



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**ANÁLISIS DE CONSUMO Y DEMANDA ELÉCTRICA EN PLANTAS DE
PRODUCCIÓN AVÍCOLA, GRUPO PAF, GUATEMALA**

Víctor Manuel Sagastume Ponce

Asesorado por el Ing. Marvin Marino Hernández Fernández

Guatemala, octubre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DE CONSUMO Y DEMANDA ELÉCTRICA EN PLANTAS DE
PRODUCCIÓN AVÍCOLA, GRUPO PAF, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

VÍCTOR MANUEL SAGASTUME PONCE

ASESORADO POR EL ING. MARVIN MARINO HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|---|
| DECANO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| VOCAL I | Ing. Angel Roberto Sic García |
| VOCAL II | Ing. Pablo Christian de León de Rodríguez |
| VOCAL III | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa |
| VOCAL IV | Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova |
| VOCAL V | Br. Henry Fernando Duarte García |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|--|
| DECANO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| EXAMINADOR | Ing. Natanael Jonathan Requena Gómez |
| EXAMINADOR | Ing. Gustavo Benigno Orozco Godínez |
| EXAMINADOR | Ing. Marvin Marino Hernández Fernández |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ANÁLISIS DE CONSUMO Y DEMANDA ELÉCTRICA EN PLANTAS DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA, GRUPO PAF, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 2 de febrero de 2015.



Víctor Manuel Sagastume Ponce

Guatemala, 11 de Marzo del 2016

Ingeniera
Christa Classon de Pinto
Directora Unidad EPS


Estimada Ingeniera:

Reciba un cordial saludo deseándole que todas sus actividades sean exitosas.

A través de la presente hago de su conocimiento que el Señor **VÍCTOR MANUEL SAGASTUME PONCE**, estudiante de la carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA**, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, quien se identifica con carné estudiantil número **1984-16600**, realizó su **EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO**, cumpliendo con todas las actividades propuestas en su proyecto titulado "**ANÁLISIS DE CONSUMO Y DEMANDA ELÉCTRICA EN PLANTAS DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA, GRUPO PAF, GUATEMALA**", dando como finalizado satisfactoriamente dicho proyecto.

Sin otro particular y agradeciendo la atención a la presente.

Atentamente,


Ing. Marvin Marino Hernández Fernández
Asesor de EPS

Marvin Marino Hernández Fernández
INGENIERO ELECTRICISTA
COL. ACTIVO No. 3831

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Ref. EIME 59. 2016.
Guatemala, 11 de AGOSTO 2016.

Señor Director
Ing. Francisco Javier González López
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:
**ANÁLISIS DE CONSUMO Y DEMANDA ELÉCTRICA EN
PLANTAS DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA, GRUPO PAF,
GUATEMALA,** del estudiante Víctor Manuel Sagastume Ponce,
que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
D Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Gustavo Beningo Orozco Godínez
Coordinador Área Potencia



sro

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 12 de septiembre de 2016.
Ref.EPS.DOC.656.09.16.

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Victor Manuel Sagastume Ponce** de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, con carné No. **198416600**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"ANÁLISIS DE CONSUMO Y DEMANDA ELÉCTRICA EN PLANTAS DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA, GRUPO PAF, GUATEMALA"**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"



c.c. Archivo
NRG/ra

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.
Teléfono directo: 2442-3509

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala 12 de septiembre de 2016.
Ref.EPS.D.373.09.16.

Ing. Francisco Javier González
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Presente

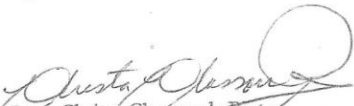
Estimado Ingeniero González.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "ANÁLISIS DE CONSUMO Y DEMANDA ELÉCTRICA EN PLANTAS DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA, GRUPO PAF, GUATEMALA" que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Victor Manuel Sagastume Ponce**, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Marvin Marino Hernández Fernández y supervisado por el Ing. Natanael Requena Gómez.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y del Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra



Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.
Teléfono directo: 2442-3509

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF. EIME 59. 2016.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; VÍCTOR MANUEL SAGASTUME PONCE titulado: ANÁLISIS DE CONSUMO Y DEMANDA ELÉCTRICA EN PLANTAS DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA, GRUPO PAF, GUATEMALA, procede a la autorización del mismo.

Ing. Francisco Javier González López



GUATEMALA, 4 DE OCTUBRE 2016.

Universidad de San Carlos
de Guatemala

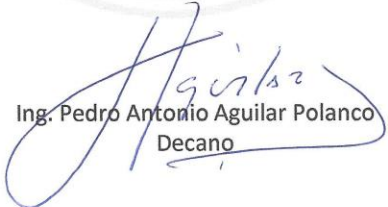


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 532.2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **ANÁLISIS DE CONSUMO Y DEMANDA ELÉCTRICA EN PLANTAS DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA, GRUPO PAF, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Víctor Manuel Sagastume Ponce**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, octubre de 2016



/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

Por darme la vida, la sabiduría y el conocimiento necesario, ya que sin Él, nada sería posible.

ACTO QUE DEDICO A:

- Mi esposa** Mirna Lissette Ruano Ramírez por su paciencia, comprensión y amor en las jornadas de trabajo y desvelo que me han permitido alcanzar esta meta.
- Mi madre** Carmen Enriqueta Ponce Carrera Vda. de Sagastume (q. e. p. d.), por ser la luz que me guió hasta el último día de su vida.
- Mi padre** José Víctor Sagastume Díaz (q. e. p. d.), que desde el cielo me dé sus bendiciones por el logro obtenido.
- Mis hijos** Keyla Yazminne, Víctor Manuel y Fabio César Sagastume Ruano, por el amor y el apoyo que me han brindado para que culmine mi carrera.
- Mi nieto** Rodrigo Javier Hernández Sagastume, con sus travesuras y amor nos ha venido a alegrar nuestro hogar.
- Mis suegros** Flavio Ruano Girón y Consuelo Ramírez de Ruano, por su cariño y la confianza que han tenido para el logro de mis objetivos.

| | |
|-------------------------------|--|
| Mis cuñados | Elder Wilfido y Dulier Edgardo Ruano Ramírez, por su apoyo y cariño, para que cumpla mis metas propuestas. |
| Mis cuñadas | Milady Rivera y Claudia Ramírez de Ruano, por sus sabios consejos y afecto especial. |
| Mis hermanos | Con amor y cariño. |
| Mis sobrinos | Con cariño especial. |
| Mis compadres | Con aprecio y cariño sincero. |
| Mi asesor | Ing. Marvin Marino Hernández, sin cuya paciencia, esfuerzo y colaboración, no hubiera sido posible la elaboración de este trabajo. |
| Facultad de Ingeniería | Lugar que me albergó durante horas de estudio y me permitió llegar a obtener este triunfo. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | XI |
| LISTA DE SÍMBOLOS | XV |
| GLOSARIO | XVII |
| RESUMEN..... | XIX |
| OBJETIVOS..... | XXI |
| INTRODUCCIÓN | XXIII |
| | |
| 1. COMPONENTES DE UNA GRANJA DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA – PROCESO ANTIGUO..... | 1 |
| 1.1. Suministro de electricidad..... | 1 |
| 1.1.1. Subestación eléctrica..... | 3 |
| 1.1.1.1. Capacidad instalada | 3 |
| 1.1.1.2. Protecciones | 7 |
| 1.1.1.3. Tierras físicas | 8 |
| 1.1.1.4. Pararrayos | 9 |
| 1.1.1.5. Ventilación | 9 |
| 1.1.1.6. Área de construcción | 9 |
| 1.1.2. Transformadores de 3x50 kVA y 3x75kVA..... | 9 |
| 1.1.2.1. Pararrayos | 12 |
| 1.1.2.2. Transformador de potencial, Pt´s..... | 12 |
| 1.1.2.3. Transformador de corriente, Ct´s..... | 12 |
| 1.1.2.4. Tierra física | 12 |
| 1.1.2.5. Contador de energía interno..... | 13 |
| 1.1.2.6. Protección principal | 13 |
| 1.1.3. Generador eléctrico | 13 |

| | | | |
|--------|----------|--|----|
| | 1.1.3.1. | Tanque de diésel..... | 15 |
| | 1.1.3.2. | Tierra física..... | 17 |
| | 1.1.3.3. | Protección secundaria..... | 17 |
| 1.1.4. | | Transferencia eléctrica manual | 18 |
| | 1.1.4.1. | Panel de la transferencia manual | 18 |
| 1.1.5. | | Cableado y poste eléctrico | 19 |
| | 1.1.5.1. | Tipo de cable..... | 20 |
| | 1.1.5.2. | Tipo de poste..... | 20 |
| | 1.1.5.3. | Corta circuito eléctrico..... | 20 |
| 1.1.6. | | Diagrama unifilar | 20 |
| 1.2. | | Suministro de agua | 21 |
| 1.2.1. | | Pozo de agua | 21 |
| | 1.2.1.1. | Motor sumergible..... | 21 |
| | 1.2.1.2. | Bomba de 16 etapas | 22 |
| | 1.2.1.3. | Tipo de cableado..... | 22 |
| | 1.2.1.4. | Tierra física..... | 23 |
| | 1.2.1.5. | Arrancador electromecánico..... | 23 |
| | 1.2.1.6. | Protección térmica..... | 23 |
| 1.2.2. | | Tanque de agua aéreo | 23 |
| | 1.2.2.1. | Flote mecánico | 24 |
| | 1.2.2.2. | Capacidad instalada..... | 24 |
| 1.2.3. | | Bomba hidroneumática | 25 |
| | 1.2.3.1. | Motor eléctrico..... | 25 |
| | 1.2.3.2. | Bomba | 25 |
| | 1.2.3.3. | Tanque de presión | 26 |
| | 1.2.3.4. | Arrancador eléctrico | 26 |
| | 1.2.3.5. | Protección térmica..... | 27 |
| 1.2.4. | | Bomba dosificadora de cloro | 27 |
| | 1.2.4.1. | Contador eléctrico | 28 |

| | | |
|----------|--|----|
| 1.2.5. | Tubería de alta presión 250 PSI de PVC | 28 |
| 1.3. | Suministro de alimento | 28 |
| 1.3.1. | Transporte | 28 |
| 1.3.1.1. | Balanza manual | 30 |
| 1.3.2. | Silos..... | 30 |
| 1.3.2.1. | Carga manual | 31 |
| 1.3.3. | Almacenamiento | 32 |
| 1.3.3.1. | Área de almacenamiento | 32 |
| 1.4. | Suministro de gas GLP..... | 33 |
| 1.4.1. | Tanque Nodriz de 500, 1 000, 2 000 galones de GLP | 33 |
| 1.4.2. | Válvulas reguladoras de gas..... | 34 |
| 1.4.2.1. | Red de tubería de suministro de gas ... | 34 |
| 1.4.2.2. | Manómetro de gas propano..... | 35 |
| 1.4.2.3. | Válvula Reguladora de GLP para 11 columnas de Hg..... | 35 |
| 1.5. | Galeras tipo convencional | 36 |
| 1.5.1. | Sistema de comedero..... | 36 |
| 1.5.1.1. | Comederos tipo campana invertida | 37 |
| 1.5.2. | Sistemas de bebedero..... | 37 |
| 1.5.2.1. | Bebedores tipo campana invertida | 37 |
| 1.5.3. | Sistema de gas | 37 |
| 1.5.3.1. | Red de distribución de gas propano GLP | 38 |
| 1.5.3.2. | Arbolito de distribución de gas..... | 38 |
| 1.5.3.3. | Criadoras de gas propano manual..... | 38 |
| 1.5.4. | Sistema iluminación..... | 39 |
| 1.5.4.1. | Bombillo tipo PL de 13 watts roscable | 40 |

| | | | |
|--------|----------|---|----|
| | 1.5.4.2. | Tipo de cableado interno | 41 |
| | 1.5.4.3. | Tablero eléctrico..... | 41 |
| | 1.5.4.4. | Contactores y protecciones | 42 |
| 1.5.5. | | Sistema de ventilación | 42 |
| | 1.5.5.1. | Ventiladores de mando directo..... | 43 |
| | | 1.5.5.1.1. Motor eléctrico..... | 44 |
| | | 1.5.5.1.2. Aspas de 36" | 44 |
| | | 1.5.5.1.3. Tipo de cableado..... | 44 |
| | | 1.5.5.1.4. Tablero eléctrico..... | 44 |
| | | 1.5.5.1.5. Contactores y protecciones | 44 |
| 1.5.6. | | Sistema de agua | 45 |
| | 1.5.6.1. | Red de distribución de agua..... | 46 |
| | 1.5.6.2. | Tanque aéreo | 46 |
| | 1.5.6.3. | Sistema de dosificación de químicos .. | 46 |
| 2. | | ANÁLISIS ENERGÉTICO TOMADO EN LA GRANJA – PROCESO ANTIGUO..... | 49 |
| | 2.1. | Toma de muestra energética en sitio | 49 |
| | | 2.1.1. Toma de muestras | 49 |
| | 2.2. | Análisis energético de las muestras | 50 |
| | 2.3. | Gráficas..... | 50 |
| 3. | | COMPONENTES DE UNA GRANJA DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA - PROCESO ACTUAL..... | 51 |
| | 3.1. | Suministro de electricidad | 51 |
| | | 3.1.1. Subestaciones eléctricas..... | 51 |
| | | 3.1.1.1. Aumento de capacidad instalada | 52 |
| | | 3.1.1.2. Protecciones..... | 52 |

| | | | |
|--------|----------|--|----|
| | 3.1.1.3. | Tierras físicas | 52 |
| | 3.1.1.4. | Pararrayos | 54 |
| | 3.1.1.5. | Ventilación | 54 |
| | 3.1.1.6. | Área de construcción | 55 |
| 3.1.2. | | Transformadores de 330 KVA | 56 |
| | 3.1.2.1. | Pararrayos | 56 |
| | 3.1.2.2. | Transformadores de potencial, Pt's..... | 57 |
| | 3.1.2.3. | Transformadores de corriente, Ct's | 57 |
| | 3.1.2.4. | Tierra física | 57 |
| | 3.1.2.5. | Contador de energía interno | 57 |
| | 3.1.2.6. | Protección principal | 58 |
| 3.1.3. | | Generador eléctrico | 58 |
| | 3.1.3.1. | Tanque diésel | 59 |
| | 3.1.3.2. | Tierra física | 59 |
| | 3.1.3.3. | Protección secundaria | 60 |
| 3.1.4. | | Transferencia eléctrica automática | 60 |
| | 3.1.4.1. | Panel de transferencia..... | 60 |
| 3.1.5. | | Cableado y poste eléctrico..... | 61 |
| | 3.1.5.1. | Tipo de cable | 61 |
| | 3.1.5.2. | Tipo de poste | 62 |
| | 3.1.5.3. | Corta circuito eléctrico | 62 |
| 3.1.6. | | Diagrama unifilar..... | 62 |
| 3.2. | | Suministro de agua..... | 63 |
| | 3.2.1. | Pozo de agua..... | 64 |
| | 3.2.1.1. | Motor sumergible | 64 |
| | 3.2.1.2. | Bomba de 16 etapas..... | 65 |
| | 3.2.1.3. | Tipo de cableado | 66 |
| | 3.2.1.4. | Tierra física | 68 |
| | 3.2.1.5. | Arrancador suave (variador) | 68 |

| | | | |
|------|----------|--|----|
| | 3.2.1.6. | Protección térmica..... | 69 |
| | 3.2.1.7. | Protección de fases..... | 69 |
| | 3.2.1.8. | Supresor de picos | 69 |
| | 3.2.2. | Tanque de agua aéreo | 70 |
| | 3.2.2.1. | Flote eléctrico | 70 |
| | 3.2.2.2. | Capacidad instalada..... | 70 |
| | 3.2.3. | Bomba hidroneumática | 71 |
| | 3.2.4. | Bomba dosificadora de cloro | 71 |
| | 3.2.4.1. | Contactador eléctrico | 72 |
| | 3.2.5. | Tubería de alta presión 250 PSI de PVC | 72 |
| 3.3. | | Suministro de alimento..... | 73 |
| | 3.3.1. | Transporte..... | 73 |
| | 3.3.1.1. | Balanza electrónica | 73 |
| | 3.3.1.2. | Pipas transporte de concentrado..... | 74 |
| | 3.3.2. | Silos | 74 |
| | 3.3.2.1. | Balanzas electrónicas | 75 |
| | 3.3.2.2. | Red de tierras..... | 76 |
| | 3.3.2.3. | Motor automático..... | 76 |
| | 3.3.2.4. | Helicoidal..... | 77 |
| | 3.3.2.5. | Vibradores automáticos..... | 77 |
| | 3.3.2.6. | Tubería de transporte de concentrado | 77 |
| | 3.3.2.7. | Tolvas receptoras de alimento automatizadas | 78 |
| 3.4. | | Suministro de gas GLP | 78 |
| | 3.4.1. | Tanque nodriza de 1 000 galones | 79 |
| | 3.4.2. | Válvulas reguladoras de gas | 79 |
| | 3.4.2.1. | Red de tubería de suministro | 79 |
| | 3.4.2.2. | Manómetro de gas | 79 |

| | | | |
|------|--------------|--|----|
| | 3.4.2.3. | Válvula reguladora de 11 columna de mercurio (Hg)..... | 80 |
| 3.5. | | Galeras tipo túnel automatizada | 80 |
| | 3.5.1. | Sistema de comederos | 80 |
| | 3.5.1.1. | Comedero automatizado | 81 |
| | 3.5.2. | Sistema de bebederos..... | 82 |
| | 3.5.2.1. | Bebederos automatizados | 82 |
| | 3.5.3. | Sistema de gas | 84 |
| | 3.5.3.1. | Red de distribución de gas propano GLP | 84 |
| | 3.5.3.2. | Arbolito de distribución de gas..... | 84 |
| | 3.5.3.3. | Criadoras de gas propano automáticas | 85 |
| | 3.5.4. | Sistema de iluminación | 86 |
| | 3.5.4.1. | Bombillo tipo led de 13 watt dimerizable | 87 |
| | 3.5.4.2. | Tipo de cableado interno | 88 |
| | 3.5.5. | Sistema de ventilación..... | 89 |
| | 3.5.5.1. | Extractores..... | 89 |
| | 3.5.5.1.1. | Motor eléctrico | 90 |
| | 3.5.5.1.2. | Sensores de temperatura | 90 |
| | 3.5.5.1.3. | Ventilas..... | 91 |
| | 3.5.5.1.3.1. | Red de poleas.. | 92 |
| | 3.5.6. | Sistema de agua de una galera túnel | 93 |
| | 3.5.6.1. | Red de distribución de agua | 93 |
| | 3.5.6.2. | Tanque aéreo | 93 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 3.5.6.3. | Sistema de dosificación..... | 93 |
| 3.5.7. | Caseta de suministro eléctrico | 94 |
| 3.5.7.1. | Equipo de manejo de engorde automatizado (comida, agua, iluminación dimerizable, ventilación, temperatura) | 94 |
| 3.5.7.2. | Panel de suministro eléctrico..... | 98 |
| 3.5.7.3. | Panel de <i>back up</i> de extractores | 99 |
| 3.5.7.4. | Panel de contactoters y térmicos | 100 |
| 3.5.7.5. | Panel de alarmas | 100 |
| 3.5.7.6. | Panel de iluminación manual..... | 101 |
| 3.5.8. | Sistema de paneles de ventilación | 102 |
| 3.5.8.1. | Rack de paneles de ventilación..... | 103 |
| 3.5.8.2. | Bombas sumergibles de mojado | 104 |
| 3.5.8.3. | Tubería aspersión de agua PVC | 105 |
| 3.5.9. | Sistema de cortinas..... | 105 |
| 3.5.9.1. | Set de cortinas y poleas | 106 |
| 3.5.9.2. | Motorreductor automatizado..... | 106 |
| 3.5.9.3. | Magnadrup | 107 |
| 3.5.10. | Cielo falso..... | 108 |
| 4. | ANÁLISIS ENERGÉTICO TOMADO EN LA GRANJA – PROCESO ACTUAL..... | 109 |
| 4.1. | Toma de muestra energética en sitio | 109 |
| 4.1.1. | Toma de muestras | 111 |
| 4.2. | Análisis energético de la muestra | 111 |
| 5. | ANÁLISIS ECONÓMICO DE CONVERSIÓN PROCESO ANTIGUO A PROCESO ACTUAL | 119 |

| | |
|-----------------------|-----|
| CONCLUSIONES | 123 |
| RECOMENDACIONES | 125 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 127 |
| APÉNDICES | 145 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Contador general | 2 |
| 2. | Poste con Pt's y Ct's..... | 2 |
| 3. | Comedero tipo campana | 5 |
| 4. | Bebedero tipo campana | 5 |
| 5. | Galera tipo convencional con estructura de madera | 6 |
| 6. | Estructura de una línea de bebedero para aves | 6 |
| 7. | Galera tipo túnel con ventilas, criadoras y sistemas de comederos | 7 |
| 8. | Corta circuito para protección de cableado de alta tensión..... | 8 |
| 9. | Posteado eléctrico de alta con transformadores de baja de 3 * 75 KVA..... | 10 |
| 10. | Posteado eléctrico de alta con transformadores de baja de 3 * 50 KVA..... | 11 |
| 11. | Posteado eléctrico de alta con transformadores de baja de 3 * 50 KVA..... | 11 |
| 12. | Generador pe11, capacidad 150 kw | 14 |
| 13. | Generador PE29, capacidad 275 kw..... | 14 |
| 14. | Generador pe23, capacidad 135 kw | 15 |
| 15. | Tanque de diesel 2 000 galones capacidad, generador pe 11..... | 16 |
| 16. | Tanque de diesel 500 galones capacidad, generador pe 29..... | 16 |
| 17. | Tanque de diesel 2 000 galones capacidad, generador pe 23..... | 17 |
| 18. | Panel de transferencia manual de 600 AMP | 19 |
| 19. | Bomba de agua de 16 etapas sumergibles | 22 |
| 20. | Tanque de agua aéreo..... | 24 |

