: Camara de la Contruccion de Quito.

ANEXOS

TABLA CONDUCTORES ELÉCTRICOS UTILIZADOS.

THHN Flex

ALAMBRES Y CABLES DE COBRE TIPO THHN 600 V - 90°C

CALIBRE	# HILOS	CONDUCTOR			ESPESOR DE AISLAM.	ESPESOR CHAQUETA NYLON	DIAMETRO EXT. APROX.	PESO TOTAL APROX.	CAPACIDAD CONDUCCION	
		SECCION APROX.	DIAMETRO APROX.	PESO APROX.					*	**
AWG o MCM		mm	mm	Kg/Km	mm	mm	mm	Kg/Km	Amp	Amp
14	1	2.08	1.63	18.5	0.38	0.10	2.59	22.7	25	35
12	1	3.31	2.05	29.4	0.38	0.10	3.01	34.5	30	40
10	1	5.26	2.59	46.8	0.51	0.10	3.81	54.9	40	55
8	1	8.37	3.26	74.4	0.76	0.13	5.03	89.9	55	80
14	7	2.08	1.88	19.0	0.38	0.10	2.84	24.4	25	35
12	7	3.31	2.36	30.3	0.38	0.10	3.32	36.8	30	40
10	7	5.26	2.97	48.2	0.51	0.10	4.19	58.8	40	55
8	7	8.37	3.70	75.9	0.76	0.13	5.47	95.8	55	80
6	7	13.3	4.65	120.6	0.76	0.13	6.42	144.6	75	105
4	7	21.12	5.88	191.5	1.02	0.15	8.21	231.9	95	140
2	7	33.54	7.41	304.1	1.02	0.15	9.74	353.3	130	190
1/0	19	53.52	9.45	485.3	1.27	0.18	12.35	559.5	170	260
2/0	19	67.35	10.65	610.7	1.27	0.18	13.55	693.1	195	300
3/0	19	84.91	11.95	770.0	1.27	0.18	14.85	891.3	225	350
4/0	19	107.4	13.40	974.0	1.27	0.18	16.30	1075.2	260	405
250	37	126.4	14.55	1157.1	1.52	0.20	18.01	1287.2	290	455
300	37	151.9	15.95	1390.4	1.52	0.20	19.41	1531.7	320	505
350	37	177.3	17.23	1623.3	1.52	0.20	20.89	1774.8	350	570
400	37	203.2	18.45	1860.6	1.52	0.20	21.91	2021.9	380	615
500	37	252.9	20.65	2315.6	1.52	0.20	24.11	2494.6	430	700
600	61	303.20	22.68	2776.1	1.78	0.23	26.70	3003.4	475	780
700	61	354.0	24.43	3241.0	1.78	0.23	28.45	3484.4	520	855
750	61	380.8	25.34	3453.1	1.78	0.23	29.36	3704.9	535	885
800	61	404.3	26.11	3666.2	1.78	0.23	30.13	3925.1	555	920
1000	61	507.7	29.26	4604.1	1.78	0.23	33.28	4892.0	615	1055

ESPECIFICACIÓN:
COVENIN 397 (Cableado), UL-62 (Sólido)

APLICACIÓN:
En sistemas de alambrado eléctrico, en edificaciones industriales, conexiones de tableros de control donde el voltaje no sea superior a 600V, ambientes secos y una temperatura máxima de servicio de 90°C (194°F). La cubierta protectora de nylon es resistente a la abrasión y facilita a la introducción de ductos, tienen alta resistencia a los ácidos, alcalis, agentes químicos, aceites, gasolina, grasa y llamas.

AISLANTE:
Cloruro de polivinilo (PVC) de 90°C (194°F) resistente a la humedad, no propaga la llama.

CHAQUETA:
Nylon cristal deslizante y resistente a aceites, gasolina y químicos.



CÓDIGO DE LA NEC RESISTENCIA Y REACTANCIA PARA CABLES DE 600 VOLTIOS, TRIFÁSICOS, 60HZ, 75°C (167°F). TRES CONDUCTORES SENCILLOS EN TUBO CONDUIT.

Calibre AWG/ Kani	XL (Reactancia) para todos los		Resistencia de ca para alambres de cobre sin recubrimiento			Resistencia de ca para alambres de aluminio			Z efectiva a FP de 0.85 para alambres de cobre sin recubrimiento			2 efectiva a FP de 0.85 para alambres de aluminio			Cali-bre AWG/ Kcmil
	Con-du its PVC,	Con-dui ts acero	Con-dui ts PVC	Con-d uits Al	Con-d uits acero	Con- I duts . PVC	Con-du its Ai	Con-d uits acero	Con-du its PVC	Con-dui ts Al	Con-du its Aoero	Con-d ulls PVC	Con-d uits Al	Con-dui ts acero	
14	0,058	0,073	3,1	3,1	3,1				2,7	2,7	2,7				14
12	0,054	0,068	2	2	2	3,2	3,2	3,2	1,7	1,7	1,7	2,8	2,8	2,8	12
10	0,050	0,063	1,2	1,2	1,2	2,0	2,0	2,0	1,1	1,1	1,1	1,8	1,8	1,8	10
8	0,052	0,065	0,78	0,78	0,78	1,3	1,3	1,3	0,69	0,69	0,70	1,1	1,1	1,1	8
6	0,051	0,064	0,49	0,49	0,49	0,81	0,81	0,81	0,44	0,45	0,45	0,71	0,72	0,72	6
4	0,048	0,6	0,31	0,31	0,31	0,51	0,51	0,51	0,29	0,29	0,3	0,46	0,46	0,46	4
3	0,047	0,059	0,25	0,25	0,25	0,4	0,41	0,4	0,23	0,24	0,24	0,37	0,37	0,37	3
2	0,045	0,057	0,19	0,20	0,20	0,32	0,32	0,32	0,19	0,19	0,2	0,3	0,3	0,3	2
1	0,046	0,057	0,15	0,16	0,16	0,25	0,26	0,25	0,16	0,16	0,16	0,24	0,24	0,25	1
1/0	0,044	0,055	0,12	0,13	0,12	0,20	0,21	0,20	0,13	0,13	0,13	0,19	0,2	0,20	1/0
2/0	0,043	0,054	0,10	0,10	0,10	0,16	0,16	0,16	0,11	0,11	0,11	0,16	0,16	0,16	2/0
3/0	0,042	0,052	0,077	0,082	0,079	0,13	0,13	0,13	0,088	0,092	0,094	0,13	0,13	0,14	3/0
4/0	0,041	0,051	0,062	0,067	0,063	0,10	0,11	0,10	0,074	0,078	0,080	0,11	0,11	0,11	4/0
250	0,041	0,052	0,052	0,057	0,054	0,085	0,09	0,086	0,066	0,07	0,073	0,094	0,068	0,1	250
350	0,041	0,051	0,044	0,049	0,045	0,071	0,076	0,072	0,05	0,063	0,065	0,082	0,086	0,088	350
400	0,040	0,05	0,038	0,043	0,039	0,061	0,066	0,063	0,053	0,058	0,06	0,073	0,077	0,08	400
500	0,040	0,049	0,033	0,038	0,035	0,054	0,059	0,055	0,049	0,053	0,056	0,066	0,071	0,073	500
600	0,039	0,048	0,027	0,032	0,029	0,043	0,048	0,045	0,043	0,048	0,05	0,057	0,061	0,064	600
800	0,039	0,048	0,023	0,028	0,025	0,036	0,041	0,038	0,04	0,044	0,047	0,051	0,055	0,058	800
750	0,038	0,048	0,019	0,024	0,021	0,029	0,034	0,031	0,036	0,04	0,043	0,045	0,049	0,052	750
1000	0,037	0,048	0,015	0,019	0,018	0,023	0,027	0,025	0,032	0,036	0,04	0,039	0,042	0,046	1000

La “Z efectiva” se define como $R \cos\theta + X \sin\theta$, donde θ es el ángulo del factor de potencia del circuito. Si se multiplica la corriente por la impedancia efectiva, da una buena aproximación para la caída de voltaje línea – neutro. Los valores de impedancia efectiva que se muestran en esta tabla sólo son válidos con un factor de potencia de 0.85.

Para otro factor de potencia (FP) de circuito se puede calcular la impedancia efectiva (Z_e) a partir de los valores de R y XL proporcionados en esta tabla, de modo siguiente: $Z_e = R * FP * XL \sin [\arcsos (FP)]$

CÓDIGO DE LA NEC PARA DETERMINAR EL CALIBRE DEL CONDUCTOR DE TIERRA.

		Conductores				Resistencia de C. C. a 75= C (155 T)		
Calibre AWG/kcmil	Area Crc. Mils	Cantidad	Diámetro pulgadas	Diametro pulgadas	Àrea pulgadas cuadradas	Sin Recubrimiento Ohm/mp	Con Recubrimiento	OHM/MIL Fies
18	1620	1	-	0,004	0,001	7,77	8,08	12,8
18	1620	7	0,015	0,046	0,002	7,95	8,45	13,1
16	2580	1	-	0,052	0,002	4,39	5,08	8,05
18	2580	7	0,019	0,058	0,003	4,99	5,29	8,21
14	4110	1	-	0,064	0,003	3,07	3,19	5,06
14	4110	7	0,024	0,073	0,004	3,14	3,26	5,17
12	6350	1	-	0,081	0,005	1,93	2,01	3,18
12	6350	7	0,030	0,092	0,006	1,98	2,05	3,25
10	10380	1	-	0,102	0,008	1,21	1,26	2,00
10	10360	7	0,038	0,116	0,011	1,24	1,29	2,04
8	15510	1	-	0,128	0,013	0,764	0,788	1,26
8	15510	7	0,049	0,146	0,017	0,778	0,809	1,28
6	26240	7	0,061	0,184	0,027	0,491	0,51	0,803
4	41740	7	0,077	0,232	0,042	0,308	0,321	0,508
3	52620	7	0,087	0,26	0,053	0,245	0,254	0,403
2	66360	7	0,097	0,292	0,067	0,194	0,201	0,319
1	83690	19	0,066	0,332	0,087	0,154	0,160	0,253
1/0	105600	19	0,074	0,373	0,109	0,122	0,127	0,201
2/0	133100	19	0,084	0,419	0,138	0,0967	0,101	0,159
3/0	167800	19	0,096	0,470	0,173	0,0766	0,0797	0,125
4/0	211600	19	0,106	0,528	0,219	0,0608	0,0626	0,10D
250	-	37	0,082	0,575	0,26	0,0515	0,0535	0,0847
300	-	37	0,090	0,063	0,312	0,0429	0,0446	0,0707
350	-	37	0,097	0,681	0,364	0,0367	0,0382	0,0605
400	-	37	0,104	0,728	0,416	0,0321	0,0331	0,0529
500	-	37	0,116	0,813	0,519	0,0258	0,0265	0,0424
600	-	61	0,099	0,893	0,626	0,0214	0,0223	0,0353
700	-	61	0,107	0,964	0,73	0,0184	0,0189	0,0303
750	-	61	0,111	0,998	0,782	0,0171	0,0176	0,0282
800	-	61	0,114	1,03	0,834	0,0161	0,0166	0,0255
900	-	61	0,122	1,09	0,94	0,0143	0,0147	0,0235
1000	-	61	0,128	1,15	1,04	0,0129	0,0132	0,0212
1250	-	91	0,117	1,29	1,30	0,0103	0,0106	0,0159
1500	-	91	0,128	1,41	1,57	0,00858	0,00883	0,0141
1750	-	127	0,117	1,52	1,83	0,00735	0,00756	0,0121
2000	-	127	0,126	1,63	2,09	0,00643	0,00662	0,0106

DIMENSIÓN DE TUBO CONDUIT Y ÁREA DISPONIBLE PARA LOS CONDUCTORES

NUMERO DE CONDUCTORES PERMISIBLES EN TUBOS CONDUIT

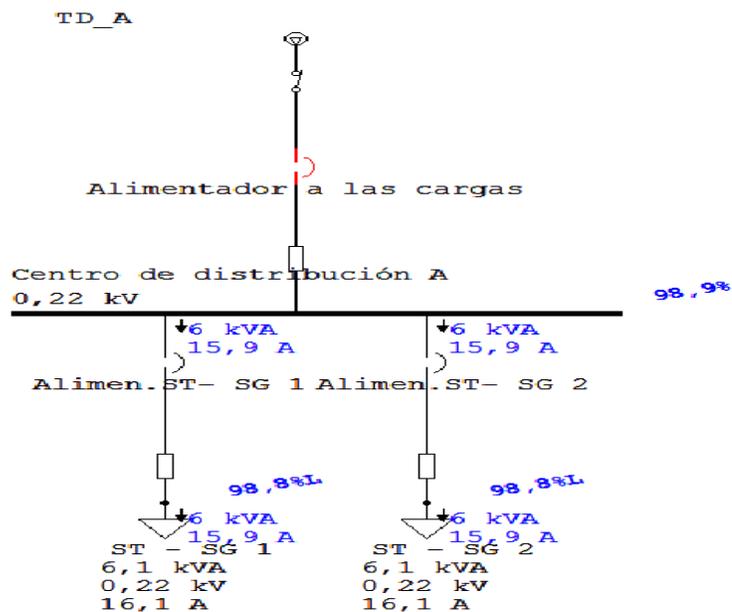
Calibre	Número de conductores aislados en un conduit								
AWG o MCM	1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4
16	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4
14	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	1	1	1	1
12	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	1	1	1	1 1/4
10	1/2	3/4	3/4	3/4	1	1	1	1 1/4	1 1/4
8	1/2	3/4	3/4	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2
6	1/2	1	1	1 1/4	1 1/2	1 1/2	2	2	2
4	1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	2	2	2	2 1/2
2	3/4	1 1/4	1 1/4	2	2	2	2 1/2	2 1/2	2 1/2
1	3/4	1 1/2	1 1/2	2	2 1/2	2 1/2	3	3	3
1/0	1	1 1/2	2	2	2 1/2	3	3	3	3 1/2
2/0	1	2	2	2 1/2	3	3	3	3 1/2	3 1/2
3/0	1	2	2	2 1/2	3	3	3 1/2	3 1/2	4
4/0	1 1/4	2	2 1/2	3	3	3 1/2	4	4	4 1/2
250	1 1/4	2 1/2	2 1/2	3	3 1/2	4	4	4 1/2	4 1/2
300	1 1/4	2 1/2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	4 1/2	5
350	1 1/4	3	3	3 1/2	4	4	4 1/2	5	5
400	1 1/4	3	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5	6
500	1 1/2	3	3	3 1/2	4	4 1/2	5	6	6
600	2	3 1/2	3 1/2	4	4 1/2	5	6	6	---
750	2	3 1/2	3 1/2	4 1/2	5	6	6	6	---
900	2	4	4	5	6	6	6	---	---
1000	2	4	4	5	6	6	---	---	---
1250	2 1/2	4 1/2	4 1/2	6	6	---	---	---	---