| | | |
|-----|---|----|
| 21. | Motor eléctrico y bomba hidroneumática de presión..... | 26 |
| 22. | Bomba dosificadora de cloro | 27 |
| 23. | Pipa carga de concentrado para alimento de aves | 29 |
| 24. | Balanza tipo manual con sistema de fieles de diferente tamaño | 30 |
| 25. | Silo para almacenamiento de concentrado de aves | 31 |
| 26. | Proceso manual de alimento | 32 |
| 27. | Cilindro de gas propano glp de 1 000 gls..... | 33 |
| 28. | Sistema de regulación de gas dentro de la galera | 34 |
| 29. | Válvula reguladora de gas propano de 0 a 160 psi..... | 35 |
| 30. | Gleras tipo convencional abierta..... | 36 |
| 31. | Criadora de gas propano tipo manual..... | 39 |
| 32. | Bombillo tipo pl de 13 watts roscable Sylvania | 40 |
| 33. | Tablero eléctrico de ocho polos Electrix | 41 |
| 34. | Ventilador de mando directo | 43 |
| 35. | Tanque aéreo sistema de distribución de agua interno | 45 |
| 36. | Sistema de dosificación de químicos | 47 |
| 37. | Esquema de la red de tierras físicas..... | 53 |
| 38. | Instalación de tierra física en posteo eléctrico | 54 |
| 39. | Construcción de área para transformador pad mounted..... | 55 |
| 40. | Transformador de 330 kva pad mounted | 56 |
| 41. | Generador eléctrico de 300 kw, pe 35 | 58 |
| 42. | Generador eléctrico de 300 kw, pe 36 | 59 |
| 43. | Caseta de panel de transferencia automática..... | 61 |
| 44. | Diagrama de instalación de un pozo de agua sumergible | 63 |
| 45. | Brocal de pozo mecánico sumergible | 64 |
| 46. | Esquema interno de una bomba sumergible | 65 |
| 47. | Esquema interno de una bomba de 16 etapas | 66 |
| 48. | Diagramas empalmes de instalaciones pozos sumergibles..... | 67 |
| 49. | Equipo de medición de resistencia y aislamiento megger | 68 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 50. | Esquema interno de una bomba dosificadora | 71 |
| 51. | Tubería de alta presión 250 psi de PVC..... | 72 |
| 52. | Báscula digital para pesar alimentos en silo | 75 |
| 53. | Instalación de tierras físicas con bases en los silos | 76 |
| 54. | Tolvas receptoras de alimento automatizadas | 78 |
| 55. | Líneas de comederos automatizadas..... | 81 |
| 56. | Diagrama de un plato de comedero automatizada..... | 82 |
| 57. | Líneas de bebederos automatizadas | 83 |
| 58. | Línea de bebederos automatizados | 83 |
| 59. | Arbolito de distribución de gas dentro de una galera | 85 |
| 60. | Criadoras de gas propano automática | 86 |
| 61. | Sistema de iluminación de una galera tipo túnel automatizada..... | 87 |
| 62. | Bombillo tipo led 13 watt dimerizable | 88 |
| 63. | Cableado interno de una galera túnel | 88 |
| 64. | Extractores de una galera tipo túnel..... | 89 |
| 65. | Sensores de temperatura para <i>back up</i> de emergencia..... | 91 |
| 66. | Ventilas de una galera tipo túnel automatizada..... | 92 |
| 67. | Set de poleas para mecanismo de ventilación | 92 |
| 68. | Equipo de dosificación de cloro galeras tipo túnel automatizadas | 94 |
| 69. | Equipo de automatización Chore Tronics 3..... | 95 |
| 70. | Equipo de automatización Chore Tronics 3..... | 96 |
| 71. | Pantalla táctil del equipo Chore Tronics 3 | 96 |
| 72. | Equipo de encendido manual ventilación Chore Tronics 3..... | 97 |
| 73. | Equipo de encendido de criadoras dos zonas Chore Time | 97 |
| 74. | Tablero de suministro eléctrico | 98 |
| 75. | Panel de <i>back up</i> de extractores Chore Tronics 3 | 99 |
| 76. | Panel de contactores y térmicos | 100 |
| 77. | Paneles de control de alarmas internas de una galera túnel..... | 101 |
| 78. | Panel de control de iluminación manual..... | 102 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 79. | Sistema paneles de ventilación tunelizada | 103 |
| 80. | Paneles de ventilación (galleta) | 104 |
| 81. | Ilustración de una bomba de mojado de paneles de ventilación..... | 105 |
| 82. | Cortinas laterales de galeras tipo túnel..... | 106 |
| 83. | Motorreductor automatizado para activar cortinas laterales | 107 |
| 84. | Cielo falso de una galera túnel | 108 |
| 85. | Instalación de donas abiertas en barra | 110 |
| 86. | Equipo analizador de redes eléctricas 440S..... | 110 |
| 87. | Gráfica de corrientes finales analizadas de la granja San Pablo | 111 |
| 88. | Análisis balances de carga | 113 |
| 89. | Análisis económico | 120 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|------------------------|--|
| Aluzin | Material combinado de la aleación aluminio y zinc |
| A | Medida de Corriente en Amperios |
| CFM | Flujo volumétrico de aire |
| CO₂ | Dióxido de carbono |
| CO | Monóxido de carbono |
| Ct's | Transformador de corriente |
| Estrella-Deltha | Conexión interna de motores para mejor rendimiento |
| Gallinaza | Excremento de los pollos |
| Galpón | Galera de crianza de pollos |
| Gordin | Medida de alimento fase núm. 3 |
| Gwh: | Giga watts hora |
| Helicoidal | Que tiene forma de hélice |
| Hg | Símbolo químico del mercurio |
| HP | Caballos de fuerza |
| KVA | Kilovoltios amperios |
| kVoltios | Kilovoltios, miles de voltios |
| kW | Kilo Watt, miles de watt |
| Led | light-emitting diode, 'diodo emisor de luz |
| Lignum | Tratamiento de madera |
| Luxes | Unidad de medida de la iluminancia |
| Magnadруп | Sistema de emergencia activado por magnetos |
| M³ | Metros cúbicos |
| NEMA | National Electrical Manufacturers Association |

| | |
|-------------------------------------|--|
| NH3 | Amoniaco |
| Ohmios (Ω) | Medida eléctrica de resistencia |
| Osmosis | Acción de empujar un químico |
| Pad Mounted | Subestación integrada con protección en media tensión |
| PAF | Grupo PAF (pesca, areca y frisa) |
| Pellets | Medida de alimento fase final núm. 3 y 4 |
| PL | <i>Plug Line</i> |
| PPM | Partículas por millón |
| Pregordín | Medida de alimento fase núm. 2 |
| Pt's | Transformador de potencial |
| PSI | Medida de presión sistema internacional |
| Pulsatrón: | Marca de bombas dosificadoras de cloro |
| PVC | Policloruro de vinilo, material utilizado para la elaboración de tubería |
| RPM | Revoluciones por minuto |
| Set Point | Punto de ajuste de alguna variable |
| THHN | Thermoplastic High Heat Nylon (protección de cables eléctricos) |
| Volt | Medida de voltaje |
| W | Watt |
| Winch | Malacate |
| 1/0 | Medida de cable de baja tensión |
| 2/0 | Medida de cable de baja tensión |

GLOSARIO

| | |
|-----------------------|---|
| Capacitancia | En electromagnetismo y electrónica, la capacitancia o capacidad eléctrica es la propiedad que tienen los cuerpos para mantener una carga eléctrica. |
| Cinético | Del movimiento o relacionado con él. |
| DC | Corriente directa. |
| Dieléctrico | Cuerpo aislante o mal conductor del calor o la electricidad. |
| Diodo | Dispositivo electrónico de dos electrodos por el que circula la corriente en un solo sentido. |
| Dipolo | Conjunto de dos polos magnéticos o eléctricos de signos opuestos y cercanos entre sí. |
| DPDT | Doble Polo Doble Pivote. |
| Electrodo | Extremo de un conductor en contacto con un medio, al que lleva o del que recibe una corriente eléctrica. |
| Electroquímica | Estudia los fenómenos químicos que provocan electricidad y los fenómenos eléctricos que dan lugar a transformaciones químicas. |

| | |
|-----------------------|--|
| Ferroeléctrico | Material con una propiedad empírica de dieléctricos no centrosimétricos. |
| Fotovoltaica | Cuerpo que genera una fuerza electromotriz cuando se encuentra bajo la acción de una radiación luminosa o análoga. |
| Geiser | Es un tipo especial de fuente termal que emite periódicamente una columna de agua caliente y vapor al aire. |
| Impedancia | Resistencia aparente de un circuito dotado de capacidad y autoinducción al flujo de una corriente eléctrica alterna. |
| Integrado | También conocido como chip, microchip es una estructura de pequeñas dimensiones de material semiconductor. |
| Led | Diodo emisor de luz. |

RESUMEN

Según el artículo publicado en la Revista AviNews de avicultura.info, el consumo energético es cada vez más importante a la hora de controlar los costes de producción y asegurar la competitividad de la granja. Además, hay que considerar que la producción de energía es una actividad con costes medioambientales, tanto por razones ecológicas como económicas, es interesante el estudio de las formas en que se puede reducir el consumo energético de la granja.

El consumo eléctrico anual aproximado del sector asciende a 42 Gwh, como media puede considerarse que el consumo energético típico en una granja avícola es de 2,88 Watts h/ave/día, repartida en alimentación (55 %), ventilación (35 %) e iluminación (10 %). El consumo energético de una granja se concentra en los meses de verano debido al uso de los equipos de paneles (galletas) y ventilación (ventilas y extractores). La parte del consumo de electricidad, dedicada a la iluminación y la alimentación se mantiene, por el contrario, constante a lo largo del año.

OBJETIVOS

General

Diseñar y ejecutar un plan de ahorro energético que genere eficiencia y productividad en el uso de la energía eléctrica, en las galeras tipo convencional y túnel de granjas avícolas a nivel nacional.

Específicos

1. Desarrollar un sistema eficiente, que reúna todas las características necesarias para el desenvolvimiento de una mejor eficiencia energética en las industrias de producción avícola y ponerlo en ejecución.
2. Demostrar a los encargados de crianza avícola la importancia de tener los equipos en buen estado, para que no fallen durante el periodo de crecimiento de las aves. Que reporten los errores, problemas y daños que observen para verificarlos, arreglarlos y ponerlos en marcha, con el propósito de no afectar las mediciones de consumo energético.
3. Diseñar una red de distribución eléctrica dentro de una granja que contenga galeras tipo convencional y túnel que cumpla con todas las especificaciones necesarias para el promejoramiento de su eficiencia energética e índice productivo.

INTRODUCCIÓN

En el actual contexto económico y considerando que los recursos existentes para la producción de bienes y servicios son limitados, es necesario hacer un esfuerzo para racionalizar la utilización de energía. Es por este motivo que grupo PAF está de acuerdo con la realización de un plan para ahorro y mejora de la eficiencia energética del sector avícola, además de definir una serie de acciones que permitirían revisar los consumos energéticos de las explotaciones avícolas, así como introducir el uso de tecnologías eficientes energéticamente en este tipo de actividad. La anterior crisis aviar, el continuo incremento de los precios de alimento para aves, el incremento en el precio de los combustibles fósiles, sobre todo del gas propano GLP, que es con un porcentaje del 30 % aproximado como principal combustible utilizado en el sector, y las competencias entre empresas que se dedican al mismo proceso, ha provocado que la empresa PAF viva actualmente una situación delicada en el área energética.

Las recientes evaluaciones energéticas realizadas en grupo PAF, son el resultado de la recopilación de datos, análisis de las mismas y evaluaciones de los consumos energéticos de cada granja que compone la empresa. El objetivo fundamental de estas evaluaciones es la determinación de la viabilidad técnica y económica que presenta la aplicación de diversas medidas de ahorro y eficiencia energética en el conjunto de granjas analizadas y, al mismo tiempo, conocer la situación energética actual de cada granja respecto a cada área donde están ubicadas.

Este estudio de Evaluación Energética en granjas avícolas se llevó a cabo en una granja de engorde de pollo. Se constató que aunque la mayoría de las granjas están automatizadas y controladas por un Equipo Chore Tronics, los controles y monitoreo de los consumos eléctricos y térmicos son inexistentes. A partir del análisis de los datos recogidos se puede plantear una reducción del consumo en energía térmica del orden del 20 % a partir de la mejora de sistemas de calefacción y aislamientos y cerramientos (puertas y ventanas) de los galpones. En cuanto a la energía eléctrica, sería alcanzable un porcentaje de ahorro en el consumo en torno al 10 o 15 % mediante mejoras enfocadas a equipos de ventilación de alta eficiencia (trifásicos) y sistemas de iluminación eficientes (balastro electrónico y bombillas de bajo consumo) o instalaciones de leds dimerizables.

El presente anteproyecto se basa a la planificación del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) y se enfoca básicamente en las actividades presentadas a continuación:

- Analizar las infraestructura donde se estará realizando el proyecto energético del grupo PAF.
- Montaje y puesta en marcha de todos los equipos necesarios para implementar el proyecto.
- Diseñar equipos y redes para cada situación que se requiera.
- Pruebas y resultados de la implementación del proyecto.

Apoyado por lo anterior se enfocó a que el proyecto sea un éxito para la industria avícola y que se utilice más adelante en las otras granjas que maneja el grupo PAF, por ejemplo granjas reproductoras, granjas porcícolas e incubadora.

1. COMPONENTES DE UNA GRANJA DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA – PROCESO ANTIGUO

El estudio refleja el estado actual que presenta la granja que se utilizará como prototipo para realizar el análisis energético, donde se realizarán las modificaciones necesarias para reducir costos de electricidad y óptima producción en las cosechas subsiguientes.

1.1. Suministro de electricidad

La granja cuenta con tres acometidas eléctricas, el cual ingresa del cableado principal de media tensión en 13,2 kV a un poste con Pt's y Ct's, estos equipos hacen la función de monitorear la calidad de onda, así como la medida de armónicos y corrientes que circulan en el lado del secundario, enviando la información al contador general de la comercializadora que distribuye el servicio de energía eléctrica de ese sector, luego el cable es desviado a tres postes distribuidos en varias áreas de todo el perímetro de la granja, ver figuras 1 y 2.

Figura 1. **Contador general**



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. **Poste con Pt's y Ct's**



Fuente: elaboración propia.

1.1.1. Subestación eléctrica

Tres subestaciones eléctricas con banco de transformadores de 13,2 kV en el lado del primario y 120/240 voltios en lado del secundario conectados en Estrella-Delta, esto compone la distribución de energía de toda la granja donde se divide en áreas que abarcan las galeras tipo convencionales y túneles de uno y dos niveles, como las oficinas administrativas, bomba del pozo núm. 1, lavandería y casa del supervisor.

1.1.1.1. Capacidad instalada

La capacidad instalada de carga eléctrica que se tiene en una granja de producción avícola, depende mucho en la cantidad de galeras que se instalen en el sitio, en este caso, se tomará como prueba piloto la granja San Pablo ubicada en el kilómetro 80,5 carretera a Taxisco, aldea Brito, Chiquimulilla, como se observa en el anexo 1, esta cuenta con 36 galpones o galeras, 11 tipo convencional y 25 tipo túnel de dimensiones promedio 10 x 120 metros.

El tipo convencional es una galera simple que cuenta con solo estructura de madera, piso rústico, malla en todo el contorno, iluminación tipo PL (plug line) de espiral sencillas con balastro incorporado, este tipo de bombillas permiten un ahorro energético, debido a que su consumo es de 13 watt y tiene la intensidad lumínica de una incandescente de 75 watt, cortinas de plástico oscuro en el contorno, ventiladores distribuidos a cierta distancia a lo largo de la galera, sistema de comedero tipo campana invertida y sistema de bebedero tipo campana, ver figuras 3 y 4.

Sistema de gas GLP con criadoras simples como se observa en la figura 5, la capacidad instalada en dicha galera es de 8 kW, con un voltaje de 120 y

240 voltios monofásico y 240 voltios trifásico. La galera tipo túnel de un nivel o de dos niveles, es más tecnificada, cuenta con estructura metálica, piso fundido de concreto, levantamiento de tres hiladas de *blocks* con cemento fundido para colocación de malla tensada en los laterales de la misma, iluminación de bombillos tipo PL de espiral dimerizables a lo largo de la galera, cortinas en los laterales obscuras antireflejante, extractores de aire en uno de los extremos de la galera.

Se instalan según el tamaño en metros cuadrados de la galera, cielo falso con recubrimiento de un material resistente al agua y al amoniaco (NH₃), que genera el excremento de las aves, un sistema de paneles tipo galleta, ubicados en el otro extremo de la galera, hace la función de un radiador para transferencia de calor (caliente-frío). Sistema de comedero con dosificación automática, sistema de bebedero de agua tipo chupón graduable, como se observa en la figura 6, sistema de ventilas instaladas en los laterales y automático de crianza aviar tipo *chore tronics*. Sistema de gas GLP con criadoras automáticas, ver figura 7. La capacidad instalada en dicha galera es de 12 kW, con un voltaje de 120 y 240 voltaje monofásico y 240 voltios trifásico.

Figura 3. **Comedero tipo campana**



Fuente: comederos para pollos.

Figura 4. **Bebedero tipo campana**



Fuente: bebederos para pollos.

Figura 5. **Galera tipo convencional con estructura de madera**



Fuente: galera grupo PAF.

Figura 6. **Estructura de una línea de bebedero para aves**



Fuente: bebederos aves.

Figura 7. **Galera tipo túnel con ventilas, criadoras y sistemas de comederos**



Fuente: galera grupo PAF.

Teniendo en cuenta los datos de los consumos de cada galera en la granja, oficinas, vivienda y periféricos, cuenta con tres subestaciones eléctricas, dos de 150 KVA y una de 225 KVA para dar una capacidad de 525 KVA totales para el manejo eléctrico de toda la granja (galeras, pozo de agua, iluminación interna y perimetral, oficinas y casa del supervisor (iluminación, lavadora, refrigeradora)).

1.1.1.2. Protecciones

Las protecciones con que cuentan las tres subestaciones son: en cada poste existe un fusible por línea con la capacidad de soportar la corriente eléctrica que circula en él, cada fusible tiene una capacidad de 20 amperios, cuenta también con pararrayos colocados en cada línea, cada unidad tiene una capacidad de 11 kV para ser activados en cada descarga electroatmosférica,

ver figura 8, la función principal de este equipo es brindar la protección de descargas eléctricas en las líneas de transporte de energía eléctrica que ingresa a la granja, están situados en cada punto de ingreso a los bancos de transformadores PE11, PE23 y PE29.

Figura 8. **Corta circuito para protección de cableado de alta tensión**



Fuente: protecciones eléctricas.

1.1.1.3. Tierras físicas

Cada subestación cuenta con una tierra física, colocada en tierra firme no tratada químicamente, utilizando una varilla de cobre, cable desnudo núm. 4, una mordaza y aterrizado en el chasis del tablero del Interruptor general. La principal razón de la conexión a una tierra física, es proteger de una descarga eléctrica. La función de la terminal es aterrizado o mantener a un voltaje de cero voltios, toda la estructura metálica de la máquina. De esta manera, si por alguna razón, un conductor eléctrico que tenga un voltaje superior a cero voltios, tocara a la estructura de la máquina, esta estructura sigue estando a cero voltios,

impidiendo que el voltaje del conductor que la tocó, ocasione daños o lesiones a los usuarios de los equipos.

1.1.1.4. Pararrayos

Cada subestación no cuenta con pararrayos exteriores, solo con los que están instalados en los postes de ingreso de energía, su objetivo es atraer un rayo ionizado del aire para conducir la descarga hacia tierra, de tal modo que no cause daños a las personas o construcciones que están instaladas alrededor del perímetro.

1.1.1.5. Ventilación

Debido a que los transformadores son de clase "C", donde tienen una combinación de mica, porcelana, vidrio, cuarzo y sus devanados están sumergidos en un aceite inerte, soportan 150 grados centígrados de temperatura, su enfriamiento debe de ser con ventilación natural o forzada.

1.1.1.6. Área de construcción

No cuenta con área específica solo la caseta de interruptores, donde ingresan los cables directamente desde los transformadores ubicados en el poste interno de la granja.

1.1.2. Transformadores de 3x50 kVA y 3x75 kVA

En cada poste ubicado en diferente sector de la granja se encuentran los transformadores de bajada, que distribuyen la energía eléctrica. Dos de ellos

PE11 y PE29 tienen la capacidad de 3x50 kVA y el tercero PE23 tiene la capacidad de 3x75 kVA, como se muestra en las figuras 9, 10 y 11.

Figuran 9. **Posteado eléctrico de alta con transformadores de baja de 3 * 75 KVA**



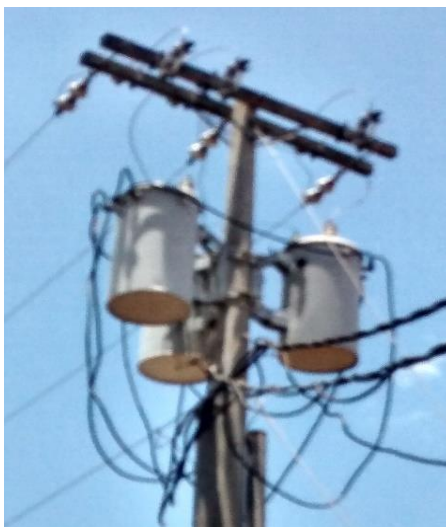
Fuente: subestación PE23.

Figura 10. **Posteado eléctrico de alta con transformadores de baja de 3 *
50 KVA**



Fuente: subestación PE11.

Figura 11. **Posteado eléctrico de alta con transformadores de baja de 3 *
50 KVA**



Fuente: subestación PE29.

1.1.2.1. Pararrayos

Como parte de protección a la red eléctrica que actualmente se cuenta en la granja, en el posteo eléctrico están conectados pararrayos que ayudan a proteger las descargas electroatmosféricas de esa área, su capacidad va de 11 kV a 15 kV.

1.1.2.2. Transformador de potencial, Pt's

No se tiene transformadores de potencial en el posteo eléctrico ubicados dentro de la granja, debido a que no hay sistemas de medición interna, solo en el ingreso principal.

1.1.2.3. Transformador de corriente, Ct's

No se tienen transformadores de corriente en el posteo eléctrico ubicado dentro de la granja, debido a que no hay sistemas de medición interna, solo en el ingreso principal.

1.1.2.4. Tierra física

Las tierras físicas del posteo eléctrico son muy livianas, actualmente baja un cable calibre núm. 10 THHN hacia una varilla que se encuentra enterrada en tierra firme no tratada, ubicada a 2 metros del pie del poste, no presenta ninguna protección a la red de distribución eléctrica dentro de la granja, este punto es crítico y se debe de corregir, haciendo una instalación correcta, debido a que la principal razón de la conexión a una tierra física, es de proteger de una descarga eléctrica.

1.1.2.5. Contador de energía interno

No se cuenta con equipos de medición en los postes del tendido eléctrico interno, los registros de consumos se llevan en base a una tabla elaborada en Excel y tomados los datos del contador principal de la comercializadora de energía, este se encuentra en la parte exterior de la granja, ver anexo 2.

1.1.2.6. Protección principal

Las protecciones principales se encuentran ubicadas en las casetas que están dentro de la granja, los valores de cada una, están calculados en base al consumo de energía de las diferentes áreas donde están colocados los galpones, cada protección tiene un valor de 400, 600 y 800 amperios respectivamente, dependiendo de la cantidad de carga instalada, ver anexos 3, 4 y 5.

1.1.3. Generador eléctrico

En la granja actualmente existe tres generadores de diferentes capacidades, nombrados de la siguiente manera: PE11, PE23 y PE29 de 150 kW, 275 kW y 135 kW respectivamente, según los datos tomados, estos son capaces de soportar toda la carga instalada que se tiene en la granja, distribuidos por sectores, ver figuras 12, 13, y 14 y anexos 3, 4 y 5.

Figura 12. **Generador pe11, capacidad 150 kw**



Fuente: grupo PAF.

Figura 13. **Generador PE29, capacidad 275 kw**



Fuente: grupo PAF.

Figura 14. **Generador pe23, capacidad 135 kw**



Fuente: grupo PAF.

1.1.3.1. Tanque de diésel

Cada generador tiene su propio tanque de diesel con capacidades de 2 000 galones (dos unidades) y de 500 galones respectivamente, los tres están instalados en casetas separadas según las indicaciones del Ministerio de Energía y Minas de Guatemala, no se observa que cuente con sistemas de seguridad industrial, ver figuras 15, 16 y 17.

Figura 15. **Tanque de diesel 2 000 galones capacidad, generador pe 11**



Fuente: grupo PAF.

Figura 16. **Tanque de diesel 500 galones capacidad, generador pe 29**



Fuente: grupo PAF.

Figura 17. **Tanque de diesel 2 000 galones capacidad, generador pe 23**



Fuente: grupo PAF.

1.1.3.2. Tierra física

Se cuenta con tierras físicas en cada generador instalado en tierra firme con varilla de cobre y cable núm. 4 desnudo, están ubicados en la estructura de las bases de los generadores.

1.1.3.3. Protección secundaria

Los generadores cuentan con tres protecciones secundarias, sirven de protección en el área en la cual están distribuidas todas las galeras que se tienen en la granja, las capacidades de cada uno son: PE11 400, PE23 800 y PE29 400 amperios, respectivamente.