TABLA DE SELECCIÓN DEL PARARRAYO

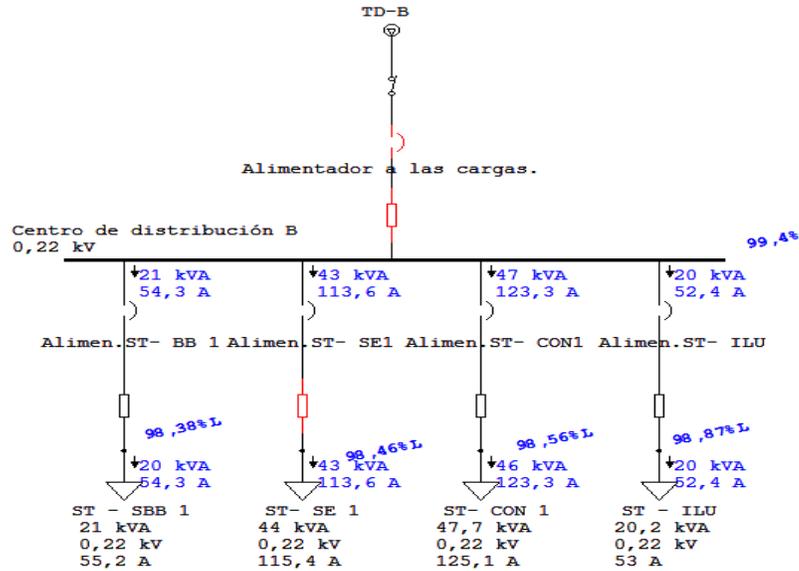
ZFORCE ZRP (Polímero Riser Pole 10kA) - Características de Protección											
Rango de voltaje (Ur) (kVrms)	MCOV (Uc) ³ (kVrms)	Máximo equivalente. FOW5 (KV Máximo)	Máxima Conmutación ⁶ (KV Máximo)	Voltaje Máximo de la descarga (KV Máximo) utilizando un impulso de corriente de μ s de 8/20							
				kA 1.5	kA 2.5	kA 3.0	kA 5.0	kA 10	kA 20	kA 40	
3	2.55	8.6	6.2	6.8	7.1	7.2	7.5	8.2	9.0	10.3	
6	5.1	17.1	12.4	13.6	14.1	14.3	15.1	16.3	18.1	20.6	
9	7.65	25.7	18.6	20.3	21.2	21.5	22.6	24.5	27.1	30.9	
10	8.4	28.5	20.7	22.6	23.5	23.9	25.1	27.2	30.1	34.3	
12	10.2	34.2	24.8	27.1	28.2	28.7	30.1	32.6	36.1	41.2	
15	12.7	42.8	31.1	33.9	35.3	35.9	37.7	40.8	45.2	51.5	
18	15.3	51.3	37.3	40.7	42.3	43.0	45.2	49.0	54.2	61.7	
21	17.0	59.9	43.5	47.5	49.4	50.2	52.7	57.1	63.2	72.0	
24	19.5	68.4	49.7	54.2	56.4	57.4	60.2	65.3	72.2	82.3	
27	22.0	77.0	55.9	61.0	63.5	64.5	67.8	73.4	81.3	92.6	
30	24.4	85.5	62.1	67.8	70.5	71.7	75.3	81.6	90.3	102.9	
36	29.0	102.6	74.5	81.4	84.6	86.0	90.4	97.9	108.4	123.5	

RESULTADOS DE LAS SIMULACION DE LAS CARGAS EN PROGRAM ETAP

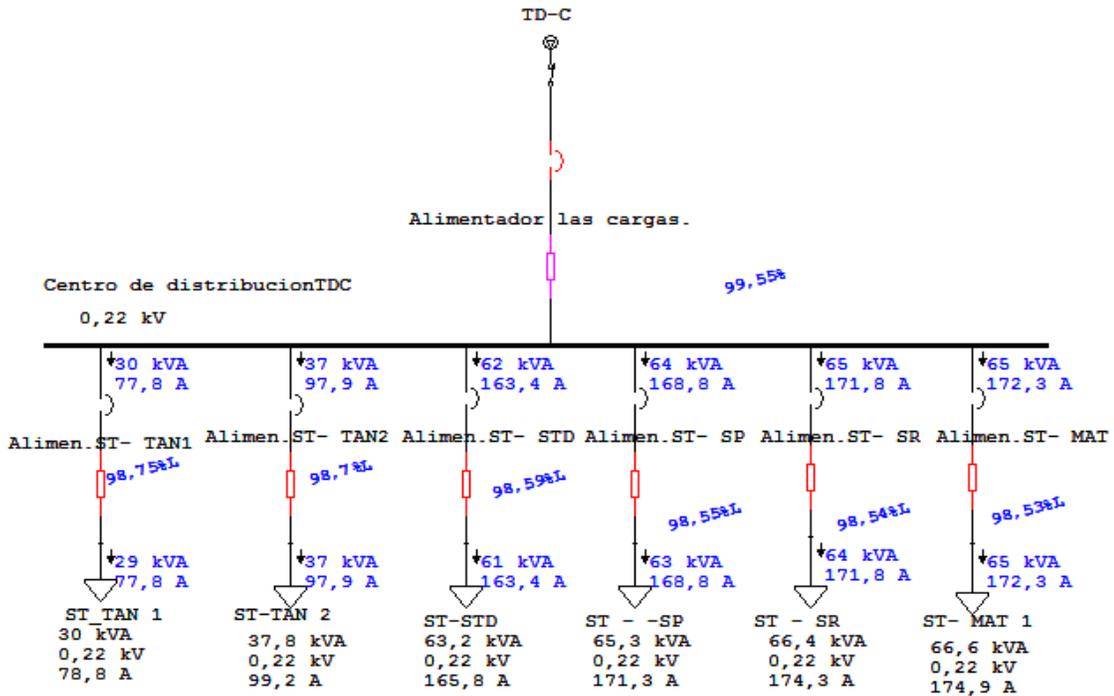
Indica la corriente, % caída de voltaje, la potencia kVA de las cargas, en el TD-A.



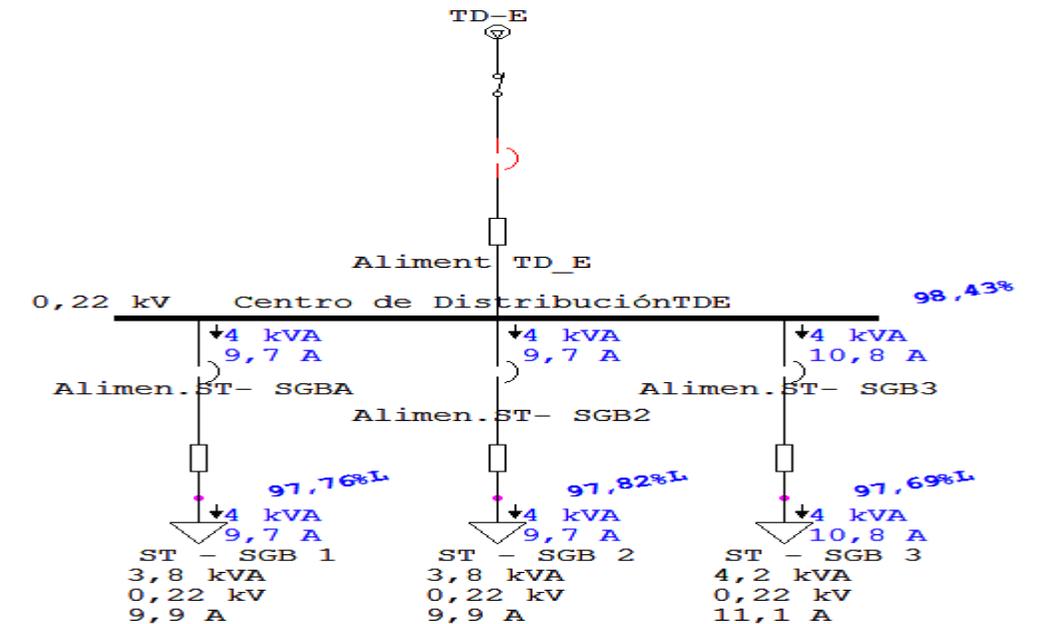
Indica la corriente, % caída de voltaje, la potencia kVA de las cargas, en el TD-B.