1.1.4. Transferencia eléctrica manual

Por ser un área muy lluviosa y a la vez las constantes tormentas que azotan el sector, es necesario tener una transferencia en cada generador de la granja, son de tipo manual con anclaje de cuchillas, al irse la energía externa la persona encargada debe activar manualmente la transferencia para ingresar la energía del generador, al regresar la energía externa, procede nuevamente a revertir el paso de energía interna a externa.

1.1.4.1. Panel de la transferencia manual

El panel de la transferencia es una cabina en la cual está montado un juego de cuchillas, una en cada fase, se encuentran ubicadas en cada subestación eléctrica de la planta, son de tipo manual. Cuando se requiere activar, la persona encargada llega al sitio a activarla, el tiempo que se lleva en realizar esta tarea es largo, debido a que las plantas generadoras están a una distancia muy larga una de otra, la forma de contrarrestar este trabajo es colocarles transferencias automáticas. En el presente proyecto se contempla instalar dos generadoras de mayor capacidad con sus accionamientos automatizados, ver figura 18.

Figura 18. **Panel de transferencia manual de 600 AMP**



Fuente: grupo PAF.

1.1.5. Cableado y poste eléctrico

La alimentación de energía es transportada por cables que soportan tensiones de baja potencia, un cable por fase y un neutral, se dividen en tres ramales que llegan a las subestaciones PE11, PE23 y PE29, sujetadas en postes, hasta llegar al crucero donde están ubicados los bancos de transformadores.

1.1.5.1. Tipo de cable

El tipo de cable es de material de aluminio, forrado con aislante color negro, soporta tensiones de baja potencia, consistencia durable, la medida de 1/0 o 2/0.

1.1.5.2. Tipo de poste

Existe dos tipos de posteo ubicados en la granja, de madera tratada con osmosis inversa, son fabricados por la empresa LIGNUM, así como de cemento con estructura de hierro en la parte interna y mezcla de cemento que soporta 2 000 PSI de presión, debido a los fuertes vientos que azota el área y no tienda a fisurarse, llevan un agujero en medio para bajar la tierra física del mismo.

1.1.5.3. Corta circuito eléctrico

En cada poste, el cableado eléctrico de las tres fases, finaliza en un corta circuito o fusible que ayuda a interrumpir la corriente que circula por el mencionado cableado eléctrico, en repetidas ocasiones se ha tenido la necesidad de cambiarlo, debido a que por las descargas electro atmosféricas tienden a quemarse y dejar la granja a dos fases.

1.1.6. Diagrama unifilar

Es la presentación nemotécnica de cómo se encuentra la distribución de cargas en toda la granja, asimismo, de cómo está representado el ingreso de la línea de alta a baja tensión, ver anexo 6.

1.2. Suministro de agua

En la granja de producción avícola uno de los principales puntos importantes para la crianza de pollo es el suministro de agua. Por lo regular hay un pozo subterráneo por granja y en algunos casos dos unidades, dependiendo de la cantidad de pollo que ingrese en la granja San Pablo. Actualmente cuenta con una unidad de 10 HP, con galonaje de 175 galones por minuto, se tiene a la vista realizar otro pozo a corto plazo, debido a que ha bajado el nivel freático y por ende el galonaje del vital líquido para la hidratación de los pollos.

1.2.1. Pozo de agua

En la granja el pozo de agua actual suministra 175 galones por minuto, abastece un tanque cisterna aéreo de 240 m³, el agua es tratada con una bomba dosificadora de cloro marca Pulsatrón, mantiene clorado a 4 ppm, luego la suministra a toda la granja por tubería subterránea a presión atmosférica, hasta unos depósitos nodrizas que se encuentran en el ingreso de cada galpón, ver cálculo de capacidad de tanque anexo 7.

1.2.1.1. Motor sumergible

El pozo cuenta con 800 pies de profundidad, con tubería de 4" y al final se encuentra instalado un motor sumergible de 10 HP, 230 voltios trifásico, marca American con chasis de acero inoxidable, tiene la capacidad para soportar la fuerza de empuje para extraer agua de esa profundidad.

1.2.1.2. Bomba de 16 etapas

La bomba de 16 etapas colocada seguidamente después del motor, es complemento necesario para soportar la columna de agua que tienen que elevar y vencer los 40 tubos que componen el pozo, ver figura 19.

Figura 19. **Bomba de agua de 16 etapas sumergible**



Fuente: grupo PAF.

1.2.1.3. Tipo de cableado

El cableado es blindado y forrado para soportar humedad, calibre de 3 líneas núm. 4 y una línea de tierra que se coloca al chasis de la camisa del pozo.

1.2.1.4. Tierra física

Está colocada en tierra firme no tratada químicamente, con un cable núm. 4 sin forro y una varilla de cobre instalada en el chasis del panel de control, no hay historial de ohmeaje de dicha tierra física.

1.2.1.5. Arrancador electromecánico

El motor cuenta con un arrancador electromecánico no automatizado al ser activado, se observa que hay picos de corriente que afectan el consumo eléctrico, punto crítico en la granja que se tomará en cuenta para no ser penalizados en la facturación mensual.

1.2.1.6. Protección térmica

No cuenta con protección térmica solo con una protección de fases

1.2.2. Tanque de agua aéreo

Se cuenta con un tanque de agua aéreo con dimensiones de 6 metros de ancho por 8 metros de largo y 5 metros de profundidad, que provee una capacidad de 240 metros cúbicos, colocado a 6 metros de altitud para aprovechar la gravedad atmosférica y así suplir de agua a las 36 galeras de la granja. Construido de cemento fundido para soportar las presiones internas cuando está a un 90 % de su capacidad, ver figura 20.

Figura 20. **Tanque de agua aéreo**



Fuente: grupo PAF.

1.2.2.1. Flote mecánico

Para mantener el nivel de agua interno en el tanque se tiene un flote mecánico de 4" de fluido, con el propósito de no permitir que se vacíe en menos tiempo el tanque, debido a que la demanda de consumo de agua en todas las galeras es mucho mayor cuando el pollo ya tiene 16 días de crecimiento.

1.2.2.2. Capacidad instalada

La capacidad instalada del tanque está debidamente calculada a la cantidad de pollos que alberga la granja San Pablo, cuando se tiene un 98 % de pollos en edad adulta, ver anexo 7.

1.2.3. Bomba Hidroneumática

Cuando no se da abasto la cantidad de agua para suministrar en las galeras por gravedad atmosférica, se utiliza una bomba hidroneumática para ayudar a llenar los tanques secundarios que se tienen en el ingreso de cada galera, su presión seteada es de 30 a 35 PSI, para no dañar la tubería de PVC que transporta el vital líquido.

1.2.3.1. Motor eléctrico

En el área del hidroneumático se observa un motor eléctrico de 5HP, 230 voltios monofásico, 3 570 RPM, vertical, las revoluciones permiten mantener presurizado todo el sistema, activado por un presostato mecánico, ver figura 21.

1.2.3.2. Bomba

Es parte fundamental del sistema hidroneumático, se encuentra incorporada al motor eléctrico verticalmente, consta de cuatro impulsores colocados cara con cara para tener mayor capacidad de empuje y llenar en el menor tiempo posible toda la tubería de PVC de la granja, su ingreso y salida de fluido es de 2" de diámetro, ver figura 21.

Figura 21. **Motor eléctrico y bomba hidroneumática de presión**



Fuente: grupo PAF.

1.2.3.3. Tanque de presión

Para mantener la presión en toda la tubería y activar el presostato que arranca y para el motor de distribución de agua, existen dos tanques con capacidad de 50 PSI cada uno, uso alterno cuando es necesario.

1.2.3.4. Arrancador eléctrico

Cuando el presostato mecánico es activado ya sea para carga y descarga de la presión del sistema, se activa un interruptor interno que deja pasar o desactiva la corriente al arrancador eléctrico (contactor) ubicado en el panel, no se cuenta con un variador de frecuencia para evitar las elevaciones de energía innecesarias.

1.2.3.5. Protección térmica

No se cuenta con una protección térmica, solo con una protección de fases que no permite activar el contactor cuando hay diferencia de voltajes en cada fase.

1.2.4. Bomba dosificadora de cloro

Por ser agua extraída de un pozo subterráneo y por no contar con una planta de tratamiento de agua, es necesario clorificarla como parte de la bioseguridad y crecimiento del ave, con esto se evita que se enfermen de algún parásito adquirido por el vital líquido. Está ubicada dentro de una caseta especial debido a la alta corrosión del químico, su dosificación es de 4 ppm y es activada cuando arranca la bomba del pozo, ver figura 22.

Figura 22. Bomba dosificadora de cloro



Fuente: grupo PAF.

1.2.4.1. Contactor eléctrico

La bomba dosificadora de cloro no cuenta con un contactor eléctrico, su voltaje es 110 voltios y se encuentra conectada al auxiliar del contactor de la bomba del pozo subterráneo.

1.2.5. Tubería de alta presión 250 PSI de PVC

En toda la granja se encuentra instalada una red de distribución de agua con tubería de PVC de diferentes medidas, la presión que soporta es de 250 psi, suficiente para el trabajo necesario de la bomba hidroneumática. La red cuenta con muy buenas condiciones e instalada a 0,60 metros de profundidad de la tierra firme, con la finalidad de que no se dañe cuando pase un vehículo por esa área.

1.3. Suministro de alimento

En el proceso de producción y crianza de aves el suministro de alimento es uno de los factores más importantes, debido a que el principal objetivo de la empresa es la comercialización de pollo de engorde, el alimento es distribuido dependiendo de las semanas de crecimiento, donde va incrementando paulatinamente, hasta que el ave es llevada al rastro. El alimento es transportado en pipas a granel (pellets) para distribuirlo en toda la granja, depositándolo en los silos que se encuentran en la parte exterior de las galeras.

1.3.1. Transporte

El transporte de alimento por ser delicado es llevado en pipas de acero inoxidable. Cada pipa contiene compartimientos de los cuales, cuando es

ingresado a granja, control de calidad toma muestras para garantizar la inocuidad del pollo al ingerirlos, su presentación es dependiendo de la edad de crecimiento, sus nombres comerciales son pregordin, gordin y pellets, como se observa en la figura 23.

Figura 23. **Pipa carga de concentrado para alimento de aves**



Fuente: grupo PAF.

Figura 24. **Balanza tipo manual con sistema de fieles de diferente tamaño**



Fuente: grupo PAF.

1.3.1.1. Balanza manual

Para pesar el alimento que se distribuye a las aves dentro de las galeras se utiliza una balanza manual con fieles de 1, 5, 25 y 100 libras, se coloca debajo de los silos y el alimento se descarga en costales de 100 libras cada uno, ver figura 24.

1.3.2. Silos

Los silos son compartimientos en forma cónica que varían de capacidad entre 2 toneladas, 4 toneladas, entre otros, dependiendo la cantidad de pollo que alberga la galera.

En la parte del cono hay una compuerta que sirve para botar el concentrado en los costales que servirán para ingresar el alimento a la galera, todo este proceso es manual, ver figura 25.

Figura 25. **Silo para almacenamiento de concentrado de aves**



Fuente: grupo PAF.

1.3.2.1. Carga manual

La carga de concentrado hacia la galera se realiza manualmente, debido a que no se tiene un sistema automatizado que permita la distribución de alimento hacia los comederos mecánicamente, ver figura 26.

Figura 26. **Proceso manual de alimento**



Fuente: proceso manual de alimento.

1.3.3. Almacenamiento

Las personas encargadas de distribuir el alimento dentro de la galera, al finalizar la tarea y observan que tienen sobrantes del alimento proceden a almacenarlo para luego continuar utilizándolo cuando llegue el momento de volver a darle comida a las aves.

1.3.3.1. Área de almacenamiento

En cada galera existe una pequeña área de almacenamiento, con el fin de guardar costales de concentrado ya utilizados o por utilizarse, su capacidad es aproximadamente para unos dos días de producción, por ser áreas demasiado lluviosas el concentrado se debe de almacenar bien protegido para que no se moje y dañe el producto.

1.4. Suministro de gas GLP

En cada granja se tiene tanques de gas GLP con la finalidad de mantener encendidas las criadoras de pollo durante dos semanas de crecimiento, debido a que el ave necesita tener calefacción directa, no tienen la capacidad de autorregular su temperatura. Después de 15 días no necesitan calefacción emitida por las criadoras, sino, solo la natural y la temperatura propias de ellas, ver figura 27.

Figura 27. Cilindro de gas propano glp de 1 000 gls



Fuente: grupo PAF.

1.4.1. Tanque Nodriza de 500, 1 000, 2 000 galones de GLP

Tres son los tipos de tanques Nodriza que mantiene el gas GLP en granja, las capacidades oscilan entre 500 galones, 1 000 galones y 2 000 galones, estos son llenados cada dos días cuando ingresan los pollitos de un día, hasta completar dos semanas, se repite el ciclo cada cosecha.

1.4.2. Válvulas reguladoras de gas

En cada ingreso de gas en las galeras, existen válvulas reguladoras de presión de gas propano, estas ingresan una presión de 60 psi y son reguladas a un rango de 2 a 4 psi, presión necesaria para mantener encendidas las criadoras en los círculos maternos de pollo de un día de nacido, ver figura 28.

Figura 28. **Sistema de regulación de gas dentro de la galera**



Fuente: grupo PAF.

1.4.2.1. Red de tubería de suministro de gas

La red de tubería del suministro de gas propano de toda la granja, se encuentra instalada subterráneamente en las calles donde circulan los vehículos y en las galeras, esto ha dificultado el mantenimiento de dicha red. Debido a las constantes fugas hay que abrir una zanja, detectar la fuga y repararla, este es un punto crítico que se tiene que mejorar para evitar problemas a futuro, ver anexo 8.

1.4.2.2. Manómetro de gas propano

Para llevar el control de las presiones que ejerce el gas en la tubería, se encuentran instalados manómetros en la salida del tanque nodriza, así como también, en el ingreso de cada galera, los rangos oscilan de 0 – 100 psi en la salida y de 0 – 5 psi en el ingreso.

1.4.2.3. Válvula Reguladora de GLP para 11 columnas de Hg

En la salida de los tanques nodriza de gas propano, se encuentra instalada una válvula reguladora de gas GLP muy especial, esta es la que regula la presión con base a las dimensionales de presión, su rango de trabajo es de 10 a 11 columnas de mercurio (Hg), su estructura de construcción es diferente a una válvula reguladora de las comunes, ver figura 29.

Figura 29. **Válvula reguladora de gas propano de 0 a 160 psi**



Fuente: grupo PAF.

1.5. Galeras tipo convencional

En granja San Pablo se tienen galeras tipo convencional de uno o dos niveles, su estructura de construcción, no en todas, es de madera, formada de dos aguas y con un monitor en el centro de la galera. Su piso es de un mezclón de arena y cal, enmallado en todo el contorno con malla anti pájaros, provistos de alimentación de agua y energía eléctrica suficiente para iluminación y conexión de ventiladores, (ver figura 30).

Figura 30. Galeras tipo convencional abierta



Fuente: grupo PAF.

1.5.1. Sistema de comedero

Se calcula en base al tamaño de la galera, en algunos casos se ponen de dos, tres y hasta cuatro líneas de comedero, depende de la cantidad de aves por metro cuadrado del galpón.

1.5.1.1. Comederos tipo campana invertida

Las galeras cuentan con sistemas de comedero en todo el largo del galpón, son de tipo campana invertida, ver figura 3, la forma de uso es verter el alimento dentro del cilindro vertical hasta nivelarlo con el plato, cuando las aves comen en el plato se va vaciando por gravedad, luego se vuelve a repetir el proceso, hasta que se cumpla la cantidad de comida que se le tiene que dar a los animales.

1.5.2. Sistemas de bebedero

El sistema de bebedero se calcula también en base al tamaño de la galera, en algunos casos se ponen tres, cuatro y hasta cinco líneas de bebedero, depende de la cantidad de aves por metro cuadrado del galpón.

1.5.2.1. Bebederos tipo campana invertida

Las galeras cuentan con sistemas de bebedero en todo el largo del galpón, son de tipo campana invertida, ver figura 4 la forma de uso es llenar de agua en el tazón invertido hasta hacer el vacío y nivelarlo con el plato, al beber las aves se va vaciando por gravedad, luego se vuelve a llenar hasta cumplir con la edad adulta.

1.5.3. Sistema de gas

El sistema de gas dentro de la galera se encuentra distribuido de tal forma que abarque todos los puntos necesarios donde se va a utilizar, tiene un ingreso y una salida donde se interconecta hacia otra galera, formando un anillo

en todas las galeras y por consiguiente en toda la granja, con el propósito de tener presurizada toda la tubería en el que circula el gas.

1.5.3.1. Red de distribución de gas propano GLP

La red de distribución de gas dentro de la galera, inicia desde el sistema de control de temperatura, luego se posiciona en medio para distribuir dos zonas de calor, de la tubería principal se derivan caídas para interconectarse con manguera y luego hacia las criadoras del círculo materno del pollo de un día.

1.5.3.2. Arbolito de distribución de gas

El arbolito como le dicen en granja, es un sistema donde se hacen los bypass para recircular el gas dentro de la galera, su construcción consta de válvulas reguladoras que bajan de 2 a 4 psi, un control de temperatura que manipula una electroválvula de apertura y cierre del fluido del gas, dos manómetros y una caja de control eléctrico que activa el termostato, ver figura 28.

1.5.3.3. Criadoras de gas propano manual

Las criadoras de pollo bebe son de tipo manual sencilla, son activadas con un mechero para que enciendan, se colocan de forma que se abran varios círculos maternos para albergar la cantidad de pollo que necesita la galera. Con el paso de los días se van abriendo, hasta que desaparecen los círculos, dos semanas después, luego se desactivan para resguardarlos y tenerlos listos para la próxima cosecha, ver figura 31.

Figura 31. **Criadora de gas propano tipo manual**



Fuente: grupo PAF.

1.5.4. Sistema Iluminación

La gran mayoría de las granjas nacionales de cría a gran escala siguen utilizando las lámparas incandescentes o de baja capacidad de ahorro energético; tienen una corta vida útil, son frágiles, fáciles de corroer y de baja eficiencia energética (especialmente la lámpara incandescente ordinaria), las más utilizadas en las granjas avícolas actuales son las de tipo PL de 13 watts.

1.5.4.1. Bombillo tipo PL de 13 watts roscable

Los bombillos tipo PL de 13 watts, han venido a sustituir a los bombillos incandescente ordinarios, con el propósito de bajar el consumo energético de las galeras de una granja de crianza de pollo. En las galeras convencionales se distribuyen a lo largo de tal forma que abarque una cierta área de luminosidad mientras crece el ave, su mayor consumo es cuando el pollo está a temprana edad y así sucesivamente mientras va creciendo se debe de ir minimizando la luminosidad como parte del proceso de engorde, ver figura 32.

Figura 32. Bombillo tipo pl de 13 watts roscable Sylvania



Fuente: grupo PAF.

1.5.4.2. Tipo de cableado interno

El cableado de una galera convencional es sencillo y práctico, consiste en tres cables núm. 8 tipo THHN (dos líneas 120 voltios y una Neutral), tendido a lo largo del galpón, de los cables derivan las conexiones para la iluminación, toma de 120 / 240 voltios e instalaciones de los ventiladores.

1.5.4.3. Tablero eléctrico

Es de 8 polos 120/240 voltios monofásicos, marca Electrix, ver figura 33.

Figura 33. **Tablero eléctrico de ocho polos Electrix**



Fuente: grupo PAF.

1.5.4.4. Contactores y protecciones

Las protecciones con que cuenta una galera convencional es solo un contactor para los ventiladores y tres protecciones para las instalaciones de 120 / 240 voltios monofásico. Una unidad de 60 amperios, cuando se requiere hacer lavado de la galera y necesitan conectar una bomba de alta presión, así como, dos unidades de 30 amperios cada una para la iluminación y tomas eléctricas de 120 voltios.

1.5.5. Sistema de ventilación

El propósito de la ventilación mínima es la de proveer una buena calidad de aire. Es importante que las aves siempre tengan niveles adecuados de oxígeno y mínimos niveles de CO₂, CO, NH₃ y polvo. Una ventilación mínima inadecuada y por lo tanto una baja calidad de aire dentro del galpón traerá como consecuencia elevados niveles de amoníaco, dióxido de carbono y humedad que a su vez, pueden desencadenar enfermedades crónicas respiratorias.

Los niveles de amonio deben evaluarse al nivel de las aves. Los efectos negativos del amoniaco incluyen quemaduras de patas, lesiones de ojos, ampollas en la pechuga, lesiones de piel, bajo peso corporal, baja uniformidad, mayor susceptibilidad a enfermedades y ceguera.

Los factores climáticos inciden en las condiciones ambientales existentes dentro de los galpones, de acuerdo al tipo de aves (pollo, gallinas reproductoras, gallinas de postura comercial) y edad de las mismas, se requerirán distintas temperaturas.

En los galpones convencionales de pollo de engorde, su ventilación en climas fríos basta con solo bajar las cortinas laterales y en climas cálidos es necesario utilizar ventilación forzada.

1.5.5.1. Ventiladores de mando directo

Cuando se requiere utilizar ventilación forzada en una galera debido a las altas temperaturas que llega internamente, no solo por temperatura exterior, sino por la temperatura que desarrollan las aves corporalmente, es necesario activar los ventiladores de mando directo, la función principal es bajar la temperatura corporal del ave y mantener con temperaturas óptimas del galpón para el mejor confort que requiere el pollo en crecimiento, ver figura 34.

Figura 34. **Ventilador de mando directo**



Fuente: grupo PAF.

1.5.5.1.1. Motor eléctrico

El ventilador de mando directo ésta constituido por un motor eléctrico de 1 800 RPM, 240 voltios monofásico, eje de diámetro 5/8", marca Baldor, esta montado sobre una estructura metálica.

1.5.5.1.2. Aspas de 36"

Las aspas que soporta el motor eléctrico son fijas, colocadas a 120 grados una de otra, debidamente balanceadas para evitar vibraciones en la estructura metálica, su cálculo de cfm (pies cúbicos por minuto) se realiza en base a la cantidad de pollos que alberga la galera, con la finalidad de ventilar y refrescarlos no sofocarlos con el aire.

1.5.5.1.3. Tipo de cableado

La conexión la realizan con un cable tipo TSJ de 3x 0, con un interruptor para manejar el ventilador en sitio cuando se requiera.

1.5.5.1.4. Tablero eléctrico

El tablero eléctrico es de 8 polos monofásico, marca Electrix, ver figura 33.

1.5.5.1.5. Contactores y protecciones

Los ventiladores ya instalados cuentan con una sola protección de 60 amperios y un contactor para los 8 ventiladores que se colocan dentro de la galera, ver figura 33.

Figura 35. **Tanque aéreo sistema de distribución de agua interno**



Fuente: grupo PAF.

1.5.6. Sistema de agua

El sistema de distribución de agua interna de las galeras está constituido por un tanque nodriza aéreo, un sistema de dosificación de químico y la red de tubería de PVC que se acopla a los sistemas de bebederos de los pollos, el agua cae por gravedad atmosférica, ver figura 35.

1.5.6.1. Red de distribución de agua

La distribución de agua ésta conformada por tubería de PVC de 1" a 125 PSI con reductores intermedios a $\frac{3}{4}$ " para acoplarse a los sistemas de bebederos.

1.5.6.2. Tanque aéreo

La capacidad del tanque aéreo está calculada en base a las cantidades de agua que consumen los pollos, aproximadamente a la edad de 21 días el consumo promedio es de 0,35 litros de agua diario por ave, las medidas del tanque son de 2 metros de ancho x 3 de largo x 1,5 metros de profundidad.

1.5.6.3. Sistema de dosificación de químicos

El sistema de dosificación de químicos se encuentra instalado en el ingreso de la red de tubería de agua al tanque aéreo, esto con la finalidad de proveer al pollo de vacunas, vitaminas, entre otros, disueltas en el vital líquido, ver figura 36.

Figura 36. Sistema de dosificación de químicos



Fuente: grupo PAF.

2. ANÁLISIS ENERGÉTICO TOMADO EN LA GRANJA – PROCESO ANTIGUO

El consumo energético es una cuestión cada vez más importante a la hora de controlar los costes de producción y asegurar la competitividad de la granja. Además, hay que considerar que la producción de energía es una actividad con costes medioambientales. Por razones ecológicas como económicas, es interesante el estudio de las formas en que se puede reducir el consumo energético de la granja.

2.1. Toma de muestra energética en sitio

La toma de muestra energética se realizará en varios puntos de la granja, con el propósito de observar el comportamiento no solo de la energía, así como las cargas instaladas y su respectivo balance, para realizar los ajustes y arreglos necesarios, dejar en condiciones óptimas la granja y evitar problemas a futuro.

2.1.1. Toma de muestras

Los siguientes cuadros representan los consumos actuales de los tres sectores que suministran energía a toda la granja, representados en amperios, las gráficas representan las protecciones principales y las protecciones secundarias de cada sector, ver anexos 9, 10, 11, 12, 13 y 14.

2.2. Análisis energético de las muestras

Después de haber colocado por cuatro días el analizador de energía en una de las redes que distribuyen a la granja, se observó de varias situaciones que afectan el consumo energético y repercute en el costo de la carne. Se solicitó el apoyo a la empresa Siemens para que analizara las gráficas y realizaron recomendaciones para evitar los picos y desfases que se proyectaron al bajar toda la información que se recabó durante ese periodo.

2.3. Gráficas

En las gráficas proyectadas se pueden observar picos de desequilibrio de tensión, variaciones en las intensidades de cada fase, como también los desequilibrios que existen en las frecuencias de tensión e intensidades, entre otros, como se observa en los anexos A, B C y D.

3. COMPONENTES DE UNA GRANJA DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA – PROCESO ACTUAL

En el presente capítulo se conocerá los cambios de los diversos equipos, con el propósito de mejorar las condiciones en que se encuentran los sistemas que distribuyen y generan energía en la granja, así como también, la infraestructura de los galpones, para mejorar la producción, garantizar el confort necesario y crecimiento de las aves.

3.1. Suministro de electricidad

Debido a la remodelación de dos galeras convencionales y convertirlas a túneles automatizadas, se ve la necesidad de modificar las subestaciones que distribuyen la energía actual, de tres que se tienen se quedaran dos unidades. Se procedió a analizar todas las cargas y las que se estarán incrementando, con el propósito de distribuir equitativamente en los dos puntos propuestos.

3.1.1. Subestaciones eléctricas

Se contará con dos subestaciones eléctricas con la capacidad necesaria para distribuir la energía en la granja, colocadas en lugares donde se pueda compartir las cargas con una nueva distribución que se ha planteado, las tres serán reemplazadas y se tiene contemplado adquirir dos nuevas generadoras con más capacidad y dos transformadores tipo Pad Mounted de 1 000 KVA, estas nuevas se convertirán en la PE35 y PE36

3.1.1.1. Aumento de capacidad instalada

En el primer capítulo se menciona que la capacidad instalada de carga eléctrica que se tiene en una granja de producción avícola, depende mucho en la cantidad de galeras que se instalen en el sitio, asimismo, si se tiene crecimiento en la infraestructura se tendrá también crecimiento en la carga instalada, tal es el caso actual, dos de las galeras convencionales la 23 y 24 de la granja San Pablo, se convertirán a túneles automatizados con el sistema Chore Tronics, esto quiere decir que de 8 kW que consume una convencional, aumentara a 12 kW que consume una túnel, debido a que se instalarán motores en los comederos, dependiendo de cuantas líneas se pondrán; extractores en la culata, dependiendo también de las medidas de la galera, más iluminación de PL´s, ahora dimerizables, motor de silo y bombas de los paneles tipo galleta.

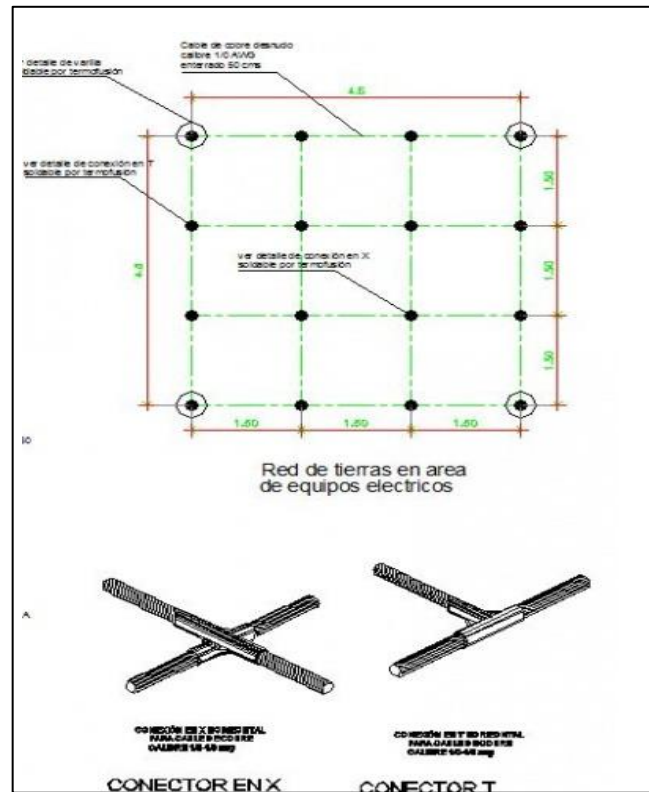
3.1.1.2. Protecciones

Las protecciones seguirán con los mismos postes donde están instalados los cortacircuitos y pararrayos, solo con la salvedad que se estará revisando el consumo final para instalar los fusibles y pararrayos correctos, con el propósito de proteger el perímetro donde se encuentran instalados los transformadores y los generadores que al final van a quedar.

3.1.1.3. Tierras físicas

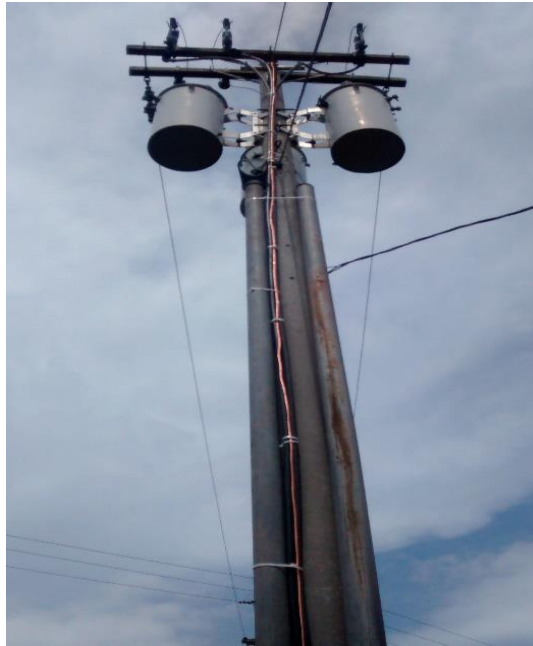
Se contará con una red de tierras colocadas alrededor de la estructura donde estarán instalados los transformadores Pad Mounted, asimismo, en el poste donde se encuentran los otros transformadores provisionales se bajará una tierra física para protección del mismo, ver figura 37 y 38.

Figura 37. Esquema de la red de tierras físicas



Fuente: grupo PAF.

Figura 38. **Instalación de tierra física en posteo eléctrico**



Fuente: grupo PAF.

3.1.1.4. Pararrayos

En las protecciones a la red eléctrica no habrá modificación alguna, se seguirá con los pararrayos que se encuentran instalados actualmente, los valores están de acuerdo con la protección que se está calculando para esas áreas, su capacidad varia de 11 kW a 15 kW, cabe mencionar que se le dio un mantenimiento general a todos los pararrayos que se encuentran en la granja.

3.1.1.5. Ventilación

Los transformadores Pad Mounted, serán ventilados con aire natural, estarán instalados en una galera circulada por malla, la ventilación es suficiente

para regular la temperatura recomendada por el fabricante del equipo, ver figura 39.

Figura 39. **Construcción de área para transformador pad mounted**



Fuente: grupo PAF.

3.1.1.6. Área de construcción

La construcción actual será remodelada para que el transformador y el generador estén en un lugar seguro y que los equipos trabajen en condiciones óptimas para la distribución de energía en toda la granja, a la vez, se estarán instalando todas las protecciones necesarias para no dañarlos, ver figura 39.

3.1.2. Transformadores de 330 KVA

Dos subestaciones con capacidades para soportar toda la carga que está instalada en la granja San Pablo serán suficientes, siendo dos transformadores de 330 KVA tipo Pad Mounted, con todas sus cargas distribuidas para no sobrecargarlos, ver figura 40.

Figura 40. **Transformador de 330 kva pad mounted**



Fuente: grupo PAF.

3.1.2.1. Pararrayos

El equipo Pad Mounted, por ser un equipo más tecnificado y compacto, ya viene con su protección para sobrecargas electro atmosféricas internamente, sus capacidades están acorde a las necesidades requeridas en granja.

3.1.2.2. Transformadores de potencial, Pt´s

No se cuenta con transformadores de potencial Pt´s, solo en el poste de ingreso a la granja, se continuará como está actualmente, tomando las medidas en sitio manualmente, la razón principal es que todo el gasto de energía la contabilizan globalmente no por sectores, el costo está distribuido equitativamente en todas las galeras que conforman la granja San Pablo.

3.1.2.3. Transformadores de corriente, Ct´s

No se cuenta con transformadores de corriente Ct´s, solo en el poste de ingreso a la granja, se continuará como está actualmente, tomando las medidas en sitio manualmente, la razón principal es que todo el gasto de energía la contabilizan globalmente no por sectores, el costo está distribuido equitativamente en todas las galeras que conforman la granja San Pablo.

3.1.2.4. Tierra física

Una red de tierras será colocada alrededor de la estructura donde estarán instalados los transformadores Pad Mounted de 330 KVA, ver figura 37.

3.1.2.5. Contador de energía interno

No se cuenta con equipos de medición en los postes del tendido eléctrico interno. Los registros de consumo se llevan en base a una tabla elaborada en Excel y tomados los datos del contador principal de la comercializadora de energía, se encuentra en la parte exterior de la granja, se continuará con este proceso, debido a que no es necesario contar con otros contadores periféricos, el costo se distribuye en todas las galeras de la granja, ver anexo 2.

3.1.2.6. Protección principal

En cada sección donde estará ubicado cada transformador se contará con un flippón principal que esté capacitado para la carga instalada que tendrá cada uno, con respecto a la PE35 contará con un flippón principal de 1 000 A y el segundo que en este caso se denominará PE36, contará con una protección principal de 1 000 A, estarán colocados en un panel de ingreso a la subestación.

3.1.3. Generador eléctrico

Actualmente se tiene tres generadores PE11, PE23 y PE29, de los cuales se cambiarán los tres y se adquirirán dos de mayor capacidad que se denominará la PE35 y PE36 de 300 kW, todas las cargas serán distribuidos equitativamente entre las dos áreas donde se encuentre dos generadores para balancear y no sobrecargarlos, ver figuras 41 y 42 y anexo 15.

Figura 41. **Generador eléctrico de 300 kw, pe 35**



Fuente: grupo PAF.

Figura 42. **Generador eléctrico de 300 kw, pe 36**



Fuente: grupo PAF.

3.1.3.1. Tanque de diésel

Los dos generadores contarán con un tanque pulmón de 2 000 galones de diésel cada uno, asimismo, cada generador cuenta también con un tanque nodriza, en el caso de la PE35 tiene un tanque instalado en un lateral de 500 galones y el segundo, la PE36, cuenta con un tanque instalado en el mismo bloque del generador en la parte baja de 500 galones, capacidad necesaria para sostener la energía durante ocho horas de servicio continuo.

3.1.3.2. Tierra física

La instalación de la tierra física se tomará directamente de la red de tierras que se estará instalando en la caseta donde se colocarán los transformadores, estos se ubicarán en el chasis de cada transformador.

3.1.3.3. Protección secundaria

Teniendo la distribución de las cargas que tendrá cada transformador y por consiguiente cada generador, se instalara una protección secundaria acorde a la necesidad que requiera en consumo de energía, así como también, contara con otras protecciones para cada sector e ingreso de las galeras, estos estarán instalados en un tablero de distribución.

3.1.4. Transferencia eléctrica automática

Debido al tiempo que se lleva en hacer una transferencia de energía exterior a interior en forma manual, cuando se tiene un corte de energía, se instalará en cada área una transferencia tipo automática, que garantice minimizar el tiempo sin energía en toda la granja, y evitar que no activen pronto los equipos que se utilizan para el confort de crianza de pollos.

3.1.4.1. Panel de transferencia

Las transferencias automáticas están instaladas en paneles debidamente protegidos para todo tipo de problemas que se puedan presentar. Están constituidos por embobinados con un eje en el centro que al ser energizados se magnetizan y anclan las cuchillas. Esto lo realiza cuando hace el ingreso y egreso de energía exterior, asimismo, se colocarán a un costado de las generadoras, ver figura 44.

Figura 43. **Caseta de panel de transferencia automática**



Fuente: grupo PAF.

3.1.5. Cableado y poste eléctrico

La alimentación de energía es transportada por cables que soportan tensiones de baja potencia, un cable por fase y un neutral, éstos se dividen en dos ramales que llegan a las subestaciones PE35 y PE36, sujetadas en postes hasta llegar al crucero donde están ubicados los bancos de transformadores.

3.1.5.1. Tipo de cable

El tipo de cable es de material de aluminio, forrado con aislante color negro, soporta tensiones de baja potencia, consistencia durable, la medida de 1/0 o 2/0, esto se quedará igual no habrá cambio alguno.

3.1.5.2. Tipo de poste

Existe dos tipos de poste ubicados en la granja, postes de madera tratada con osmosis inversa, son fabricados por la empresa LIGNUM, así como también, existen postes de cemento, con estructura de hierro en la parte interna y mezcla de cemento que soporta 2 000 PSI de presión, debido a los fuertes vientos que azota el área y no tienda a fisurarse, estos llevan un agujero en medio para bajar la tierra física del mismo, estos serán distribuidos de tal forma según la necesidad de los cambios de las cargas en cada galera.

3.1.5.3. Corta circuito eléctrico

En cada poste, el cableado eléctrico de las tres fases, finaliza en un corta circuito o fusible que ayuda a interrumpir la corriente que circula por el mencionado cableado eléctrico, en repetidas ocasiones se ha tenido la necesidad de cambiarlo, debido a que por las descargas electro atmosféricas tienden a quemarse y dejar la granja a dos fases. Se están haciendo las debidas correcciones con la nueva distribución de cargas por lo que será necesario cambiar los fusibles a unos con mayor capacidad para soportar toda la carga.

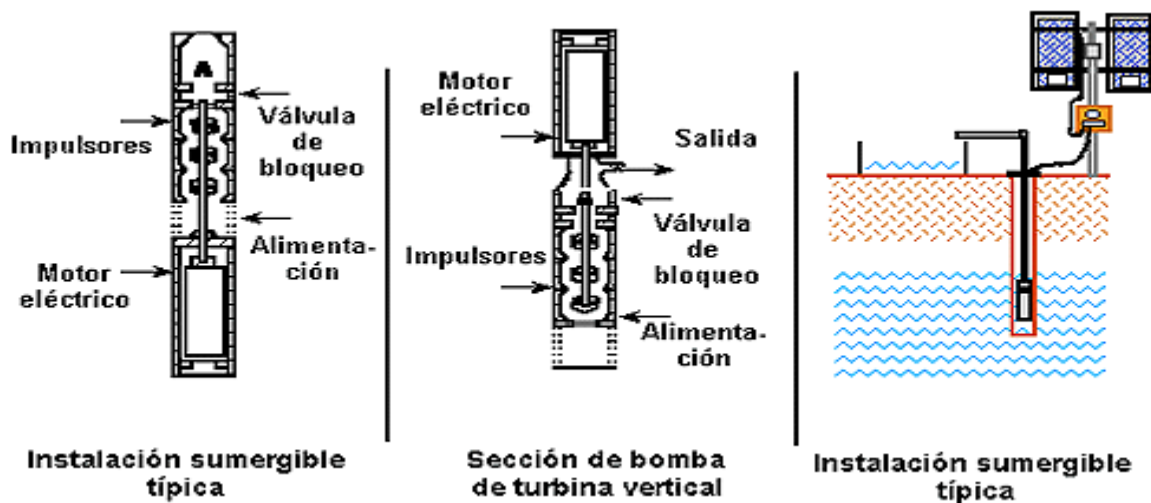
3.1.6. Diagrama unifilar

Debido a la nueva distribución en la granja, se origina un nuevo diagrama unifilar que indique como han quedado todos los puntos de carga para mejor ubicación y entendimiento de los técnicos eléctricos que lo revisen, ver anexo 16.

3.2. Suministro de agua

Debido al crecimiento de dos galeras remodeladas de convencional a túnel, se hicieron revisiones internas para verificar si se tenía algún altibajo de suministro de agua, efectivamente se observó que si había necesidad de abrir otro pozo para garantizar que no se tuviera escasez de agua en la granja. Se contrató a la empresa Daho Pozos para que ellos ejecutarán el trabajo. Después de haber realizado la inspección acuífera de suelos, se realizó el trabajo de otro pozo que da 285 galones por minuto, con esto es suficiente no solo para mantener la granja con suficiente agua, sino que también para futuros crecimientos internos de la granja, ver figura 44 y anexo 17.

Figura 44. Diagrama de instalación de un pozo de agua sumergible



Fuente: instalaciones de pozos de agua.

3.2.1. Pozo de agua

Actualmente se cuenta con dos pozos que suministran el agua en toda la granja, uno que nos provee de 175 galones por minuto y otro que provee de 285 galones por minuto. Los dos están interconectados al mismo cisterna aéreo de 240 m³, el agua de los dos está siendo tratada con cloro, dosificándose con bombas marca Pulsatron, seteados a 4 ppm, cantidad suficiente para la purificación del agua que se les provee a los pollos, ver figura 45.

Figura 45. **Brocal de pozo mecánico sumergible**



Fuente: grupo PAF.

3.2.1.1. Motor sumergible

El motor sumergible está fabricado según la Norma NEMA para su correcto ensamblaje con la bomba sumergible, este es de 15 HP para 240 voltios trifásico y de acero inoxidable, la instalación eléctrica fue suministrada con su óptimo sistema de control y regulación de arranque para evitar picos de

energía innecesarios, el cableado está forrado con un material resistente a corrosiones futuras dentro de la tubería del pozo, para evitar que se fisure y provoque un corto circuito dentro del pozo internamente, ver figura 46.

Figura 46. Esquema interno de una bomba sumergible

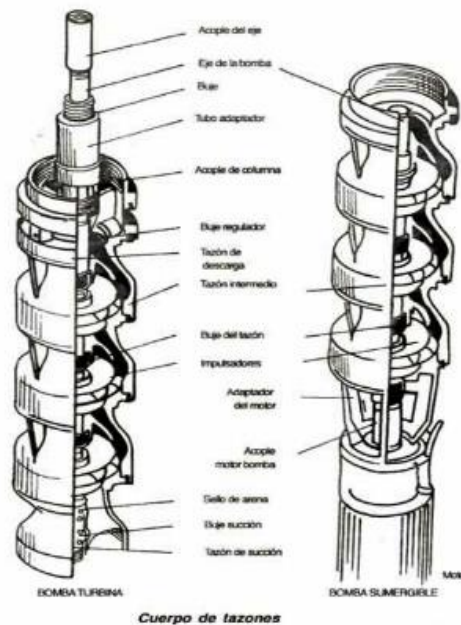


Fuente: bombas sumergible.

3.2.1.2. Bomba de 16 etapas

La bomba sumergible se compone de 16 etapas con impulsores de alta capacidad para succionar el agua y elevarla a una altura de 400 pies de profundidad, este también está fabricado con la Norma NEMA para su correcto ensamblaje con el motor de 15 HP, ver figura 47.

Figura 47. **Esquema interno de una bomba de 16 etapas**



Fuente: bomba sumergible.

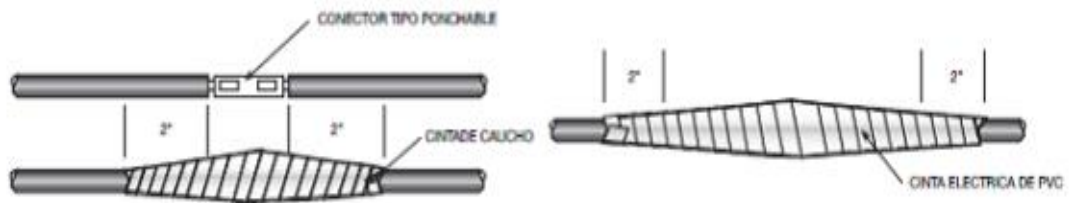
3.2.1.3. Tipo de cableado

Las bombas e instalaciones de bombeo son componentes esenciales y a la vez muy vulnerables en casi todos los sistemas de agua. En el campo, una instalación inadecuada de los sistemas de bombeo puede representar la pérdida completa del suministro de agua y la falla prematura del equipo.

La conexión del motor fue realizada por un electricista o técnico certificado. El motor está provisto de sus cables de alimentación, los cuales se deberán empalmar con el cable sumergible. El empalme se realizó conectando el cable sumergible a las líneas del motor, por seguridad la unión debe de ser

hermética. Esta unión fue hecha por medio de empalmes uniéndolos cuidadosamente con cinta aislante, ver figura 48.

Figura 48. **Diagramas empalmes de instalaciones pozos sumergibles**



Fuente: instalaciones eléctricas de pozos sumergibles.

Se tomó como muy importante que el empalme o cable sumergible esté unido herméticamente. Para comprobar se utilizó un mega –ohmímetro (Megger) con salida de 500V DC.; se verificaron mediciones de resistencia al aislamiento cada cierto tramo de tubería a medida que va bajando el conjunto bomba-motor hasta su posición final en el pozo, ver figura 49.

Figura 49. **Equipo de medición de resistencia y aislamiento megger**



Fuente: grupo PAF.

3.2.1.4. Tierra física

La toma de tierra fue colocada alrededor de la caseta donde está instalado el control de mando del pozo que se elaboró, este fue construido en tierra tratada con bentonita y quibalsol para bajar la resistencia eléctrica en esa área, y proteger de descargas electroatmosféricas producidas por las lluvias que constantemente caen en el sector de la granja.

3.2.1.5. Arrancador suave (variador)

El pozo 2 cuenta con un arrancador suave o variador, fue instalado con el propósito de que el motor no sufra arranques bruscos y por consecuencia

genere picos muy altos de corrientes arriba del *set point* que determina el fabricante.

3.2.1.6. Protección térmica

A parte del flippón y variador que se instaló en el pozo 2, cuenta con una protección térmica que al ser accionado el arrancador, se ancla para pasar el voltaje y corriente necesarios para que el motor de la bomba funcione. Al haber una sobrecarga por cualquier razón se dispara y desenergiza el motor de la bomba del pozo.

3.2.1.7. Protección de fases

Se instaló un sistema de protección de fases, para evitar la destrucción por causa de una falla que podría iniciarse de manera simple y después extenderse sin control en forma encadenada. Los sistemas de protección de fases deben aislar la parte donde se ha producido la falla buscando perturbar lo menos posible la red, limitar el daño al equipo fallado, minimizar la posibilidad de un incendio, minimizar el peligro para las personas, minimizar el riesgo de daños de equipos eléctricos adyacentes.