Indica la corriente, % caída de voltaje, la potencia kVA de las cargas, en el TD-C



Indica la corriente, % caída de voltaje, la potencia kVA de las cargas, en el TD-E



HOJAS DE CÁLCULO DIALUX 4.11

ILUMINACION PLANTA RVR

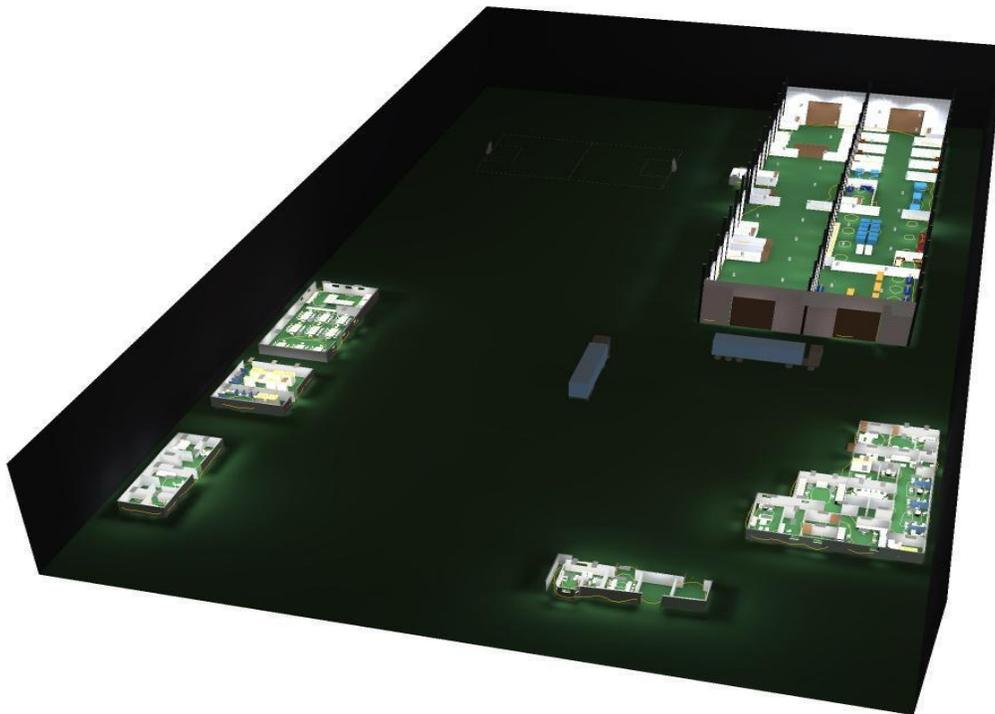
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
LATACUNGA ECUADOR



DIALux
08.09.2016

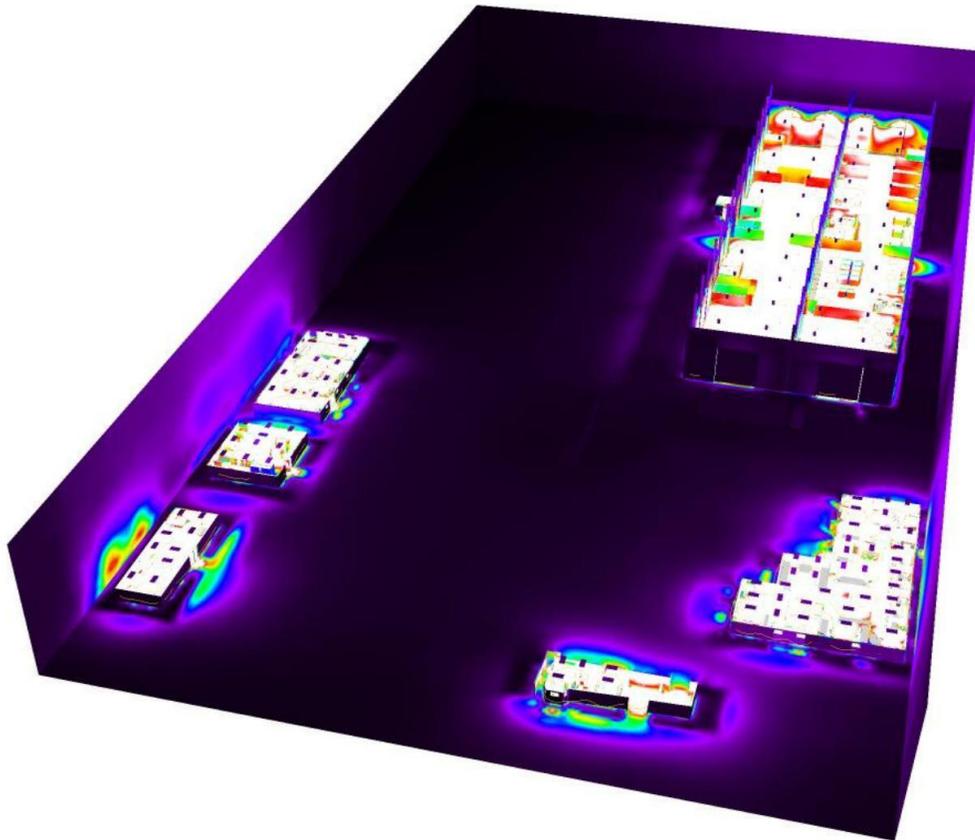
Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES
Teléfono
Fax
e-Mail

ESTRUCTURA TOTAL / Rendering (procesado) en 3D





ESTRUCTURA TOTAL / Rendering (procesado) de colores falsos



0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx

ILUMINACION PLANTA RVR

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
LATACUNGA ECUADOR

DIALux

06.09.2016

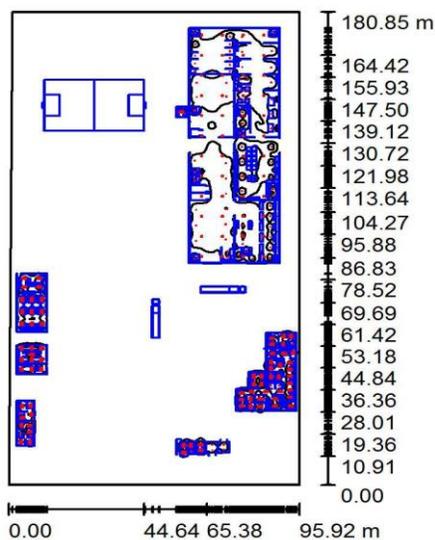
Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES

Teléfono

Fax

e-Mail

ESTRUCTURA TOTAL / Resumen



Altura del local: 20.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:2323

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{max}
Plano útil	/	44	0.19	699	0.004
Suelo	14	34	0.20	494	0.006
Techo	30	6.30	0.44	18	0.071
Paredes (4)	5	5.65	0.55	166	/

Plano útil:

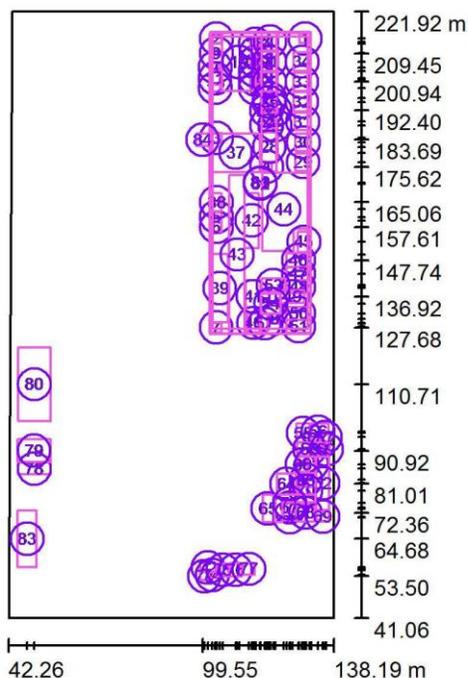
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.100 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
		HavellsSylvania 0039019 + 5039030 +			
1	48	5039033 ALIOTH HSL 250W IP 65 + Reflector de aluminio + cristal protector (1.000)	9881	14000	266.0
2	84	HAVELLSSYLVANIA 0042504 Start Waterproof PC 2 x 35W EB (1.000)	4970	6600	78.0
3	74	PHILIPS TBS160 3xTL-D36W HF C3_451 (1.000)	6696	9300	108.0
Total:			1387291	1914600	27312.0

Valor de eficiencia energética: $1.58 \text{ W/m}^2 = 3.60 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17237.50 m^2)

ESTRUCTURA TOTAL / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 2059

Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	OF. DE TANQUES 1	perpendicular	128 x 128	301	140	609	0.466	0.230
2	OF. DE RADIADORES	perpendicular	128 x 128	321	172	637	0.535	0.269
3	OF. DE TANQUES 2	perpendicular	16 x 16	327	162	655	0.497	0.248
4	OF. DE MATRICERIA	perpendicular	16 x 16	330	176	661	0.534	0.267
5	OF. DE ENSAMBLAJE Y CONEXIONES	perpendicular	128 x 128	318	149	650	0.470	0.230
6	OF. DE MANTENIMIENTO	perpendicular	16 x 16	321	160	661	0.498	0.242
7	OF. DE ENSAMBLAJE	perpendicular	128 x 128	310	131	636	0.423	0.206
8	OF. DE BOBINADOS	perpendicular	128 x 128	355	188	693	0.530	0.271
9	AREA DE ALMACENAJE	perpendicular	32 x 32	249	95	1110	0.383	0.086

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
LATACUNGA ECUADOR

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES
Teléfono
Fax
e-Mail

ESTRUCTURA TOTAL / Superficie de cálculo (sumario de resultados)

Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
10	ESTACION DE PRUEBAS	perpendicular	8 x 8	264	165	360	0.624	0.458
11	ESTACION DE ARMADO	perpendicular	16 x 16	259	149	382	0.576	0.391
12	SOLDADURA DE COSTURA	perpendicular	8 x 8	265	176	351	0.664	0.500
13	ESTACION 1 RADIADORES	perpendicular	8 x 8	273	194	356	0.709	0.544
14	ESTACION 2 RADIADORES	perpendicular	8 x 8	295	200	414	0.679	0.483
15	ESTACION 3 RADIADORES	perpendicular	32 x 32	281	182	399	0.649	0.456
16	ESTACION 4 RADIADORES	perpendicular	8 x 8	289	196	405	0.680	0.484
17	PRENSADO DE TUBOS RADIADOR	perpendicular	32 x 32	279	189	382	0.677	0.494
18	SIERRA DE CINTA	perpendicular	16 x 16	464	180	1160	0.388	0.155
19	SECCION RADIADORES	perpendicular	128 x 128	183	90	1148	0.494	0.079
20	AREA DE LIBERACION DE TANQUES CERTIFICACION	perpendicular	16 x 16	210	115	382	0.547	0.300
21	ESTACION DE SOLDADURA 1	perpendicular	16 x 16	195	102	361	0.524	0.283
22	ESTACION DE SOLDADURA 2	perpendicular	16 x 16	197	101	360	0.511	0.279
23	ESTACION DE SOLDADURA 3	perpendicular	32 x 32	430	133	1195	0.309	0.111
24	TROQUEL 1	perpendicular	16 x 16	744	430	1148	0.578	0.375
25	TROQUEL 2	perpendicular	16 x 16	760	430	1189	0.567	0.362
26	TROQUEL 3	perpendicular	16 x 16	696	297	1181	0.427	0.252
27	PRENSA HIDRAULICA	perpendicular	16 x 16	696	306	1164	0.439	0.263
28	SECCION MATRICERIA	perpendicular	64 x 64	245	77	1114	0.314	0.069
29	CIZALLA	perpendicular	32 x 32	212	77	1101	0.362	0.070
30	PLEGADORA	perpendicular	32 x 32	214	95	1108	0.443	0.086
31	PANTOGRAFO	perpendicular	32 x 32	215	76	1103	0.356	0.069
32	ESTACION DE SOLDADURA SECCION CONSTRUCCION	perpendicular	16 x 16	175	88	344	0.502	0.255
33	GABINETES PRENSAS Y CAJAS TRAFOS SECOS	perpendicular	16 x 16	180	100	344	0.557	0.292
34	SECCION DE PRUEBAS NEUMATICAS	perpendicular	16 x 16	176	94	336	0.536	0.280
35	SECCION SOLDAURA Y MATRICERIA	perpendicular	64 x 128	276	65	1188	0.236	0.055
36	TODA EL AREA DE LA PLANTA	perpendicular	128 x 128	190	28	1164	0.148	0.024
37	SECCION PINTURA	perpendicular	128 x 128	128	57	1092	0.444	0.052
38	CORTE DE NUCLEO	perpendicular	8 x 16	201	114	345	0.568	0.330
39	ENSAMBLAJE	perpendicular	64 x 128	180	71	357	0.397	0.200

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
LATACUNGA ECUADOR

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES
Teléfono
Fax
e-Mail

ESTRUCTURA TOTAL / Superficie de cálculo (sumario de resultados)

Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
40	CONTROL DE CALIDAD	perpendicular	128 x 128	236	130	336	0.551	0.388
41	BANCO DE PRUEBAS	perpendicular	32 x 64	203	116	356	0.572	0.326
42	CONEXIONES	perpendicular	16 x 64	198	99	362	0.502	0.274
43	SECCION EMSAMBLAJE Y CONEXIONES	perpendicular	128 x 128	158	63	237	0.400	0.266
44	CONEXIONES	perpendicular	128 x 128	194	64	1150	0.328	0.055
45	OF. DE BODEGA 1	perpendicular	128 x 128	287	78	642	0.273	0.122
46	BOBINADORA 1	perpendicular	32 x 32	212	84	1118	0.396	0.075
47	BOBINADORA 2	perpendicular	64 x 32	221	76	1119	0.345	0.068
48	BOBINADORA 3	perpendicular	64 x 32	226	91	1106	0.404	0.083
49	BOBINADORA 4	perpendicular	64 x 32	232	140	1113	0.604	0.126
50	BOBINADORA 5	perpendicular	64 x 32	221	86	1103	0.388	0.078
51	BOBINADORA 6	perpendicular	64 x 32	203	65	1082	0.321	0.060
52	BODEGA DE BOBINADO	perpendicular	16 x 32	300	96	1147	0.320	0.084
53	BOBINADORA 7	perpendicular	32 x 16	237	131	380	0.555	0.346
54	AREA DE PENSADO	perpendicular	64 x 64	247	131	385	0.530	0.339
55	SALA DE ESPERA	perpendicular	128 x 128	342	129	624	0.378	0.207
56	DISPENSARIO MEDICO	perpendicular	128 x 128	415	218	654	0.525	0.333
57	BAÑOS DISPENSARIO MEDICO	perpendicular	8 x 8	187	106	316	0.567	0.336
58	ENTRADA PRINCIPAL OFICINA Y SALA DE ESPERA	perpendicular	128 x 128	295	130	472	0.442	0.276
59	BAÑOS ENTRADA PRINCIPAL	perpendicular	4 x 8	276	140	386	0.508	0.363
60	RECURSO HUMANOS	perpendicular	128 x 128	417	195	554	0.469	0.353
61	AREA DE EVALUACIONES	perpendicular	64 x 128	299	111	467	0.369	0.237
62	VENTA, COMPRA JEFE DE SEGURIDAD	perpendicular	128 x 128	393	132	628	0.335	0.210
63	SALA DE REUNIONES	perpendicular	128 x 128	378	154	669	0.407	0.230
64	DEP. DE CONTABILIDAD	perpendicular	128 x 128	463	196	698	0.424	0.281
65	GERENCIA	perpendicular	128 x 128	411	170	649	0.415	0.263
66	SERVIDORES	perpendicular	128 x 128	297	149	435	0.504	0.344
67	COCINA	perpendicular	128 x 128	268	18	469	0.066	0.037
68	DEP. DE INGENIERIA	perpendicular	128 x 128	290	72	586	0.249	0.123
69	JEFE DE INGENIERIA	perpendicular	128 x 128	232	16	372	0.070	0.044



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
LATACUNGA ECUADOR

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES
Teléfono
Fax
e-Mail

ESTRUCTURA TOTAL / Superficie de cálculo (sumario de resultados)

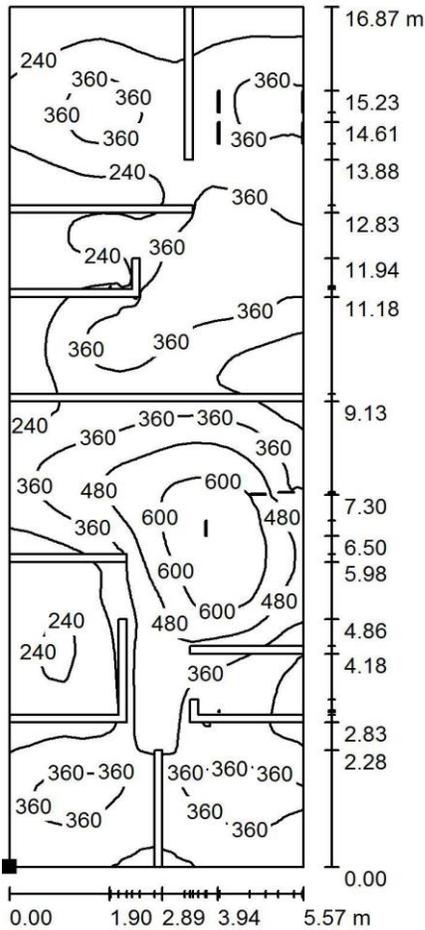
Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
70	BAÑOS PASILLO	perpendicular	128 x 128	193	118	262	0.612	0.451
71	PASILLO	perpendicular	128 x 128	362	190	520	0.526	0.366
72	SALA DE ESPERA ENTRADA	perpendicular	8 x 8	489	247	697	0.504	0.354
73	GUARDIANIA	perpendicular	128 x 128	374	53	535	0.141	0.099
74	BAÑO VISITANTES	perpendicular	32 x 32	208	64	292	0.306	0.218
75	SALA DE CAPACITACION	perpendicular	8 x 8	433	218	675	0.502	0.322
76	CAMARA DE TRANSFORMACION	perpendicular	8 x 8	204	134	273	0.654	0.491
77	CUARTO GENERADOR	perpendicular	8 x 8	201	124	273	0.617	0.454
78	CAMERINO MUJERES	perpendicular	128 x 128	244	12	509	0.048	0.023
79	CAMERINO CABALLEROS	perpendicular	128 x 128	313	8.53	614	0.027	0.014
80	COCINA Y COMEDOR	perpendicular	128 x 128	280	61	515	0.218	0.119
81	PLANTA GENERAL	perpendicular	128 x 128	194	52	1158	0.269	0.045
82	PLANTA TOTAL	perpendicular	128 x 128	183	23	844	0.125	0.027
83	VIVIENDAS	perpendicular	128 x 128	340	129	719	0.381	0.180
84	BAÑO PLANTA	perpendicular	64 x 64	212	52	361	0.246	0.145

Resumen de los resultados

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
perpendicular	84	203	8.53	1195	0.04	0.01

ESTRUCTURA TOTAL / VIVIENDAS / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 132

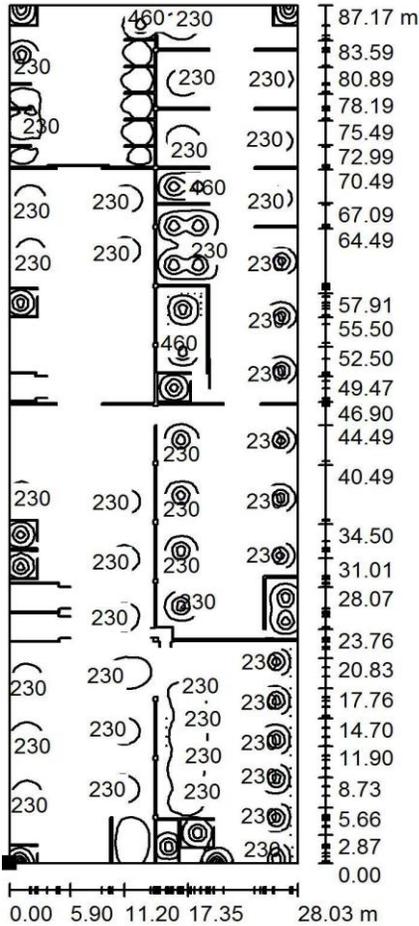
Situación de la superficie en el local: Punto marcado:
(45.046 m, 56.243 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

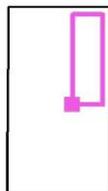
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
340	129	719	0.381	0.180

ESTRUCTURA TOTAL / PLANTA GENERAL / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 682