3.2.1.8. Supresor de picos

El protector de sobretensión también llamado protector eléctrico (o supresor de picos) que se instaló para proteger el dispositivo eléctrico de los picos de tensión ya que gestionan o administran la energía eléctrica de un dispositivo electrónico conectado a este. El protector de sobretensión intenta regular el voltaje que se aplica al dispositivo eléctrico bloqueando o enviando a tierra voltajes superiores a un umbral seguro.

3.2.2. Tanque de agua aéreo

Con respecto al tanque de agua aéreo, no hubo cambio en la infraestructura. Se cuenta con las mismas dimensiones: 6 metros de ancho por 8 metros de largo y 5 metros de profundidad, que provee una capacidad de 240 metros cúbicos, colocado a 6 metros de altitud para aprovechar la gravedad atmosférica y así suplir de agua a las 36 galeras de la granja, construido de cemento fundido para soportar las presiones internas cuando está a un 90 % de su capacidad, ver figura 20.

3.2.2.1. Flote eléctrico

Se instálalo un flote eléctrico para el control de arranque y paro del pozo subterráneo, con el propósito de mantener los niveles del tanque con suficiente agua para proveer en toda la granja, tomando en cuenta que su nivel alto esté a un 90 % y su nivel bajo a un 40 %. Estos datos fueron calculados cuando se instaló el pozo nuevo para garantizar no quedar sin abastecimiento de agua en el día, con una recuperación de niveles de 10 centímetros en 15 minutos.

3.2.2.2. Capacidad instalada

Según cálculos realizados para el consumo de las aves con las nuevas galeras instaladas, aún no se requiere de cambio o de hacer un tanque extra nuevo de abastecimiento de agua para mantener la capacidad instalada actual, el tanque tiene las dimensiones y capacidad ideal para seguir abasteciendo toda la demanda que se requiera en la granja.

3.2.3. Bomba hidroneumática

Al instalar el nuevo pozo se calculó si era necesario otra bomba hidroneumática, pero como ambos pozos trabajan independientemente no fue necesario adquirir otra unidad de presión de agua, es suficiente con la que está actualmente, ver anexo 18.

3.2.4. Bomba dosificadora de cloro

La bomba dosificadora está equipada con un solo control para salida de bomba. El control de caudal externo (potenciómetro) que posee esta bomba, le permite ajustar el porcentaje de 0 al 100 % de su capacidad. Un Led indicador se ilumina cada vez que comienza un recorrido. permite al usuario calcular la cadena de impulsos a distancia, para verificar cuanto cloro se está dosificando en el recorrido del agua en la tubería principal que va hacia el tanque aéreo, ver figura 50.

Figura 50. Esquema interno de una bomba dosificadora



Fuente: Doseuro.

3.2.4.1. Contactor eléctrico

La bomba dosificadora de cloro, esta provista de un contactor eléctrico que es accionado con el arranque y paro de la bomba del pozo subterráneo, con el propósito de dosificar cloro cuando está en funcionamiento.

3.2.5. Tubería de alta presión 250 PSI de PVC

Al hacer la revisión de tubería de PVC que actualmente se encuentra instalada, se verificó que no cumple con los requerimientos del fabricante de la bomba del pozo, por lo que se procedió a cambiar la tubería que va desde el pozo hacia el tanque aéreo principal de 125 PSI a 250 PSI de presión, ver figura 51.

Figura 51. **Tubería de alta presión 250 psi de PVC**



Fuente: grupo PAF.

3.3. Suministro de alimento

En los últimos años, los sistemas de alimentación de aves de corral se han ido transformando y actualizando en concordancia con la creciente preocupación por la seguridad alimentaria y la protección del medio ambiente. La tecnología de cría de aves mecanizada constituye una tendencia de desarrollo futuro, este es uno de los principales puntos en la crianza de las aves, por el cual, grupo PAF se ha dado a la tarea de ir automatizando todas sus granjas con el fin de tener una mejor forma de alimentar a las aves y que se desarrollen con mejor peso y así evitar estrés y mortalidad por falta de comida.

3.3.1. Transporte

El transporte de alimento lo continúan realizando con el debido cuidado durante el recorrido de la granja molino hacia la granja San Pablo, el transporte es debidamente higienizado antes de ser llenado con el alimento que le corresponde llevar, esto depende mucho de la edad que tenga el pollo, como se indicaba anteriormente las diferentes presentaciones de concentrado son pregordin, gordin y pellets, ver figura 23.

3.3.1.1. Balanza electrónica

A cada transporte se le lleva un control de peso, no solo cuando está vacío, sino, cuando se encuentra lleno, al ingresar a granja molino, es pesado en la balanza electrónica (báscula) y se le extiende un ticket o tara en vacío, al llegar al módulo de carga, son llenados con una manga especial de carga, al terminar la carga, se procede a pesarlo nuevamente, y se le extiende otra boleta, seguidamente lo transporta a la granja San Pablo, al ingresar se revisan

los documentos para que ingrese y lo descargue, en los silos especiales de comida.

3.3.1.2. Pipas transporte de concentrado

Las pipas de transporte de concentrado son exactamente las mismas, no hay ningún cambio específico, solo lo que se reforzó en ellas fue la limpieza interna y externa para evitar contaminaciones por microorganismos del ambiente o que estén incrustados en las paredes de la pipa y contamine el concentrado.

3.3.2. Silos

Son cilindros que permiten controlar el inventario de alimento para aves, debido al nuevo sistema de balanzas electrónicas colocadas en los soportes finales del cono, su estructura es de lámina de aluzin reforzado para mayor durabilidad, las balanzas envían pulsos a un sistema central computarizado, ubicado en la oficina administrativa, fuente internet silos de alimento de la granja, enviando datos cada 15 minutos de los pesos, con el propósito de monitorear la cantidad de alimento que se tiene y no quedar desabastecidos de tan importante producto, ver figura 52.

Figura 52. **Báscula digital para pesar alimentos en silos**



Fuente: grupo PAF.

3.3.2.1. **Balanzas electrónicas**

Se adquirieron ocho balanzas electrónicas para el control de cuatro silos de aprovisionamiento de comida para las aves, las capacidades de estas balanzas son de 20 toneladas cada una, conectadas con un cable de interfase tipo 5E blindado, con voltaje de operación de 24 voltios DC, este está conectado al equipo Chore Tronics que a su vez, le envía información al set central ubicado en las oficinas administrativas de la granja, los datos son tabulados diariamente para llevar un control no solo de la comida que se descarga a las tolvas que alimentan los tubos de comedero, así como la rapidez, se vacían los silos para volver a solicitar el llenado de los mismos, ver figura 53.

Figura 53. **Instalación de tierras físicas con bases en los silos**



Fuente: grupo PAF.

3.3.2.2. Red de tierras

Por especificación del fabricante la red de tierras de los silos deben de hacerse de tal forma que una todos los puntos en cuatro puntas una en cada extremo o en tres haciendo una delta, luego conectar una línea en cada pata de soporte del silo. Por ser electrónica pura, la resistencia de la red de tierras debe de medir 2 ohmios de capacidad, ver figura 53.

3.3.2.3. Motor automático

Los silos están provistos de un motor automático que se activa al bajar de niveles las tolvas internas de concentrado, para que este vuelva a activarse y dosifique nuevamente de comida las mencionadas tolvas y este que alimente las líneas de los comederos que se encuentran a lo largo de la galera.

3.3.2.4. Helicoidal

El helicoidal es un resorte estirado que está dentro de los tubos de comedero, su función motriz lo ejecuta el motor automático, este al ser activado el motor, las revoluciones que desarrolla son minimizadas con un reductor de relación 1:10, este hace girar todo el resorte y transporta todo el concentrado a lo largo de todo el tubo, dosificando todos los platos que están distribuidos en la tubería de los comederos.

3.3.2.5. Vibradores automáticos

Los vibradores automáticos son plaquetas que están instaladas en los laterales de las tolvas que se encuentran en el cono de los silos, su función es vibrar cuando está dosificando concentrado hacia las tolvas que están internas de la galera, con esta vibración se evita que se adhiera comida y atasque el paso de esta en el tubo principal de ingreso de producto, se activa cuando arranca el motor del helicoidal. También hay de tipo manual que son unas esferas de hierro fundido y estas se mantienen moviéndose de un lugar a otro cuando están llenando el silo o este descargándose.

3.3.2.6. Tubería de transporte de concentrado

La tubería de transporte de concentrado son tubos ranurados a cierta distancia para colocar los platos de comederos, están fabricados de lámina galvanizada chapa 24, deben de ser livianos y que soporten el peso del helicoidal, los platos de comedero y el concentrado. Dependiendo del tamaño de la galera es la cantidad que se instalan, su movimiento motriz es manual con winch instalados a cierta distancia para mejor movilidad.

3.3.2.7. Tolvas recibidoras de alimento automatizadas

Las tolvas están colocadas de tal forma que distribuyan el alimento homogéneamente en todas las líneas de comedero que se encuentran dentro de las galeras, estas están provistas de dos sensores uno de llenado y otro de vaciado, se activan dependiendo como se encuentre en ese momento, vacío o lleno, ver figura 54.

Figura 54. **Tolvas recibidoras de alimento automatizadas**



Fuente: grupo PAF.

3.4. Suministro de gas GLP

El suministro de gas propano GLP no será modificado, solo se le estará dando su respectivo mantenimiento, debido a que los cilindros pertenecen a una empresa proveedora de tal producto.

3.4.1. Tanque nodriza de 1 000 galones

Los tanques tienen una capacidad de 1 000 galones cada uno, estos fueron calculados según los requerimientos que se necesitan en la granja, no fue necesario adquirir otro para abastecer la demanda de gas GLP.

3.4.2. Válvulas reguladoras de gas

Las válvulas reguladoras de gas son las mismas para los tanques, constan de un sistema que regula mecánicamente y manual la presión que uno necesita en la red de distribución para alimentar todas las criadoras al ingreso de pollito de un día.

3.4.2.1. Red de tubería de suministro

La red de distribución de gas se encuentra en su mayoría enterrada en toda la granja, está construida con tubería de hierro galvanizado de 1/2" y protegida con poliducto para evitar la corrosión por la humedad de la tierra. La tubería que ingresa a las galeras está instalada área, esto con el propósito de arreglar en forma inmediata alguna fuga que se reporte.

3.4.2.2. Manómetro de gas

En la red se instalaron manómetros de presión de gas con el propósito de monitorear punto a punto las presiones que se están manejando, debido a dos razones, la primera para utilización de las criadoras que están instaladas en las galeras para calentar el circulo materno cuando ingresa el pollo de un día, y la segunda para verificación de que no hay ninguna fuga en las líneas y

perjudique el consumo que se registra diariamente para el costo de la crianza de las aves.

3.4.2.3. Válvula reguladora de 11 columnas de mercurio (Hg):

La válvula reguladora de gas está colocada en el inicio de cada tanque nodriza de gas propano, con la finalidad de bajar las presiones que se registren en el tanque y que no dañe los equipos que funcionan con este gas, asimismo, ayuda a que la válvula secundaria que se encuentra en el ingreso de las galeras, pueda ser debidamente regulada a la presión que necesitan las criadoras.

3.5. Galeras tipo túnel automatizada

Las galeras tipo túnel automatizadas, son el producto de muchos años de estudio para llegar a tener un área confortable para la crianza de las aves. La alta tecnología que estas manejan tiene la capacidad de aumentar la población de aves, acelerar su crecimiento y mejorar su constitución física para tener mayor producción de carne en menos tiempo.

3.5.1. Sistema de comederos

El sistema de comedero es uno de los componentes importantes para la alimentación de las aves en una galera. Cuando ingresan los pollos de un día, se instalan otros de complemento para alimentarlos en un círculo materno. Tienen la capacidad de alimentar un promedio de 90 a 100 unidades en cada comedero y conforme van creciendo, se va quitando los círculos maternos y dejando que se vayan desplazando por toda la galera. En este periodo que

desmontan los de complemento y entran a funcionar todos los automatizados, estos están constituidos por platos maestros, platos generales, tubo alimentador, resorte helicoidal y un motor mecanizado que motoriza el resorte para que este transporte todo el concentrado por toda la galera, ver figura 7.

3.5.1.1. Comedero automatizado

El comedero automatizado entra en funcionamiento cuando el pollo ya cuenta con ocho días de edad, estos tienen la capacidad de alimentar de 50 a 60 pollos, su dosificación es regulada por un resorte helicoidal que se encuentra dentro del tubo que transporta el concentrado por toda la galera, este resorte es movido por un Motorreductor que se encuentra en un extremo de la galera, su activación depende de la cantidad de comida que consume el ave, ver figuras 55 y 56 y diagramas unifilar de los motores anexos 19 y 20.

Figura 55. **Líneas de comederos automatizadas**



Fuente: grupo PAF.

Figura 56. **Diagrama de un plato de comedero automatizada**



Fuente: grupo PAF.

3.5.2. Sistema de bebederos

El sistema de bebedero es el segundo componente importante para la buena crianza del ave dentro de un galpón, estos están constituidos por tubos que transportan el agua por toda la galera, cada tubo consta de 15 válvulas especialmente construidas para que beban el vital líquido las aves, son colocados de tal forma que puedan surtir agua de 10 a 12 pollos por cada válvula, consta también de un receptor para que no gotee y mojen la cama de crianza, su funcionamiento es por gravedad, ver figura 56.

3.5.2.1. Bebederos automatizados

Los bebederos automáticos se distribuyen en toda la galera, en líneas de tubos de 15 válvulas, por lo regular en una galera de 120 x 12 metros, se deben instalar cuatro líneas para poder proveer de agua a 28 880 pollos que serán alimentados durante un periodo de 40 a 45 días, ver figuras 58 y 59.

Figura 57. **Líneas de bebederos automatizadas**



Fuente: grupo PAF.

Figura 58. **Línea de bebederos automatizados**



Fuente: grupo PAF.

3.5.3. Sistema de gas

El sistema de gas dentro de una galera se distribuye en dos zonas de calor, esto con la finalidad de que no baje la presión cuando estén en funcionamiento las criadoras dentro de un círculo materno, el consumo se realiza dentro de los 8 primeros días de crecimiento, su presión oscila los 2 psi.

3.5.3.1. Red de distribución de gas propano GLP

La red de distribución de gas propano GLP, está constituido por tubería de hierro galvanizado en ambas direcciones para formar dos zonas de calor, así mismo, al ingresar se encuentra un juego de válvulas reguladoras para distribuir en las dos redes el gas necesario para el funcionamiento de las criadoras.

3.5.3.2. Arbolito de distribución de gas

La red de distribución de gas propano GLP dentro de la galera, ingresa en un sistema de válvulas que le llaman arbolito, este esta interconectado a un tablero que maneja un control de temperatura con un termo copla tipo K. Esta se encuentra instalada en el centro de la galera con el propósito de enviarle señales al control de temperatura para que envíe a cerrar o abrir el paso de gas de la electroválvula, según sea el caso, para mantener la temperatura confort de un pollo de 1 día de nacido. Este oscila de 30 a 33 grados Celsius, ver figura 60.

Figura 59. **Arbolito de distribución de gas dentro de una galera**



Fuente: grupo PAF.

3.5.3.3. Criadoras de gas propano automáticas

Las criadoras de gas propano automáticas son equipos que se utilizan para el calentamiento de los pollos cuando están a un día de nacidos, hasta llegar a los ocho días. Cuando nace un pollo este no tiene la capacidad de autoregular su temperatura, necesitan una cierta cantidad calorífica en su estructura muscular y ósea, estos equipos se regulan para que puedan proporcionarles ese calor que necesitan, su función es automática, cuando el termostato que está conectado al temporizador detecta temperatura baja o alta, manda abrir o cerrar la electroválvula de paso de gas propano para que esta encienda o se apague según sea la necesidad, ver figura 61.

Figura 60. **Criadoras de gas propano automática**



Fuente: grupo PAF.

3.5.4. Sistema de iluminación

El sistema de iluminación es una red de bombillos roscables tipo led de 13 watts, conectados al sistema Chore Tronics para convertirlos a dimerizables. Estos entran a funcionar desde que llega el pollo de un día, su capacidad lumínica de ingreso es 20 luxes, conforme va creciendo el ave, el equipo le va distribuyendo iluminación a cada sector necesaria, bajando la intensidad lumínica automáticamente hasta llegar a 8 luxes con el proceso de dimerización, esto con la finalidad de que no le produzca estrés al ave y tienda a no comer y bajar peso, ver figura 62.

Figura 61. **Sistema de iluminación de una galera tipo túnel automatizada**



Fuente: grupo PAF.

3.5.4.1. Bombillo tipo led de 13 watt dimerizable

El bombillo tipo led dimerizable de 13 watts y 120 voltios, está construido de un material altamente resistente al polvo, golpes y lavado. El consumo eléctrico depende de las cantidades que se instalen y que encienda por sectores, provisto de un disipador de calor para no generar temperaturas en los galpones, ver figura 63.

Figura 62. **Bombillo tipo led 13 watt dimerizable**



Fuente: grupo PAF.

3.5.4.2. Tipo de cableado interno

El cableado de la iluminación se encuentra diseñado para suministrar energía en cuatro sectores de la galera, con el propósito de tener diferentes intensidades lumínicas. Su montaje, teniendo en cuenta las especificaciones de NEMA, se realizó con tubería certificada, cables THHN calibre núm. 4, 10 y 12 para 120/240 voltios, ver figura 64.

Figura 63. **Cableado interno de una galera túnel**



Fuente: grupo PAF.

3.5.5. Sistema de ventilación

A partir de que el peso y tamaño del ave se incrementa, el calor metabólico, más el calor ambiental logran que las temperaturas dentro del galpón se incrementen de manera drástica, necesitando bajar la temperatura dentro del galpón en una proporción mayor a 8 °C , entonces el concepto de ventilación túnel es cuando entra a funcionar.

3.5.5.1. Extractores

Los extractores de ventilación están colocados en un extremo de la galera, la cantidad de unidades difieren del tamaño del área de operación de los mismos, por lo regular en una galera de 120 x 12 metros, se colocan 10 unidades para generar una ventilación interna de 650 a 700 cfm, esto ayuda a extraer vapores de amoniaco (NH₃) generados por la gallinaza, y también, mantener la cama de cascarilla de arroz seca y libre de contaminación de polvo, ver figura 65.

Figura 64. **Extractores de una galera tipo túnel**



Fuente: grupo PAF.

3.5.5.1.1. Motor eléctrico

El extractor está formado por un motor eléctrico de 1.5 HP, 240 voltios y su consumo es de 4,5 amperios a plena carga, aspas de 52" equidistantes una con otra para un mejor balance, provisto de un sistema mecanizado de fajas AX-60 marca Optibelth dentada para ventilación de la misma, una polea central, un eje de 5/8" con dos chumaceras de banco B-8 marca SKF alemana. La instalación eléctrica fue diseñada para un cable TSJ de 3 x 10 AWG más cable de tierra, montado en un panel con protecciones térmicas, flippón secundario y contactor con rangos de 4 – 6 amperios, todo trifásico, ver anexos 21, 22 y 23.

3.5.5.1.2. Sensores de temperatura

Los sensores de temperatura están instalados en la parte central del galpón, esto con la finalidad de hacer un *back up* de emergencia si el sistema de ventilación operada por el equipo Chore Tronics no funciona. Con esto se puede hacer funcionar manualmente la operación, sin afectar la producción de pollo de engorde, estos van funcionando gradualmente según el requerimiento de los galponeros, ver figura 66.

Figura 65. **Sensores de temperatura para *back up* de emergencia**



Fuente: grupo PAF.

3.5.5.1.3. Ventilás

Las ventilás están distribuidas equitativamente en una galera en los laterales de la misma, su función principal es el ingreso de aire fresco en las partes superiores y luego va bajando cuando recorre toda la galera y con esto refrescándola de los calores que emanan de las aves, así mismo, sacando al exterior, con la ayuda de los extractores, todos los contaminantes que están en el ambiente, como por ejemplo, el amoniaco y dióxido de carbono que produce el excremento de las aves, ver figura 67.

Figura 66. **Ventilas de una galera tipo túnel automatizada**



Fuente: grupo PAF.

3.5.5.1.3.1. Red de poleas

Las ventilas son activadas por una red o juego de poleas que están distribuidas de tal forma que no tengan ningún tropiezo para el buen funcionamiento de las mismas, así mismo, un motorreductor que es accionado cuando la temperatura esta alta y moviliza todo el sistema de ventilación para abrir las ventilas, ver figura 68.

Figura 67. **Set de poleas para mecanismo de ventilación**



Fuente: grupo PAF.

3.5.6. Sistema de agua de una galera túnel

Las galeras tipo túnel están provistas de un tanque elevado que almacena 9 metros cúbicos de agua, su capacidad está calculada con base en la cantidad de aves que albergara el galpón.

3.5.6.1. Red de distribución de agua

La red esta provista de un ingreso de tubería de PVC de 1" que viene del tanque principal y una salida que va hacia el interior de la galera, a acoplarse con los sistemas de bebederos que proveen de agua a las aves.

3.5.6.2. Tanque aéreo

El tanque aéreo se encuentra ubicado a 4 metros de altura sobre el nivel de la tierra, esto con la finalidad de aprovechar la gravedad para suplir de agua dentro de la galera, su mecanismo de llenado es con un flote mecánico que permite mantener a un 90 % su capacidad de metros cúbicos.

3.5.6.3. Sistema de dosificación de cloro

El sistema de dosificación de cloro está gobernado por el sistema Chore Time, cuando se requiere de dosificación se activa y a la ves cuenta el galonaje de agua consumida dentro de la galera. Está equipado de un filtro, un manómetro, un dosificador inteligente y un cuenta galones, ver figura 69.

Figura 68. **Equipo de dosificación de cloro galeras tipo túnel automatizadas**



Fuente: grupo PAF.

3.5.7. Caseta de suministro eléctrico

La caseta de suministro eléctrico de las galeras tipo túnel, consta de varios componentes que interactúan para el manejo automatizado de la galera, su sistema de chore tronics tiene la capacidad de manejar un sistema controlado completo de iluminación, ventilación, comida, bebida, temperatura, humedad, etc, para el confort que necesite el pollo en su crecimiento y engorde.

3.5.7.1. Equipo de manejo de engorde automatizado (comida, agua, iluminación dimerizable, ventilación, temperatura)

El sistema es completamente automatizado, consta de un equipo que controla los consumos de comida, activa la ventilación, controla la

temperatura y la regla controla la humedad relativa y la registra. El Chore Tronics 3 como es llamado, es la versión más reciente de este equipo, es el único que contiene en su software el sistema de dimerizar la iluminación en las capacidades de lúmenes necesarias para el crecimiento normal del ave dentro de la galera, (ver figuras 70, 71, 72, 73 y 74).

Figura 69. **Equipo de automatización Chore Tronics 3**



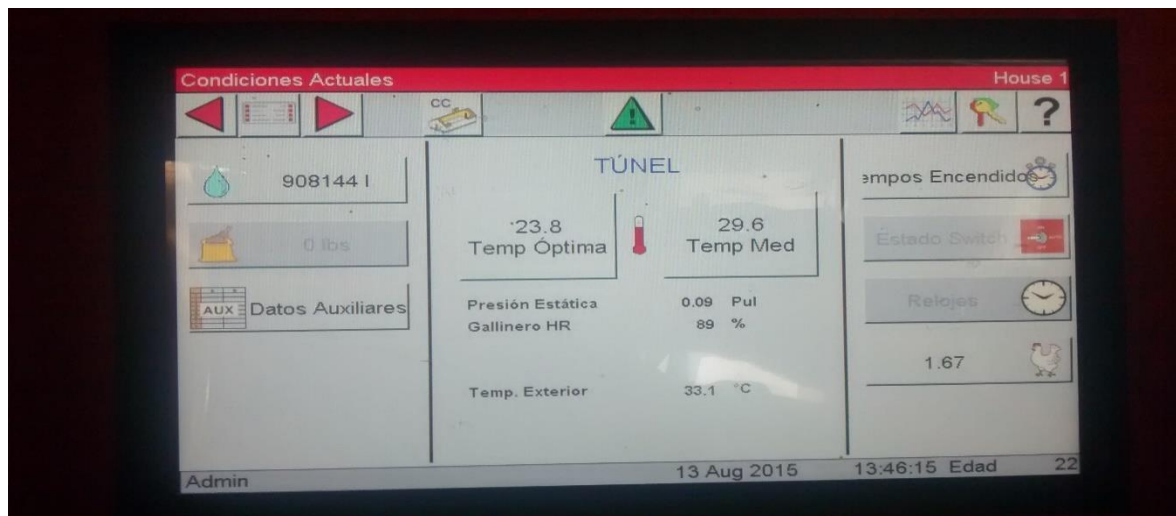
Fuente: grupo PAF.

Figura 70. **Equipo de automatización Chore Tronics 3**



Fuente: grupo PAF.

Figura 71. **Pantalla táctil del equipo Chore Tronics 3**



Fuente: grupo PAF.

Figura 72. **Equipo de encendido manual ventilación Chore Tronics 3**



Fuente: grupo PAF.

Figura 73. **Equipo de encendido de criadoras dos zonas Chore Time**



Fuente: grupo PAF.

3.5.7.2. Panel de suministro eléctrico

En las galeras túneles que se automatizaron se le instaló un panel de suministro eléctrico con todas las protecciones necesarias de los equipos que va a controlarse con el sistema Chore Tronics, cada protección está debidamente calculada según la carga instalada que va a proteger, Iluminación, bombas de agua, motor reductores para dosificar la comida, motor reductores que abren y cierran las ventilas, tomacorrientes de 110 y 220 voltios, entre otras, ver figura 75.

Figura 74. **Tablero de suministro eléctrico**

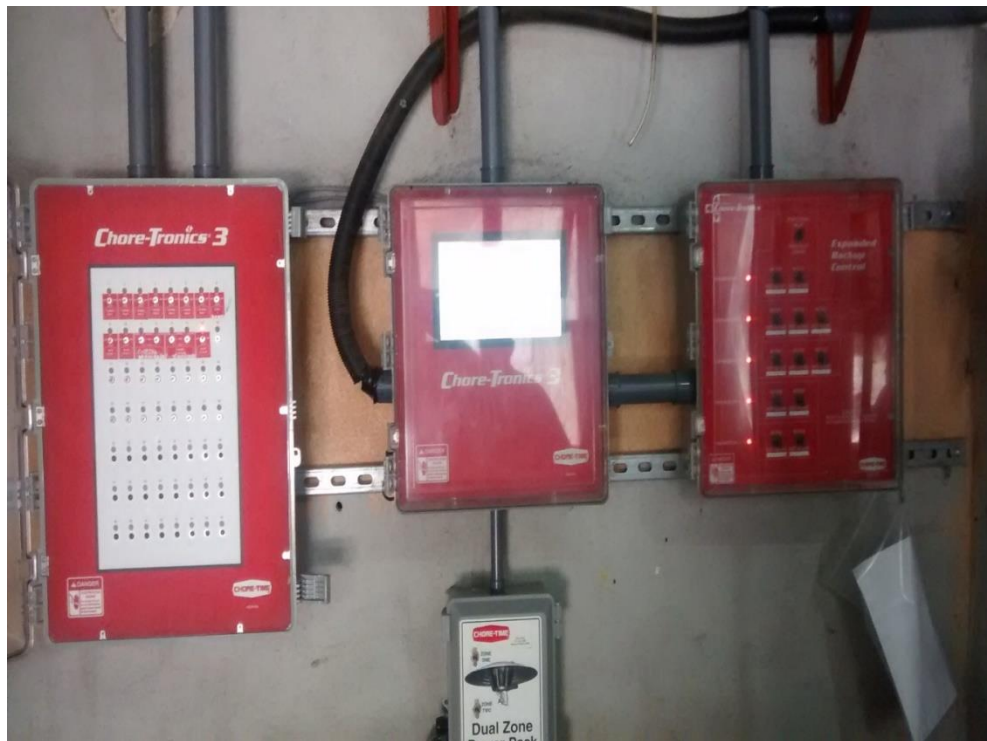


Fuente: grupo PAF.

3.5.7.3. Panel de *back up* de extractores

El panel de *back up* de los extractores está conectado con sistema Chore Tronics de tal forma que nos sirve de emergencia, si por alguna razón no activa correctamente el panel, se pueden operar manualmente según la necesidad que requiera la galera por temperatura alta o baja para el confort necesario del pollo y este no entre en estrés calórico y le produzca la muerte, ver figura 76.

Figura 75. Panel de *back up* de extractores Chore Tronics 3



Fuente: grupo PAF.

3.5.7.4. Panel de contactores y térmicos

El panel de contactores fue diseñado según las normas NEMA de instalaciones eléctricas, este consta de contactores de alta eficiencia y pronta respuesta en cualquier inconveniente que se suscite, cada contactor está íntimamente ligado a un térmico auxiliar con rangos de corriente adaptables para soportar la carga que se instaló, seteándolo a un margen óptimo para activarse y proteger el equipo que se está monitoreando, ver figura 77.

Figura 76. **Panel de contactores y térmicos**



Fuente: grupo PAF.

3.5.7.5. Panel de alarmas

Es un equipo que se encuentra conectado hacia el sistema Chore Tronics, con el propósito de estar vigilando cualquier situación errónea en el sistema, este se activa haciendo sonar una alarma colocada fuera de la galera

para dar aviso que hay problema y hay que resolverlo inmediatamente para evitar mortandad de pollos, ver figura 78.

Figura 77. **Paneles de control de alarmas internas de una galera túnel**



Fuente: grupo PAF.

3.5.7.6. **Panel de iluminación manual**

Se encuentra instalado como soporte si fuera necesario para manipular el encendido o apagado de la iluminación interna de una galera, su conexión se activa por sectores según la intensidad lumínica que requiera a ciertas horas el pollo de engorde, ver figura 79.

Figura 78. **Panel de control de iluminación manual**



Fuente: grupo PAF.

3.5.8. Sistema paneles de ventilación

Los paneles de ventilación su función principal es ingresar aire fresco del exterior al interior de una galera, con un sistema de transferencia de calor semejante a un radiador de grandes dimensiones, su operación consiste en hacer recircular agua fría de la parte superior a la inferior escurriendo en todo el panel hasta mojarlo completamente, luego con un sistema de extractores que se encuentran en el otro extremo de la galera se obtiene una succión, extrayendo lo fresco del agua, con esto se logra que baje la temperatura interna del galpón al confort óptimo de crianza de las aves, ver figura 80.

Figura 79. **Sistema paneles de ventilación tunelizada**



Fuente: grupo PAF.

3.5.8.1. Rack de paneles de ventilación

El *rack* de paneles es un juego de galletas que se colocan en un extremo de la galera, cada galleta tiene su posición de instalación, con esto se logra captar toda el agua que necesita para mojarse completamente. Existen de diferente material según sea el área donde se coloquen, los hay de plástico y de cartón de alta durabilidad, al estar en funcionamiento el sistema de ventilación ayudan a regular la temperatura interna del galpón y por consiguiente la eficiencia energética y alta producción, debido a que no entran a funcionar otros equipos que consumen energía y evitando un índice de mortandad de aves mayor, ver figura 81.

Figura 80. **Paneles de ventilación (galleta)**



Fuente: grupo PAF.

3.5.8.2. **Bomba sumergible de mojado**

La bomba sumergible de mojado se encuentra instalada en un extremo del *rack* de paneles de ventilación, su función principal es recircular el agua fresca en todos los paneles, entra a funcionar cuando el equipo Chore Tronics detecta un alza de temperatura interna de la galera, enviándole señal de arranque, este succiona el agua que recolecta el tanque que se encuentra en la parte inferior de las galletas, llamado también *cooler*, ver figura 82.

Figura 81. **Ilustración de una bomba de mojado de paneles de ventilación**



Fuente: grupo PAF.

3.5.8.3. Tubería aspersión de agua PVC

La tubería de aspersión, se encuentra colocada en la parte superior del *rack* de galletas, su función es distribuir equitativamente el agua fresca en todas las galletas, debido al arrastre de partículas que pueden taponear no solo los orificios de aspersión sino que también las unidades de galletas. Se purga manualmente una vez a la semana para mejor funcionalidad.

3.5.9. Sistema de cortinas

Esto es otro punto fundamental para el buen funcionamiento de la ventilación interna de una galera, el sistema de cortinas debe hermetizar completamente el galpón, debido a que si hay una fuga de aire en cualquier,

punto se pierde el vacío que se genera cuando está funcionando todo el sistema, hace que haga el efecto túnel que se requiere.

3.5.9.1. Set de cortinas y poleas

El set de cortinas y poleas se encuentran distribuidas alrededor de la galera, estas son activadas en el sistema de control Chore Tronics, cuando no es necesario el sistema túnel, el control manda señal a bajar las cortinas para que ingrese ventilación natural del exterior y así economizar energía con otros equipos que accionan cuando se requiere ventilación automatizada, esto es controlado con un sistema de poleas que se movilizan al mismo tiempo para que baje o suba la cortina, ver figura 83.

Figura 82. **Cortinas laterales de galeras tipo túnel**



Fuente: grupo PAF.

3.5.9.2. Motorreductor automatizado

Las cortinas son movilizadas por un motorreductor automatizado por el sistema Chore Tronics, este se activa cuando la temperatura interna requiera

que se module al confort del pollo, este motor reductor trabaja en dos direcciones para que baje o suba las cortinas, ver figura 84.

Figura 83. **Motorreductor automatizado para activar cortinas laterales**



Fuente: grupo PAF.

3.5.9.3. Magnadруп

Todo equipo instalado en una galera requiere de un sistema de protección tal es el caso de las cortinas, cuando existe un corte de energía, las cortinas deben de caer por caída libre, dejando ingresar aire natural, para eso se requiere de un equipo llamado Magnadруп. Este consiste en un polea que esta acoplado al sistema de tensado de cable que sube y baja la cortina, su estructura consiste en un embobinado que esta energizado constantemente figurando un magneto que atrae una palanca que al desergenzarse, cae y suelta todo el cable, haciendo botar la cortina alrededor de la galera.

3.5.10. Cielo falso

El área donde se encuentra instalada la granja piloto, en ciertas horas sube demasiado la temperatura exterior, manejando un rango de 38 a 45 grados centígrados, debido a esta situación, a los galpones tipo túnel se les instala un cielo falso que está constituido por un lienzo de tela de dos caras una opaca y otra refractiva, con armazón de madera y cubierta de 2,5" de grosor de celulosa, anti plagas y no volátil, con capacidad de absorción de temperatura, logrando bajarla internamente a 33 grados centígrados, ver figura 85.

Figura 84. **Cielo falso de una galera túnel**



Fuente: grupo PAF.

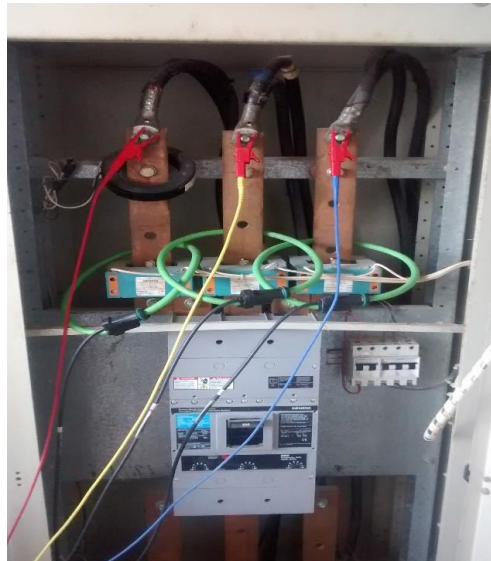
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO TOMADO EN LA GRANJA – PROCESO ACTUAL

Durante el desarrollo del proyecto, se fueron mejorando áreas que se observaban críticas por desbalances en los voltajes, lo cual indicaba un indicio de que la carga monofásica podría estar mal distribuida entre las tres fases, por lo que provocaba calentamiento adicional de equipos trifásicos. Esto limitaba la capacidad de los mismos, el valor de desbalance en los voltajes era mayor al 2 % máximo recomendado por la IEEE, esto debido a los tipos de conexiones que se fue encontrando en cada área que se fue analizando y corrigiendo, así mismo, el desbalance máximo encontrado en una de las acometidas alcanzo un 13,8 %, este valor es poco considerable tomando en cuenta la existencia de una línea alta por la conexión delta.

4.1. Toma de muestra energética en sitio

La toma de muestras energéticas se realizó en el mismo sitio, colocando un analizador de redes, por un lapso de 2 días, ver figura 86 y 87.

Figura 85. **Instalación de donas abiertas en barras**



Fuente: grupo PAF.

Figura 86. **Equipo analizador de redes eléctricas 440S**

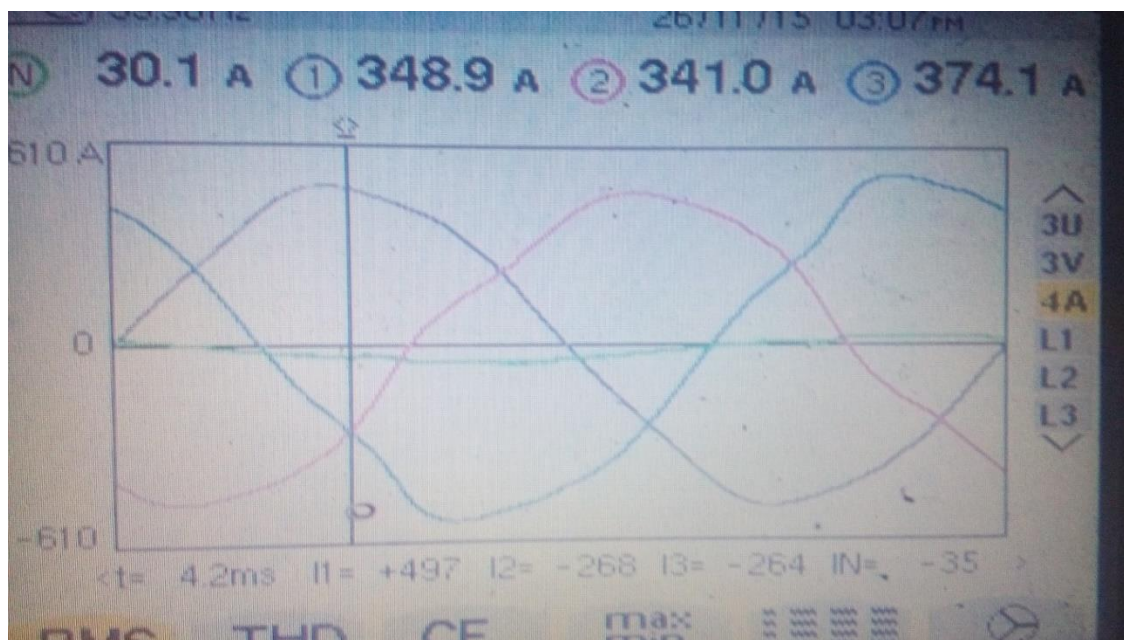


Fuente: grupo PAF.

4.1.1. Toma de muestras

La gráfica muestra las corrientes en fase, esto es debido a las conexiones que se han realizado para el balance de cargas de las galeras que se interconectaron en la subestación PE35, ver figura 88.

Figura 87. **Gráfica de corrientes finales analizadas de la granja San Pablo**



Fuente: grupo PAF.

4.2. Análisis energético de la muestra

La gráfica representa las curvas trifásicas de las subestación de la PE35. Como se observa la fase 1 y la fase 2 están en sincronización, mientras que la fase 3 aún necesita ajustes de balance mínimo, no significativo.

- Análisis balances de carga y conexiones en tableros: a continuación se muestra el análisis de cargas en las dos subestaciones PE35 y PE36, con sus respectivos balances de carga y conexiones a tableros.

Figura 88. Análisis balances de carga

Sector PE35
 Planta Eléctrica 300 Kw
 Fipón Principal 800 Amp
 Breakees Secundarios 350, 200, 350 y 350 Amp
 Transformador Pad Mounted 330 KVA
 Transferencia Automatica

| Galera | Tipo | Medida M/L | Área Mt2 | Motor Com | HP | Carga 230 v | Motor Silos | HP | Carga 230 v | Bombas Panel | Bombas Foguer | HP | Carga 230 v | Motor Ext | Motor Ventilador | HP | Carga 230 v | Ilum | Carga 120 v |
|----------------|-------|------------|----------|-----------|----|-------------|-------------|----|-------------|--------------|---------------|----|-------------|------------|------------------|-----|-------------|------------|-------------|
| 1 | Túnel | 80x12 | 960 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 6 | | 1 | 3 f | 28 | 1 f |
| 2 | Túnel | 80x12 | 960 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 8 | | 1 | 3 f | 28 | 1 f |
| 3 | Túnel | 103x12 | 1236 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 7 | | 1 | 3 f | 36 | 1 f |
| 4 | Túnel | 103x12 | 1236 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 7 | | 1 | 3 f | 36 | 1 f |
| 5 | Túnel | 134x12 | 1608 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 9 | | 1.5 | 3 f | 46 | 1 f |
| 6 | Túnel | 134x12 | 1608 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 10 | | 1.5 | 3 f | 46 | 1 f |
| 8 | Túnel | 85.5x12 | 1026 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 6 | | 1.5 | 3 f | 30 | 1 f |
| 9 | Túnel | 85.5x12 | 1026 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 7 | | 1.5 | 3 f | 30 | 1 f |
| 11 | Túnel | 104x12 | 1248 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 7 | | 1.5 | 3 f | 38 | 1 f |
| 12 | Túnel | 104x12 | 1248 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 8 | | 1.5 | 3 f | 38 | 1 f |
| 14 | Túnel | 116x12 | 1392 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 7 | | 1.5 | 3 f | 38 | 1 f |
| 15 | Túnel | 116x12 | 1392 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 7 | | 1.5 | 3 f | 40 | 1 f |
| 17 | Túnel | 116x12 | 1392 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 7 | | 1.5 | 3 f | 40 | 1 f |
| 18 | Túnel | 116x12 | 1392 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 7 | | 1.5 | 3 f | 40 | 1 f |
| 7 | Conv | 86.6x11 | 952.6 | | | | 1 | ¾ | 1 f | | 1 | 1 | 1 f | | 9 | ½ | 1 f | 16 | 1 f |
| 10 | Conv | 101x11 | 1111 | | | | 1 | ¾ | 1 f | | 1 | 1 | 1 f | | 11 | ½ | 1 f | 20 | 1 f |
| 13 | Conv | 116x11 | 1276 | | | | 2 | ¾ | 1 f | | 1 | 1 | 1 f | | 12 | ½ | 1 f | 17 | 1 f |
| 16 | Conv | 104x12 | 1248 | | | | 2 | ¾ | 1 f | | 1 | 1 | 1 f | | 11 | ½ | 1 f | 19 | 1 f |
| 19 | Conv | 83.7x10 | 837 | | | | 1 | ¾ | 1 f | | 1 | 1 | 1 f | | 9 | ½ | 1 f | 18 | 1 f |
| 21 | Conv | 59.8x10 | 598 | | | | 1 | ¾ | 1 f | | 1 | 1 | 1 f | | 6 | ½ | 1 f | 15 | 1 f |
| TOTALES | | | | 42 | | | 22 | | | 28 | 6 | | | 103 | 58 | | | 619 | |

| Equipo | Totales | Kw |
|--------|---------|----|
|--------|---------|----|

| | | |
|------------------------------|-----|---------------|
| Motor Comedero | 42 | 15.67 |
| Motor Silos | 22 | 12.31 |
| Bombas Panel | 28 | 20.89 |
| Bombas Foguer | 6 | 4.48 |
| Motor Extractor | 103 | 104.82 |
| Motor Ventilador | 58 | 21.63 |
| Iluminación | 619 | 8.05 |
| Lámparas Alógenas | 10 | 4 |
| Lámparas Mercurio | 9 | 1.58 |
| Iluminación Planta Eléctrica | 4 | 0.05 |
| Bombas Mojado | 7 | 26.11 |
| Perifericos | 7 | 0.09 |
| TOTALES | | 219.68 |

Observaciones:

Iluminación Perimetral: Lámparas Alógenas de 400 watts, 10 unidades
 Lámparas de Mercurio de 175 watts, 9 unidades
 Iluminación Planta Eléctrica: Lámparas PL de 13 watts, 4 unidades
 Bombas de Mojado: Motores de 5 HP, 7 unidades.
 Perifericos: Iluminación de 7 unidades PL de 13 watts.