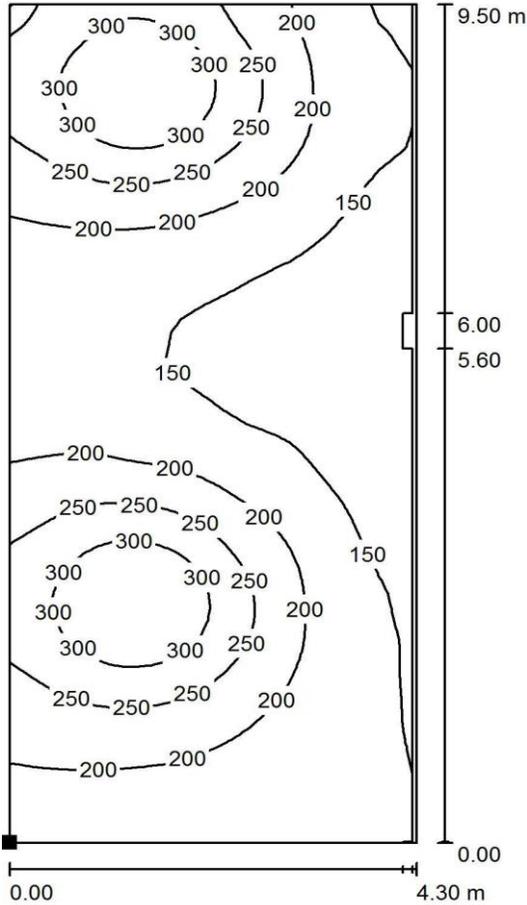
Situación de la superficie en el local: Punto marcado:
(102.476 m, 127.290 m, 1.200 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

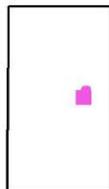
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
194	52	1158	0.269	0.045

ESTRUCTURA TOTAL / BANCO DE PRUEBAS / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 75

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(112.329 m, 132.181 m, 1.200 m)



Trama: 32 x 64 Puntos

E_m [lx]
203

E_{min} [lx]
116

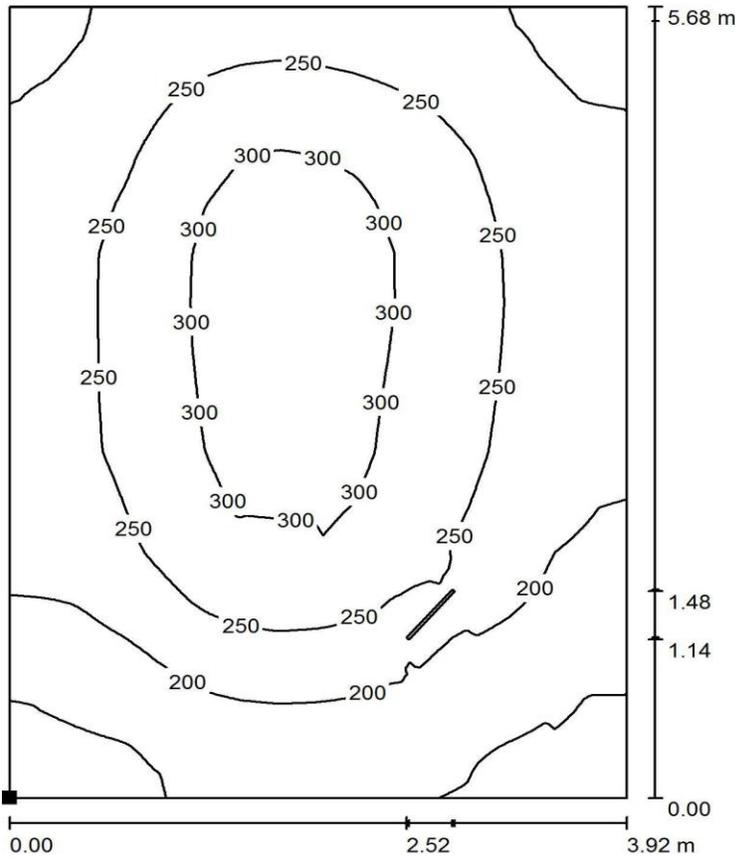
E_{max} [lx]
356

E_{min} / E_m
0.572

E_{min} / E_{max}
0.326

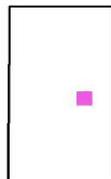


ESTRUCTURA TOTAL / CONTROL DE CALIDAD / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 45

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(112.558 m, 126.209 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
236

E_{min} [lx]
130

E_{max} [lx]
336

E_{min} / E_m
0.551

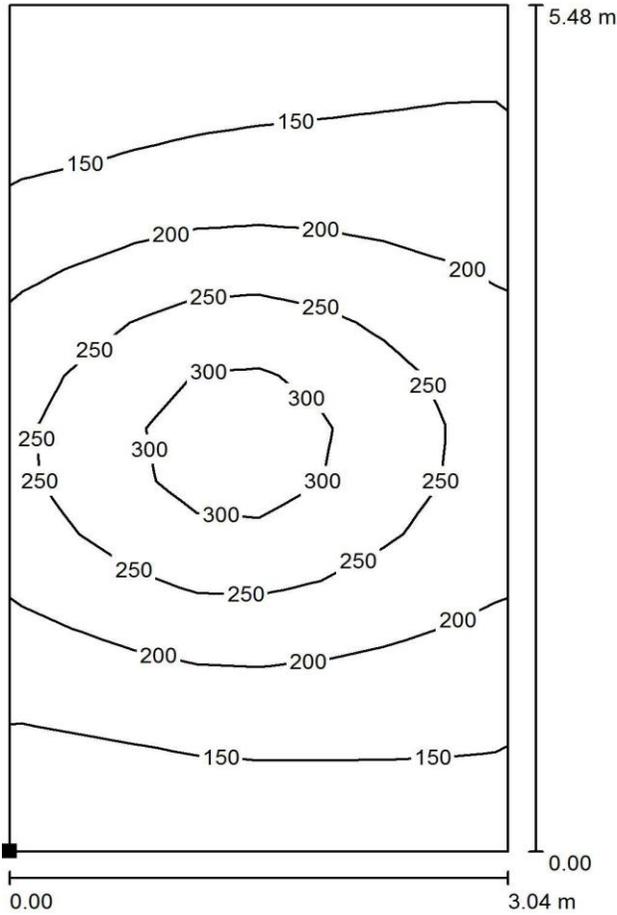
E_{min} / E_{max}
0.388



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
LATACUNGA ECUADOR

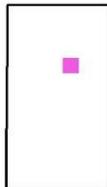
Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES
Teléfono
Fax
e-Mail

ESTRUCTURA TOTAL / CORTE DE NUCLEO / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 43

Situación de la superficie en el local: Punto marcado:
(102.158 m, 162.322 m, 1.200 m)