Continuación de la figura 88.

| BREAKER PRINCIPAL SECTOR UNO | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------|-------|------------------------|---------|-----------------------------|------------|------------------------|
| Centro Técnico | Sala | | | | Fecha Mantenimiento | Fases: | Nombre del tablero: | | |
| | Granja San Pablo Sector No. 1, TPE35 | | | | | 3 | Subestacion Principal No. 1 | | |
| Capacidad Nominal [A]: | % Uso Transformador | % Uso Int Principal | % Uso Alimentador | | Alimentador Principal: | | | | Conclusiones generales |
| 800 | 64.41 | 59.00 | 56.92 | | Calibre | In: | Cond. por fase | Amps.xfase | |
| Voltaje del Tablero [V]: | Corriente de corto circuito [kA]: | | | Marca | Modelo | 4 x 4/0 | 260 | 4 | 1040 |
| 120/240 | 0.8 kA | | | | | | | | Observaciones |

Transformador Pad Mounted

| Potencia [KVA] | Voltaje [Vrms] | Capacidad Nominal $I = (P) / V * \sqrt{3}$ amperios |
|----------------|----------------|--|
| 330 | 208 | 916 |

Cargas

| Corrientes | L1 (amperios) | L2 (amperios) | L3 (amperios) |
|------------|---------------|---------------|---------------|
| TPE35 | 590 | 592 | 588 |
| TOTAL | 590 | 592 | 588 |

| Alimentación principal y protecciones | | |
|---------------------------------------|---------|----------|
| Calibre de conductor No. | 4 x 4/0 | |
| Conductores por fase | 4 | |
| Capacidad nominal por conductor | 260 | amperios |
| Capacidad nominal por fase | 1040 | amperios |
| Proteccion del tablero | 3X1000 | amperios |
| Promedio de Corriente por fase | 590.00 | amperios |
| Porcentaje de uso del conductor % L1 | 56.73 | % |
| Porcentaje de uso del conductor % L2 | 56.92 | % |
| Porcentaje de uso del conductor % L3 | 56.54 | % |
| Porcentaje de uso del interruptor | 59.00 | % |
| Porcentaje de uso del transformador | 64.41 | % |

| MG [KVA] | Voltaje | $\sqrt{3}$ | Capacidad Nominal $I = (P) / V * \sqrt{3}$ amperios |
|----------|---------|------------|--|
| 330 | 208 | 1.73 | 916 |

CALCULO DE CARGAS DE TPE35:

| RAMAL | BREAK | GALERAS | KW | AMP | PER No. 1 | TOTAL AMP |
|-------|---------|------------------|---------|----------|-----------|-----------|
| 1 | 350 amp | 1,2,3,4,5,6 | 65.8620 | 176.0437 | | 176.0437 |
| 2 | 200 amp | 8,9,11,12 | 43.9080 | 117.3625 | | 117.3625 |
| 3 | 350 amp | 14,15,17,18 | 30.6853 | 82.0194 | 86.745 | 168.7644 |
| 4 | 350 amp | 7,10,13,16,19,21 | 46.0280 | 123.0291 | | 123.0291 |
| | | | | | | 585.1997 |

Continuación de la figura 88.

| TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TPE35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|--------------------------------------|-----------|----------------------|-----------|-------------------------------|---------------|------------------------|--------|------------------------|----|-----------------------------|---------------|------------------------|-----------------|---------------|---------------------|---------------|-------|---------|------------------|----------------|-----------|----------------------|---|-------|--------|--------|--|---|-------|--------|--------|--|---|-------|--------|--------|--|--------------|---------------|---------------|--|--|
| Centro Técnico | | Sala | | | | Fecha Mantenimiento | | | | Fases: | | Nombre del tablero: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Granja San Pablo Sector No. 1, TPE35 | | | | 01/08/2015 | | | | 3 | | Subestacion Principal No. 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Polos: | | % Uso Barras | | % Uso Int Principal | | % Uso Alimentador | | Alimentador Principal: | | Cond. por fase | | Amps x fase | | Conclusiones generales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | 97.53% | | 73.15% | | 225.08% | | Calibre | | Capacidad de Corriente | | 1 | | 260 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Voltaje del Tabl | | Corriente de Barras [A]: | | | | Interruptor principal 3P [A]: | | | | 40 | | 260 | | 1 | | 260 | | Observaciones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 240 | | 600 | | | | 800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ident | Corriente [A] | Descripcion | Fases | Breaker | Conductor | Capacidad conductor | % Uso Breaker | % Uso conductor | ON/OFF | Observaciones | Nº | Nº | Observaciones | ON/OFF | % Uso conductor | % Uso Breaker | Capacidad conductor | Conductor | Fases | Breaker | Descripcion | Corriente [A] | Ident | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-1 | 176.05 | Gal: 1,2,3,4,5,6 | 3x | 350 | 2/0 | 195 | 50.3 | 90.2 | | | 1 | 2 | | | 60.2 | 58.7 | 195 | 2/0 | 3x | 200 | Gal: 8,9,11,12 | 117.36 | A-2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-3 | 176.05 | Gal: 1,2,3,4,5,6 | 3x | 350 | 2/0 | 195 | 50.3 | 90.9 | | | 3 | 4 | | | 60.2 | 58.7 | 195 | 2/0 | 3x | 200 | Gal: 8,9,11,12 | 117.36 | A-4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-5 | 176.05 | Gal: 1,2,3,4,5,6 | 3x | 350 | 2/0 | 195 | 50.3 | 90.9 | | | 5 | 6 | | | 60.2 | 58.7 | 195 | 2/0 | 3x | 200 | Gal: 8,9,11,12 | 117.36 | A-6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-7 | 123.03 | Gal: 7,10,13,16,19,21 | 3x | 350 | 2/0 | 195 | 35.2 | 63.1 | | | 7 | 8 | | | 86.5 | 48.2 | 195 | 2/0 | 3x | 350 | Gal: 14,15,17,18 | 168.76 | A-8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-9 | 123.03 | Gal: 7,10,13,16,19,21 | 3x | 350 | 2/0 | 195 | 35.2 | 63.1 | | | 9 | 10 | | | 86.5 | 48.2 | 195 | 2/0 | 3x | 350 | Gal: 14,15,17,18 | 168.76 | A-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-11 | 123.03 | Gal: 7,10,13,16,19,21 | 3x | 350 | 2/0 | 195 | 35.2 | 63.1 | | | 11 | 12 | | | 86.5 | 48.2 | 195 | 2/0 | 3x | 350 | Gal: 14,15,17,18 | 168.76 | A-12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-13 | | DISPONBLE | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 13 | 14 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | DISPONBLE | | A-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-15 | | DISPONBLE | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 15 | 16 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | DISPONBLE | | A-16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-17 | | DISPONBLE | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 17 | 18 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | DISPONBLE | | A-18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-19 | | DISPONBLE | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 19 | 20 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | DISPONBLE | | A-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-21 | | DISPONBLE | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 21 | 22 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | DISPONBLE | | A-22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-23 | | DISPONBLE | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 23 | 24 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | DISPONBLE | | A-24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-25 | | | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 25 | 26 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | | | A-26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-27 | | | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 27 | 28 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | | | A-28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-29 | | | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 29 | 30 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | | | A-30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-31 | | | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 31 | 32 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | | | A-32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-33 | | | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 33 | 34 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | | | A-34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-35 | | | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 35 | 36 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | | | A-36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-37 | | | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 37 | 38 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | | | A-38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-39 | | | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 39 | 40 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | | | A-40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-41 | | | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 41 | 42 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | | | A-42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-43 | | | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 43 | 44 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | | | A-44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-45 | | | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 45 | 46 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | | | A-46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-47 | | | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 47 | 48 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | | | A-48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-49 | | | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 49 | 50 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | | | A-50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-51 | | | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 51 | 52 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | | | A-52 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-53 | | | | | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | 53 | 54 | | | #DM/0/ | #DM/0/ | | | | | | | | A-54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Fase</th> <th>Balanc e</th> <th>Corrient e [A]</th> <th>Potenc ia</th> <th>Consumo Promedio [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>585.2</td> <td>243.26</td> <td>97.53%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>585.2</td> <td>243.26</td> <td>97.53%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>585.2</td> <td>243.26</td> <td>97.53%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>1755.6</td> <td>729.79</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Fase | Balanc e | Corrient e [A] | Potenc ia | Consumo Promedio [%] | 1 | 585.2 | 243.26 | 97.53% | | 2 | 585.2 | 243.26 | 97.53% | | 3 | 585.2 | 243.26 | 97.53% | | TOTAL | 1755.6 | 729.79 | | |
| Fase | Balanc e | Corrient e [A] | Potenc ia | Consumo Promedio [%] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 585.2 | 243.26 | 97.53% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 585.2 | 243.26 | 97.53% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 585.2 | 243.26 | 97.53% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 1755.6 | 729.79 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Continuación de la figura 88.

Sector PE36
Planta Eléctrica 300 Kw
Fipión Principal 800 Amp
Breake Secondary 400, 400, 300 y 200 Amp
Transformador Pad Mounted 330 KVA
Transferencia Automatica

| Galera | Tipo | Medida M/L | Área Mt2 | Motor Com | HP | Carga 230 v | Motor Silos | HP | Carga 230 v | Bombas Panel | Bombas Foguer | HP | Carga 230 v | Motor Ext | Motor Ventilador | HP | Carga 230 v | Ilum | Carga 120 v |
|----------------|-------|------------|----------|-----------|----|-------------|-------------|----|-------------|--------------|---------------|----|-------------|-----------|------------------|-----|-------------|------|-------------|
| 26 | Túnel | 90x12 | 1080 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 9 | | 1 | 3 f | 33 | 1 f |
| 27 | Túnel | 120x12 | 1440 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 9 | | 1 | 3 f | 45 | 1 f |
| 28 | Túnel | 150x12 | 1800 | 6 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 8 | | 1.5 | 3 f | 53 | 1 f |
| 29 | Túnel | 150x12 | 1800 | 6 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 12 | | 1 | 3 f | 53 | 1 f |
| 30 | Túnel | 150x12 | 1800 | 6 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 12 | | 1 | 3 f | 53 | 1 f |
| 31 | Túnel | 150x12 | 1800 | 6 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 12 | | 1 | 3 f | 53 | 1 f |
| 32 | Túnel | 144x12 | 1728 | 6 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 11 | | 1 | 3 f | 51 | 1 f |
| 33 | Túnel | 144x12 | 1728 | 6 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 11 | | 1 | 3 f | 51 | 1 f |
| 34 | Túnel | 120x12 | 1440 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 9 | | 1 | 3 f | 45 | 1 f |
| 35 | Túnel | 96x12 | 1152 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 9 | | 1 | 3 f | 35 | 1 f |
| 36 | Túnel | 72x12 | 864 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 8 | | 1 | 3 f | 27 | 1 f |
| 20 | Conv | 96x10 | 960 | 2 | ½ | 1 f | 1 | ¾ | 1 f | | 1 | 1 | 1 f | | 9 | ½ | 1 f | 19 | 1 f |
| 22 | Conv | 72x10 | 720 | 2 | ½ | 1 f | 1 | ¾ | 1 f | | 1 | 1 | 1 f | | 7 | ½ | 1 f | 16 | 1 f |
| 23 | Túnel | 120x10 | 1200 | 2 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 7 | | 1.5 | 3 f | 47 | 1 f |
| 24 | Túnel | 102x10 | 1020 | 2 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | | 1 | 1 f | 6 | | 1.5 | 3 f | 42 | 1 f |
| 25 | Conv | 84x10 | 840 | 2 | ½ | 1 f | 1 | ¾ | 1 f | | 1 | 1 | 1 f | | 8 | ½ | 1 f | 18 | 1 f |
| TOTALES | | | | 61 | | | 16 | | | 26 | 3 | | 123 | 24 | | | 641 | | |

| Equipo | Totales | Kw |
|--------|---------|----|
|--------|---------|----|

| | | |
|------------------------------|-----|--------------|
| Motor Comedero | 61 | 22.75 |
| Motor Silos | 16 | 8.95 |
| Bombas Panel | 26 | 19.40 |
| Bombas Foguer | 3 | 2.24 |
| Motor Extractor | 123 | 99.59 |
| Motor Ventilador | 24 | 8.95 |
| Iluminación | 641 | 8.33 |
| Lámparas Alógenas | 22 | 8.80 |
| Lámparas Mercurio | 4 | 0.70 |
| Iluminación Planta Eléctrica | 6 | 0.08 |
| Bombas Mojado | 5 | 18.65 |
| Perifericos | | 19.76 |
| TOTALES | | 218.2 |

Observaciones:

Iluminación Perimetral: Lámparas Alógenas de 400 watts, 22 unidades

Lámparas de Mercurio de 175 watts, 4 unidades

Iluminación Planta Eléctrica: Lámparas PL de 13 watts, 6 unidades

Bombas de Mojado: Motores de 5 HP, 5 unidades.

Perifericos: Dos bombas sumergibles de pozo de 10 HP y 15 HP trifásicas, Iluminación de: Oficina nueva, Baño, Lavandería, oficinas antiguas, bodega y casa del supervisor, 9 unidades de 13 watts, 1 refrigeradora de 1000 watts.

Continuación de la figura 88.

| BREAKER PRINCIPAL SECTOR DOS | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------|-------|------------------------|---------|-----------------------------|------------|------------------------|
| Centro Técnico | Sala | | | | Fecha Mantenimiento | Fases: | Nombre del tablero: | | |
| | Granja San Pablo Sector No. 2, TPE36 | | | | | 3 | Subestacion Principal No. 2 | | |
| Capacidad Nominal [A]: | % Uso Transformador | % Uso Int Principal | % Uso Alimentador | | Alimentador Principal: | | | | Conclusiones generales |
| 800 | 64.88 | 59.43 | 57.50 | | Calibre | In: | Cond. por fase | Amps.xfase | |
| Voltaje del Tablero [V]: | Corriente de corto circuito [kA]: | | | Marca | Modelo | | | | Observaciones |
| 120/240 | 0.8 kA | | | | | 4 x 4/0 | 260 | 4 | 1040 |

Transformador Pad Mounted

| Potencia [KVA] | Voltaje [Vrms] | Capacidad Nominal $I = (P) / V * \sqrt{3}$ amperios |
|----------------|----------------|--|
| 330 | 208 | 916 |

Cargas

| Corrientes | L1 (amperios) | L2 (amperios) | L3 (amperios) |
|------------|---------------|---------------|---------------|
| TPE36 | 590 | 595 | 598 |
| TOTAL | 590 | 595 | 598 |

| Alimentacion principal y protecciones | | |
|---------------------------------------|---------|----------|
| Calibre de conductor No. | 4 x 4/0 | |
| Conductores por fase | 4 | |
| Capacidad nominal por conductor | 260 | amperios |
| Capacidad nominal por fase | 1040 | amperios |
| Proteccion del tablero | 3X1000 | amperios |
| Promedio de Corriente por fase | 594 | amperios |
| Porcentaje de uso del conductor % L1 | 56.73 | % |
| Porcentaje de uso del conductor % L2 | 57.21 | % |
| Porcentaje de uso del conductor % L3 | 57.50 | % |
| Porcentaje de uso del interruptor | 59.43 | % |
| Porcentaje de uso del transformador | 64.88 | % |

| MG [KVA] | Voltaje | $\sqrt{3}$ | Capacidad Nominal $I = (P) / V * \sqrt{3}$ amperios |
|----------|---------|------------|--|
| 330 | 208 | 1.73 | 916 |

CALCULO DE CARGAS DE TPE36:

| RAMAL | BREAK | GALERAS | KW | AMP | PER No. 2 | TOTAL AMP |
|-------|---------|-------------------|---------|----------|-----------|-----------|
| 1 | 400 amp | 26,27,28,29,30,31 | 66.6218 | 178.0746 | | 178.0746 |
| 2 | 400 amp | 32,33,34,35,36 | 55.5182 | 148.3955 | 73.7103 | 222.1058 |
| 3 | 300 amp | 20,22,23,24,25 | 38.3567 | 102.5242 | | 102.5242 |
| 4 | 200 amp | P1, P2, Admon | 30.9500 | 82.7268 | | 82.7268 |
| | | | | | | 585.4314 |

Continuación de la figura 88.

| TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TPE36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------|--------------------------------------|-------|---------------------|-----------|-------------------------------|---------------|---|--------|---------------|----|-----------------------------|---------------|--------|-----------------|---------------|---------------------|---------------|-------|---------|---------------------|---------------|-------|------|
| Centro Técnico | | Sala | | | | Fecha Mantenimiento | | | | Fases: | | Nombre del tablero: | | | | | | | | | | | | |
| | | Granja San Pablo Sector No. 2, TPE35 | | | | 01/10/2015 | | | | 3 | | Subestacion Principal No. 2 | | | | | | | | | | | | |
| Polos: | | % Uso Barras | | % Uso Int Principal | | % Uso Alimentador | | Alimentador Principal: | | | | Conclusiones generales | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | 97.57% | | 73.18% | | 225.17% | | Calibre Capacidad de Corriente Cond. por fase Amps x fase | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Voltaje del Tablero | | Corriente de Barras [A]: | | | | Interruptor principal 3P [A]: | | | | 40 | | 260 | | 1 | | 260 | | Observaciones | | | | | | |
| 240 | | 600 | | | | 800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ident | Corriente [A] | Descripcion | Fases | Breaker | Conductor | Capacidad conductor | % Uso Breaker | % Uso conductor | ON/OFF | Observaciones | Nº | Nº | Observaciones | ON/OFF | % Uso conductor | % Uso Breaker | Capacidad conductor | Conductor | Fases | Breaker | Descripcion | Corriente [A] | Ident | |
| A-1 | 178.08 | Gal: 26,27,28,29,30,31 | 3x | 400 | 2/0 | 195 | 44.5 | 91.3 | | | 1 | 2 | | | 85.4 | 55.5 | 260 | 4/0 | 3x | 400 | Gal: 32,33,34,35,36 | 222.11 | A-2 | |
| A-3 | 178.08 | Gal: 26,27,28,29,30,31 | 3x | 400 | 2/0 | 195 | 44.5 | 91.3 | | | 3 | 4 | | | 85.4 | 55.5 | 260 | 4/0 | 3x | 400 | Gal: 32,33,34,35,36 | 222.11 | A-4 | |
| A-5 | 178.08 | Gal: 26,27,28,29,30,31 | 3x | 400 | 2/0 | 195 | 44.5 | 91.3 | | | 5 | 6 | | | 85.4 | 55.5 | 260 | 4/0 | 3x | 400 | Gal: 32,33,34,35,36 | 222.11 | A-6 | |
| A-7 | 82.73 | P1, P2, Admon | 3x | 200 | 2/0 | 195 | 41.4 | 42.4 | | | 7 | 8 | | | 52.6 | 34.2 | 195 | 2/0 | 3x | 300 | Gal: 20,22,23,24,25 | 102.52 | A-8 | |
| A-9 | 82.73 | P1, P2, Admon | 3x | 200 | 2/0 | 195 | 41.4 | 42.4 | | | 9 | 10 | | | 52.6 | 34.2 | 195 | 2/0 | 3x | 300 | Gal: 20,22,23,24,25 | 102.52 | A-10 | |
| A-11 | 82.73 | P1, P2, Admon | 3x | 200 | 2/0 | 195 | 41.4 | 42.4 | | | 11 | 12 | | | 52.6 | 34.2 | 195 | 2/0 | 3x | 300 | Gal: 20,22,23,24,25 | 102.52 | A-12 | |
| A-13 | | DISPONIBLE | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 13 | 14 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-14 |
| A-15 | | DISPONIBLE | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 15 | 16 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-16 |
| A-17 | | DISPONIBLE | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 17 | 18 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-18 |
| A-19 | | DISPONIBLE | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 19 | 20 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-20 |
| A-21 | | DISPONIBLE | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 21 | 22 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-22 |
| A-23 | | DISPONIBLE | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 23 | 24 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-24 |
| A-25 | | | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 25 | 26 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-26 |
| A-27 | | | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 27 | 28 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-28 |
| A-29 | | | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 29 | 30 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-30 |
| A-31 | | | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 31 | 32 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-32 |
| A-33 | | | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 33 | 34 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-34 |
| A-35 | | | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 35 | 36 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-36 |
| A-37 | | | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 37 | 38 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-38 |
| A-39 | | | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 39 | 40 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-40 |
| A-41 | | | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 41 | 42 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-42 |
| A-43 | | | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 43 | 44 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-44 |
| A-45 | | | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 45 | 46 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-46 |
| A-47 | | | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 47 | 48 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-48 |
| A-49 | | | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 49 | 50 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-50 |
| A-51 | | | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 51 | 52 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-52 |
| A-53 | | | | | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | 53 | 54 | | | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | A-54 |

| Fase | Balanc e [A] | Corrient e [kVA] | Potenci a [kVA] | Consumo Promedio [%] |
|--------------|----------------|------------------|-----------------|----------------------|
| 1 | 585.44 | 243.36 | 97.57% | |
| 2 | 585.44 | 243.36 | 97.57% | 60 |
| 3 | 585.44 | 243.36 | 97.57% | 75 |
| TOTAL | 1756.32 | 730.09 | | 100 |

Fuente: elaboración propia.

5. ANÁLISIS ECONÓMICO DE CONVERSIÓN PROCESO ANTIGUO A PROCESO ACTUAL

Se realizó un análisis económico del proceso antiguo vrs el proceso actual, con la finalidad de comprobar el costo beneficio de la energía con respecto a la producción, obteniendo resultados satisfactorios en beneficio de la empresa a la cual se le desarrolló el proyecto, los datos tomados para este análisis, son datos reales de la producción, energía y costo de kW.

Figura 89. Análisis económico

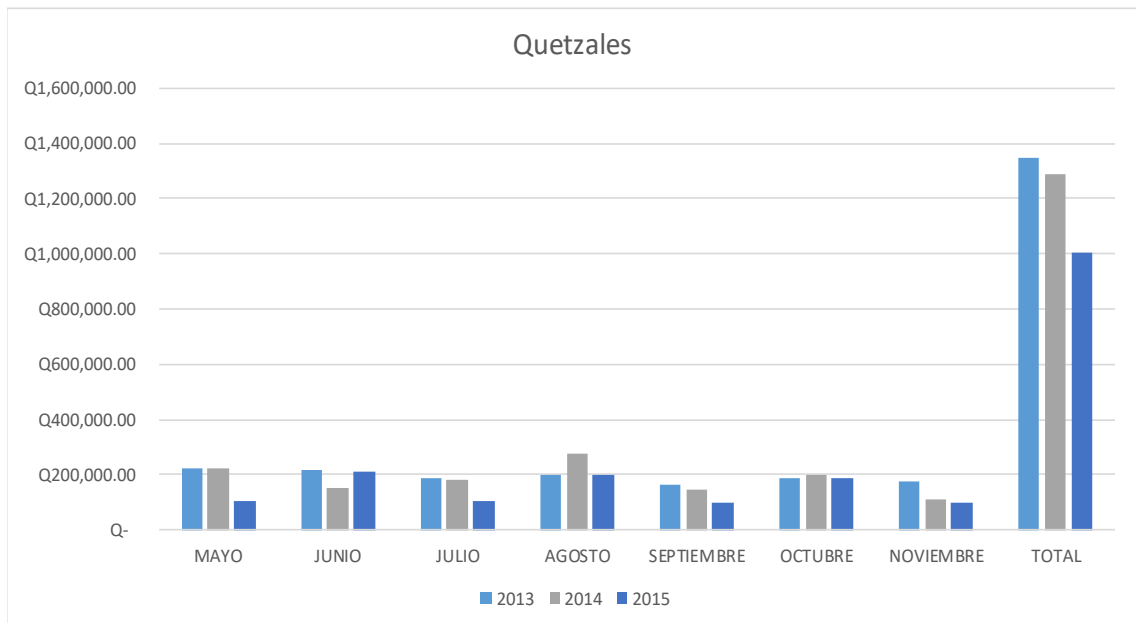
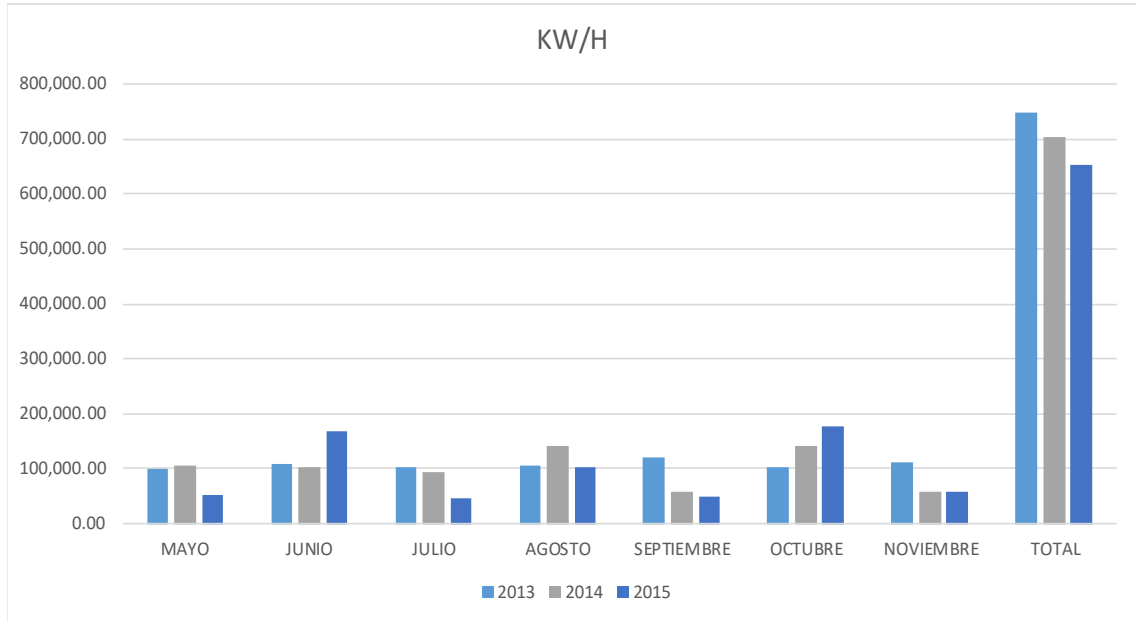
| |
|--|
| ANALISIS DE CONSUMO ENERGIA KWH |
| AÑOS: 2013-2014-2015 |
| MAYO - NOVIEMBRE |

| MES | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| MAYO | 98,610.32 | 106,897.65 | 53,056.27 |
| JUNIO | 107,428.54 | 101,961.66 | 167,851.60 |
| JULIO | 103,018.96 | 93,310.40 | 45,614.42 |
| AGOSTO | 105,343.65 | 142,672.74 | 102,703.96 |
| SEPTIEMBRE | 119,530.21 | 58,407.22 | 48,689.40 |
| OCTUBRE | 103,189.42 | 140,803.98 | 177,258.74 |
| NOVIEMBRE | 111,741.18 | 58,070.88 | 57,021.95 |
| TOTAL | 748,862.28 | 702,124.53 | 652,196.34 |

| |
|--|
| ANALISIS DE FACTURACION ENERGIA MENSUAL |
| AÑOS: 2013-2014-2015 |
| MAYO - NOVIEMBRE |

| MES | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| MAYO | Q 220,382.14 | Q 221,224.87 | Q 106,932.95 |
| JUNIO | Q 214,543.95 | Q 153,642.57 | Q 211,644.96 |
| JULIO | Q 187,042.31 | Q 179,078.54 | Q 104,053.39 |
| AGOSTO | Q 201,389.20 | Q 277,880.42 | Q 196,097.66 |
| SEPTIEMBRE | Q 162,548.43 | Q 147,627.10 | Q 99,037.43 |
| OCTUBRE | Q 185,740.97 | Q 199,859.00 | Q 188,842.67 |
| NOVIEMBRE | Q 173,940.66 | Q 107,700.03 | Q 96,356.06 |
| TOTAL | Q 1,345,587.66 | Q 1,287,012.53 | Q 1,002,965.12 |

Continuación de la figura 89.