Trama: 8 x 16 Puntos

E_m [lx]
201

E_{min} [lx]
114

E_{max} [lx]
345

E_{min} / E_m
0.568

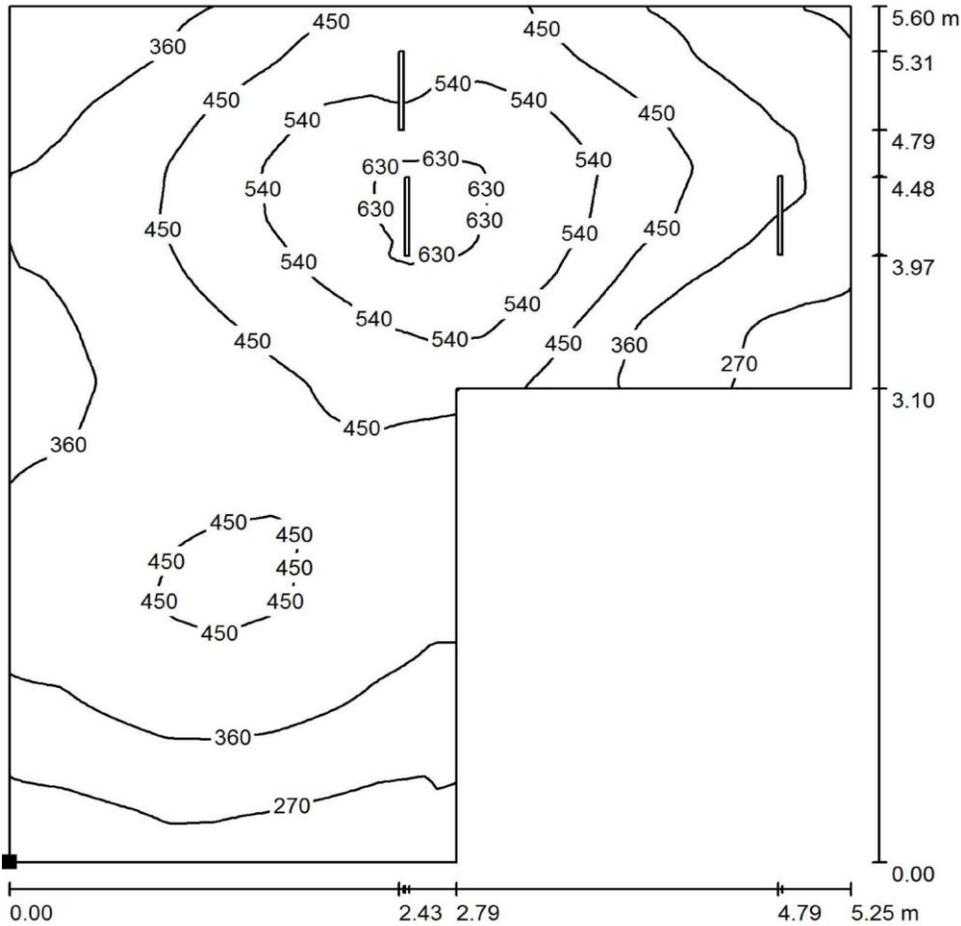
E_{min} / E_{max}
0.330



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
LATACUNGA ECUADOR

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES
Teléfono
Fax
e-Mail

ESTRUCTURA TOTAL / DISPENSARIO MEDICO / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 44

Situación de la superficie en el local: Punto marcado:
(131.455 m, 93.400 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
415

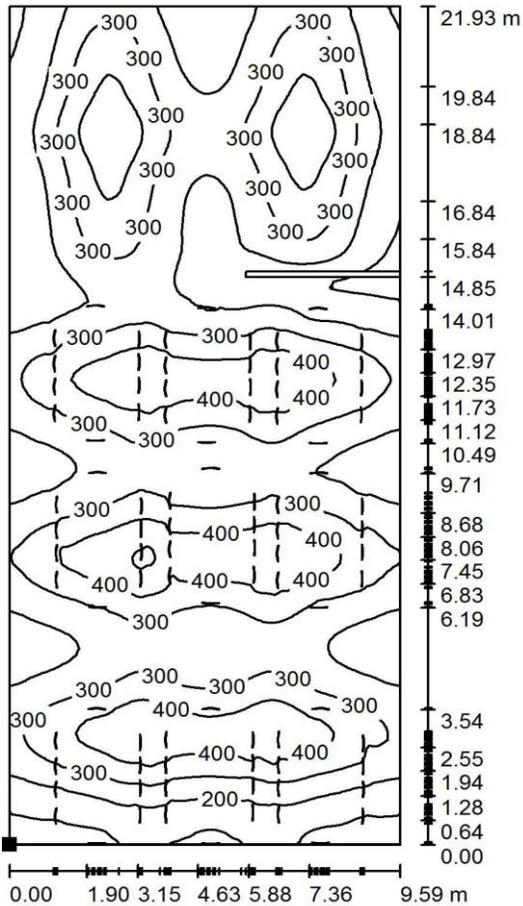
E_{min} [lx]
218

E_{max} [lx]
654

E_{min} / E_m
0.525

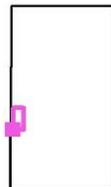
E_{min} / E_{max}
0.333

ESTRUCTURA TOTAL / COCINA Y COMEDOR / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 172

Situación de la superficie en el local: Punto marcado:
(45.158 m, 99.747 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
280

E_{min} [lx]
61

E_{max} [lx]
515

E_{min} / E_m
0.218

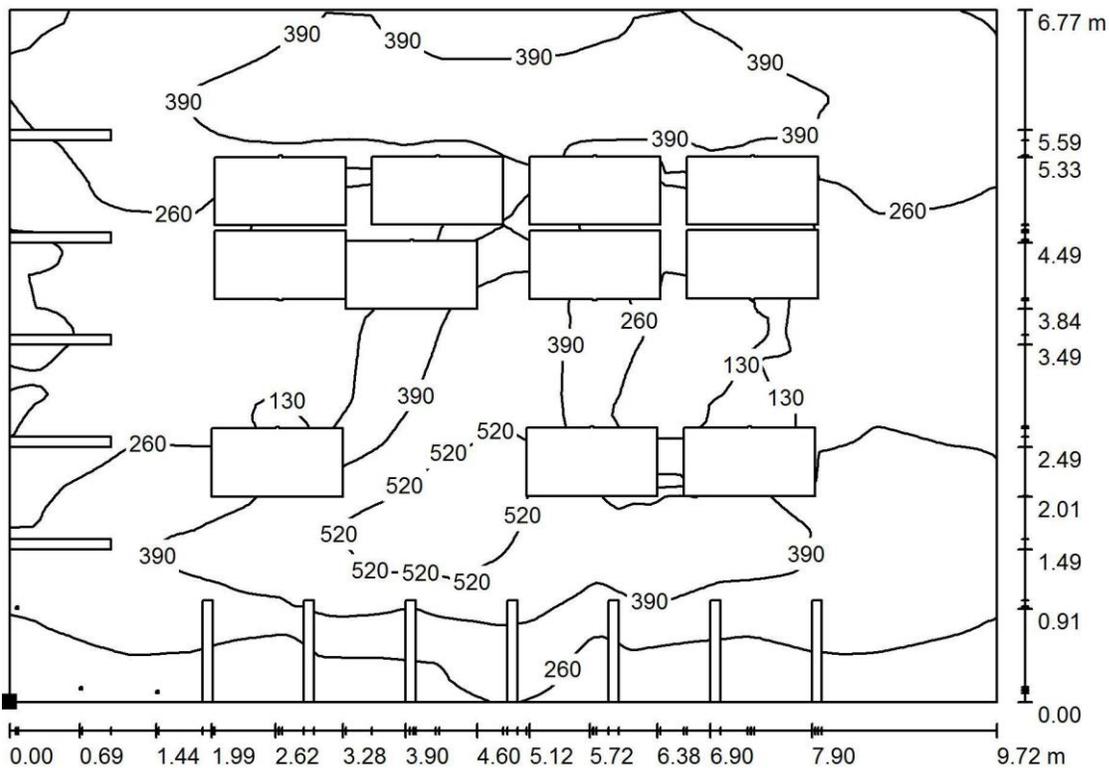
E_{min} / E_{max}
0.119



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
LATACUNGA ECUADOR

Proyecto elaborado por LOS POSTULANTES
Teléfono
Fax
e-Mail

ESTRUCTURA TOTAL / CAMERINO CABALLEROS / Isolíneas (E, perpendicular)

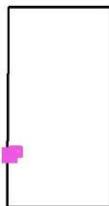


Valores en Lux, Escala 1 : 70

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(45.011 m, 87.531 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
313

E_{min} [lx]
8.53

E_{max} [lx]
614

E_{min} / E_m
0.027

E_{min} / E_{max}
0.014