Continuación de la figura 89.

ANALISIS FINANCIERO GRANJA SAN PABLO
INVERSION Y RETORNO DE INVERSION

| GALERAS | TIPO | MEDIDAS | AREAS | DENSIDAD ANTERIOR | MORTANDAD | INDICE DE MORTANDAD | TOTAL | CANTIDAD EN LIBRAS | DENSIDAD ACTUAL | MORTANDAD | INDICE DE MORTANDAD | TOTAL | CANTIDAD EN LIBRAS |
|---------|-------|---------|-------|-------------------|-----------|---------------------|--------|--------------------|-----------------|-----------|---------------------|--------|--------------------|
| 1 | Túnel | 80x12 | 960 | 15360 | 0.040 | 614 | 14746 | 85230 | 17280 | 0.040 | 691 | 16589 | 95883 |
| 2 | Túnel | 80x12 | 960 | 15360 | 0.040 | 614 | 14746 | 85230 | 17280 | 0.040 | 691 | 16589 | 95883 |
| 3 | Túnel | 103x12 | 1236 | 19776 | 0.040 | 791 | 18985 | 109733 | 22248 | 0.040 | 890 | 21358 | 123450 |
| 4 | Túnel | 103x12 | 1236 | 19776 | 0.040 | 791 | 18985 | 109733 | 22248 | 0.040 | 890 | 21358 | 123450 |
| 5 | Túnel | 134x12 | 1608 | 25728 | 0.040 | 1029 | 24699 | 142760 | 28944 | 0.040 | 1158 | 27786 | 160604 |
| 6 | Túnel | 134x12 | 1608 | 25728 | 0.040 | 1029 | 24699 | 142760 | 28944 | 0.040 | 1158 | 27786 | 160604 |
| 7 | Conv | 86.6x11 | 953 | 12384 | 0.040 | 495 | 11888 | 68715 | 12384 | 0.040 | 495 | 11888 | 68715 |
| 8 | Túnel | 85.5x12 | 1026 | 16416 | 0.040 | 657 | 15759 | 91089 | 18468 | 0.040 | 739 | 17729 | 102475 |
| 9 | Túnel | 85.5x12 | 1026 | 16416 | 0.040 | 657 | 15759 | 91089 | 18468 | 0.040 | 739 | 17729 | 102475 |
| 10 | Conv | 101x11 | 1111 | 14443 | 0.040 | 578 | 13865 | 80141 | 14443 | 0.040 | 578 | 13865 | 80141 |
| 11 | Túnel | 104x12 | 1248 | 19968 | 0.040 | 799 | 19169 | 110798 | 22464 | 0.040 | 899 | 21565 | 124648 |
| 12 | Túnel | 104x12 | 1248 | 19968 | 0.040 | 799 | 19169 | 110798 | 22464 | 0.040 | 899 | 21565 | 124648 |
| 13 | Conv | 116x11 | 1276 | 16588 | 0.040 | 664 | 15924 | 92043 | 16588 | 0.040 | 664 | 15924 | 92043 |
| 14 | Túnel | 116x12 | 1392 | 22272 | 0.040 | 891 | 21381 | 123583 | 25056 | 0.040 | 1002 | 24054 | 139031 |
| 15 | Túnel | 116x12 | 1392 | 22272 | 0.040 | 891 | 21381 | 123583 | 25056 | 0.040 | 1002 | 24054 | 139031 |
| 16 | Conv | 104x12 | 1248 | 16224 | 0.040 | 649 | 15575 | 90024 | 16224 | 0.040 | 649 | 15575 | 90024 |
| 17 | Túnel | 116x12 | 1392 | 22272 | 0.040 | 891 | 21381 | 123583 | 25056 | 0.040 | 1002 | 24054 | 139031 |
| 18 | Túnel | 116x12 | 1392 | 22272 | 0.040 | 891 | 21381 | 123583 | 25056 | 0.040 | 1002 | 24054 | 139031 |
| 19 | Conv | 83.7x10 | 837 | 10881 | 0.040 | 435 | 10446 | 60376 | 10881 | 0.040 | 435 | 10446 | 60376 |
| 20 | Conv | 96x10 | 960 | 12480 | 0.040 | 499 | 11981 | 69249 | 12480 | 0.040 | 499 | 11981 | 69249 |
| 21 | Conv | 59.8x10 | 598 | 7774 | 0.040 | 311 | 7463 | 43136 | 7774 | 0.040 | 311 | 7463 | 43136 |
| 22 | Conv | 72x10 | 720 | 9360 | 0.040 | 374 | 8986 | 51937 | 9360 | 0.040 | 374 | 8986 | 51937 |
| 23 | Túnel | 120x10 | 1200 | 15600 | 0.040 | 624 | 14976 | 86561 | 25200 | 0.040 | 1008 | 24192 | 139830 |
| 24 | Túnel | 102x10 | 1020 | 13260 | 0.040 | 530 | 12730 | 73577 | 21420 | 0.040 | 857 | 20563 | 118855 |
| 25 | Conv | 84x10 | 840 | 10920 | 0.040 | 437 | 10483 | 60593 | 10920 | 0.040 | 437 | 10483 | 60593 |
| 26 | Túnel | 90x12 | 1080 | 17280 | 0.040 | 691 | 16589 | 95883 | 19440 | 0.040 | 778 | 18662 | 107869 |
| 27 | Túnel | 120x12 | 1440 | 23040 | 0.040 | 922 | 22118 | 127844 | 25920 | 0.040 | 1037 | 24883 | 143825 |
| 28 | Túnel | 150x12 | 1800 | 28800 | 0.040 | 1152 | 27648 | 159805 | 32400 | 0.040 | 1296 | 31104 | 179781 |
| 29 | Túnel | 150x12 | 1800 | 28800 | 0.040 | 1152 | 27648 | 159805 | 32400 | 0.040 | 1296 | 31104 | 179781 |
| 30 | Túnel | 150x12 | 1800 | 28800 | 0.040 | 1152 | 27648 | 159805 | 32400 | 0.040 | 1296 | 31104 | 179781 |
| 31 | Túnel | 150x12 | 1800 | 28800 | 0.040 | 1152 | 27648 | 159805 | 32400 | 0.040 | 1296 | 31104 | 179781 |
| 32 | Túnel | 144x12 | 1728 | 27648 | 0.040 | 1106 | 26542 | 153413 | 31104 | 0.040 | 1244 | 29860 | 172590 |
| 33 | Túnel | 144x12 | 1728 | 27648 | 0.040 | 1106 | 26542 | 153413 | 31104 | 0.040 | 1244 | 29860 | 172590 |
| 34 | Túnel | 120x12 | 1440 | 23040 | 0.040 | 922 | 22118 | 127844 | 25920 | 0.040 | 1037 | 24883 | 143825 |
| 35 | Túnel | 96x12 | 1152 | 18432 | 0.040 | 737 | 17695 | 102275 | 20736 | 0.040 | 829 | 19907 | 115060 |
| 36 | Túnel | 72x12 | 864 | 13824 | 0.040 | 553 | 13271 | 76707 | 15552 | 0.040 | 622 | 14930 | 86295 |
| | | | | 689610 | 0.040 | 27584 | 662025 | 3826507 | 776082 | 0.040 | 31043 | 745039 | 4306323 |

| | |
|--------------|-----------------|
| 479816 | Q 6,717,421.67 |
| DOS COSECHAS | Q 13,434,843.34 |

| ITEMS | DESC | INVERSION |
|-------|-----------------|-----------------|
| 1 | GENERADOR | Q 1,500,000.00 |
| 2 | TRANSFORMADOR | Q 850,000.00 |
| 3 | POZO No. 2 | Q 850,000.00 |
| 4 | COMEDEROS | Q 1,600,000.00 |
| 5 | BEBEDEROS | Q 1,200,000.00 |
| 6 | PANELES | Q 850,000.00 |
| 7 | CHORE TRONICS | Q 250,000.00 |
| 8 | SILOS | Q 1,200,000.00 |
| 9 | INFRAESTRUCTURA | Q 3,500,000.00 |
| 10 | MATERIALES ELEC | Q 1,350,000.00 |
| 11 | CABLEADO ELEC | Q 725,000.00 |
| 12 | ILUMINACION | Q 150,000.00 |
| | | Q 14,025,000.00 |
| | AHORRO AVES | Q 13,434,843.34 |
| | AHORRO ENERGIA | Q 284,047.41 |
| | RETORNO INV | Q 306,109.25 |

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El ahorro de energía en granjas avícolas está directamente relacionado con el buen manejo de las instalaciones. Es posible conservar energía mediante la selección de bombillas y equipos más eficientes energéticamente. El mantenimiento adecuado de los equipos es necesario para conservar energía. Las prácticas de manejo para conservar energía generalmente redundan en mejores producciones de las aves y mejores condiciones de trabajo para el granjero y los empleados de la granja.
2. El uso de automatización de galeras en una granja, disminuye el consumo energético, aumenta la productividad y reduce el costo de producción.
3. Existe una gran variabilidad en el consumo de energía entre galeras, granjas y empresas. Para determinar los estándares de consumo, proponer planes de conservación, y medir el impacto de los cambios es importante medir y controlar constantemente los consumos de energía.
4. Las instalaciones bien adecuadas, selladas herméticamente y automatizadas ayudan grandemente a minimizar el consumo de energía.
5. La atención a los detalles en la elección de los equipos de ventilación es extremadamente impactante en el costo de electricidad en una granja.

RECOMENDACIONES

En el transcurso del proyecto, surgen recomendaciones que se deben de tomar en cuenta para que se continúe ejecutando con éxito todo el proceso logrado en estos últimos seis meses, el cual se describe a continuación:

1. Los generadores de 300 kW deben de contar con un mantenimiento preventivo diario, semanal y trimestral para que no bajen su rendimiento y siempre estén en buenas condiciones para activarse en alguna emergencia que se suscite en la granja.
2. Los transformadores de 330 KVA, deben de contar con un mantenimiento mensual de limpieza, revisión de terminales y limpieza del área, al año nuevamente hacer el mantenimiento respectivo y revisión de aceite dieléctrico, con sumo cuidado para evitar accidentes en el proceso.
3. Seguir diariamente con la toma de consumos de energía interna y externa, con el propósito de verificar que las cargas estén siempre balanceadas.
4. Al conectar otro equipo al sistema debe de verificarse en que acometida se instale para no desbalancear las cargas.
5. Contar con un plan de mantenimiento para todas las redes eléctricas que se encuentran instaladas en la granja, verificando punto por punto para evitar pérdidas o cortocircuitos a futuro.

6. Contar con un plan de mantenimiento de todas las galeras incluyendo no solo la caseta eléctrica e iluminación, sino que también, las líneas de comederos, líneas de bebederos, sistemas de ventilación, criadoras, paneles de ventilación y extractores, para ejecutarse en los periodos de vacío de la granja.
7. Planificar capacitaciones a todo el personal que se involucra en el proceso productivo de crianza de aves, con el propósito de hacer conciencia del buen manejo de todos los equipos y que no los dañen.
8. Realizar auditorías de calidad de procesos, con el propósito de verificar que se cumple con todas las recomendaciones que se están proponiendo.

BIBLIOGRAFIA

1. ALVES PEREIRA, Antônio Henrique. *Cerámicas Piezoeléctricas: funcionamiento y propiedades*. Brasil: ATCP Engenharia Física. 2010. 215 p.
2. ATCP de Brasil. *Efecto Piezoeléctrico y Cerámicas Piezoeléctricas*. Brasil. 2004. 138 p.
3. CIFUENTES GUTIÉRREZ, José Andrés. *Baldosa Piezoeléctrica para Alimentar Sistemas de Iluminación de Bajo Consumo Energético*. Trabajo de Graduación de Ing. Mecatrónica. Escuela de Ingeniería de Antioquia. Colombia. 2013. 20 p.
4. KEAWBOONCLINAY, Chok. *Electrical power generation characteristics of piezoelectric generator under quasi-static and dynamic stress conditions*. Estados Unidos: IEEE. 2003. 145 p.
5. OGATA, Katsuhiko. *Ingeniería de Control Moderna*. 5a ed. España: Pearson. 2010. 78 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Plano de granja San Pablo



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Reporte diario de cargas y factor de potencia

| | | | |
|---------------------------------------|--|--|--|
| GRANJA: | | BANCO CAPACITORES: | |
| No. MEDIDOR EEGSA: | | MARCA BANCO DE CAPACITORES: | |
| LECTURA DE FACTOR DE POTENCIA: | | LECTURA FACTOR DE POTENCIA: | |
| HORA DE LECTURA: | | ETAPAS DE BANCO DE CAPACITORES: | |
| VOLTAJES: | | | |
| FASE A - FASE B: | | BANCO DE CAPACITORES: | |
| FASE B - FASE C: | | MARCA BANCO DE CAPACITORES: | |
| FASE A - FASE C: | | LECTURA FACTOR DE POTENCIA: | |
| POTENCIA: | | ETAPAS DE BANCO DE CAPACITORES: | |
| KILOWATTS: | | BANCO DE CAPACITORES: | |
| KILOWATTS/HORA: | | MARCA BANCO DE CAPACITORES: | |
| KVAR: | | LECTURA FACTOR DE POTENCIA: | |
| KVARH: | | ETAPAS DE BANCO DE CAPACITORES: | |

OBSERVACIONES:

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Sector PE9

ANEXO 3. Sector PE29
 Planta Eléctrica 135 Kw
 Flippón Principal 400 Amp
 Flippón Secundario 400 Amp
 Banco de Transformadores 3 x 50 KVA
 Transferencia Manual

| Galera | Tipo | Medida M/L | Area Mt2 | Motor Com | HP | Carga 230 v | Motor Silos | HP | Carga 230 v | Bombas Panel | HP | Carga 230 v | Motor Ext | HP | Carga 230 v | Ilum | Carga 120 v |
|--------|-------|------------|----------|-----------|----|-------------|-------------|----|-------------|--------------|----|-------------|-----------|-----|-------------|------|-------------|
| 1 | Túnel | 80x12 | 960 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 6 | 1 | 3 f | 28 | 1 f |
| 2 | Túnel | 80x12 | 960 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 8 | 1 | 3 f | 28 | 1 f |
| 3 | Túnel | 103x12 | 1236 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 7 | 1 | 3 f | 36 | 1 f |
| 4 | Túnel | 103x12 | 1236 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 7 | 1 | 3 f | 36 | 1 f |
| 5 | Túnel | 134x12 | 1608 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 9 | 1.5 | 3 f | 46 | 1 f |
| 6 | Túnel | 134x12 | 1608 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 10 | 1.5 | 3 f | 46 | 1 f |
| 8 | Túnel | 85.5x12 | 1026 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 6 | 1.5 | 3 f | 30 | 1 f |
| 9 | Túnel | 85.5x12 | 1026 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 7 | 1.5 | 3 f | 30 | 1 f |
| 11 | Túnel | 104x12 | 1248 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 7 | 1.5 | 3 f | 38 | 1 f |
| 12 | Túnel | 104x12 | 1248 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¾ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 8 | 1.5 | 3 f | 38 | 1 f |

| Equipo | Totales | Kw |
|------------------------------|---------|------------------|
| Motor Comedero | 30 | 11.19 |
| Motor Silos | 10 | 5.59 |
| Bombas Panel | 20 | 14.91 |
| Motor Extractor | 75 | 73.45 |
| Iluminación | 356 | 4.63 |
| Lámparas Alógenas | 10 | 4 |
| Lámparas Mercurio | 5 | 0.88 |
| Iluminación Planta Eléctrica | 2 | 0.03 |
| Bombas Mojado | 4 | 14.91 |
| TOTALES | | 129.59 Kw |

Observaciones:

Iluminación Perimetral:

Lámparas Alógenas de 400 watts, 10 unidades

Iluminación Planta Eléctrica:

Lámparas de Mercurio de 175 watts, 5 unidades

Bombas de Mojado:

Lámparas PL de 13 watts, 2 unidades

Motores de 5 HP, 4 unidades.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Sector PE11

ANEXO 4. Sector PE11
 Planta Eléctrica 150 Kw
 Filppón Principal 600 Amp
 Filppón Secundario 400 Amp
 Banco de Transformadores 3 x 50 KVA
 Transferencia Manual

| Galera | Tipo | Medida M/L | Área Mt2 | Motor Com | HP | Carga 230 v | Motor Silos | HP | Carga 230 v | Bombas Panel | Bombas Foguer | HP | Carga 230 v | Motor Ext | Motor Ventilador | HP | Carga 230 v | Ilum | Carga 120 v |
|--------|-------|------------|----------|-----------|-----|-------------|-------------|-----|-------------|--------------|---------------|-----|-------------|-----------|------------------|-----|-------------|------|-------------|
| 7 | Conv | 86.6x11 | 952.6 | | | | 1 | 1/4 | 1f | | 1 | 1 | 1f | | 9 | 1/2 | 1f | 16 | 1f |
| 10 | Conv | 101x11 | 1111 | | | | 1 | 1/4 | 1f | | 1 | 1 | 1f | | 11 | 1/2 | 1f | 20 | 1f |
| 13 | Conv | 116x11 | 1276 | | | | 2 | 1/4 | 1f | | 1 | 1 | 1f | | 12 | 1/2 | 1f | 17 | 1f |
| 14 | Túnel | 116x12 | 1392 | 3 | 1/2 | 3f | 1 | 1/4 | 3f | 2 | | 1.5 | 3f | 7 | | 1.5 | 3f | 38 | 1f |
| 15 | Túnel | 116x12 | 1392 | 3 | 1/2 | 3f | 1 | 1/4 | 3f | 2 | | 1.5 | 3f | 7 | | 1.5 | 3f | 40 | 1f |
| 16 | Conv | 104x12 | 1248 | | | | 2 | 1/4 | 1f | | 1 | 1 | 1f | | 11 | 1/2 | 1f | 19 | 1f |
| 17 | Túnel | 116x12 | 1392 | 3 | 1/2 | 3f | 1 | 1/4 | 3f | 2 | | 1.5 | 3f | 7 | | 1.5 | 3f | 40 | 1f |
| 18 | Túnel | 116x12 | 1392 | 3 | 1/2 | 3f | 1 | 1/4 | 3f | 2 | | 1.5 | 3f | 7 | | 1.5 | 3f | 40 | 1f |
| 19 | Conv | 83.7x10 | 837 | 2 | 1/2 | 1f | 1 | 1/4 | 1f | | 1 | 1 | 1f | | 9 | 1/2 | 1f | 18 | 1f |
| 20 | Conv | 96x10 | 960 | 2 | 1/2 | 1f | 1 | 1/4 | 1f | | 1 | 1 | 1f | | 9 | 1/2 | 1f | 19 | 1f |
| 21 | Conv | 59.8x10 | 598 | 2 | 1/2 | 1f | 1 | 1/4 | 1f | | 1 | 1 | 1f | | 6 | 1/2 | 1f | 15 | 1f |
| 22 | Conv | 72x10 | 720 | 2 | 1/2 | 1f | 1 | 1/4 | 1f | | 1 | 1 | 1f | | 7 | 1/2 | 1f | 16 | 1f |
| 23 | Túnel | 120x10 | 1200 | 2 | 1/2 | 3f | 1 | 1/4 | 3f | 2 | | 1.5 | 3f | 7 | | 1.5 | 3f | 47 | 1f |
| 24 | Túnel | 102x10 | 1020 | 2 | 1/2 | 3f | 1 | 1/4 | 3f | 2 | | 1.5 | 3f | 6 | | 1.5 | 3f | 42 | 1f |
| 25 | Conv | 84x10 | 840 | 2 | 1/2 | 1f | 1 | 1/4 | 1f | | 1 | 1 | 1f | | 8 | 1/2 | 1f | 18 | 1f |

| Equipo | Totales | Kw |
|-----------------------|---------|------------------|
| Motor Comedero | 22 | 8.2 |
| Motor Silos | 17 | 9.51 |
| Bombas Panel | 12 | 8.95 |
| Bombas Foguer | 9 | 6.71 |
| Motor Extractor | 41 | 45.86 |
| Motor Ventilador | 82 | 30.57 |
| Iluminación | 405 | 5.27 |
| Lámparas Alógenas | 8 | 3.2 |
| Lámparas Mercurio | 4 | 0.7 |
| Iluminación Eléctrica | 4 | 0.05 |
| Bombas Mojado | 4 | 14.91 |
| Periféricos | 7 | 0.09 |
| TOTALES | | 134.02 Kw |

Observaciones:
 Iluminación Perimetral:

Lámparas Alógenas de 400 watts, 8 unidades
 Lámparas de Mercurio de 175 watts, 4 unidades
 Lámparas PL de 13 watts, 4 unidades
 Motores de 5 HP monofásica, 4 unidades.

Iluminación Planta Eléctrica:
 Bombas de Mojado:

Periféricos:
 Iluminación garita central 7 unidades de 13 watts.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Sector PE23

ANEXO 5. Sector PE23
 Planta Eléctrica 275 Kw
 Flippón Principal 800 Amp
 Flippón Secundario 800 Amp
 Banco de Transformadores 3 x 75 KVA
 Transferencia Manual

| Galera | Tipo | Medida M/L | Área Mt2 | Motor Com | HP | Carga 230 v | Motor Silos | HP | Carga 230 v | Bombas Panel | HP | Carga 230 v | Motor Ext | HP | Carga 230 v | Ilum | Carga 120 v |
|--------|-------|------------|----------|-----------|----|-------------|-------------|----|-------------|--------------|----|-------------|-----------|-----|-------------|------|-------------|
| 26 | Túnel | 90x12 | 1080 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¼ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 9 | 1 | 3 f | 33 | 1 f |
| 27 | Túnel | 120x12 | 1440 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¼ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 9 | 1 | 3 f | 45 | 1 f |
| 28 | Túnel | 150x12 | 1800 | 6 | ½ | 3 f | 1 | ¼ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 8 | 1.5 | 3 f | 53 | 1 f |
| 29 | Túnel | 150x12 | 1800 | 6 | ½ | 3 f | 1 | ¼ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 12 | 1 | 3 f | 53 | 1 f |
| 30 | Túnel | 150x12 | 1800 | 6 | ½ | 3 f | 1 | ¼ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 12 | 1 | 3 f | 53 | 1 f |
| 31 | Túnel | 150x12 | 1800 | 6 | ½ | 3 f | 1 | ¼ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 12 | 1 | 3 f | 53 | 1 f |
| 32 | Túnel | 144x12 | 1728 | 6 | ½ | 3 f | 1 | ¼ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 11 | 1 | 3 f | 51 | 1 f |
| 33 | Túnel | 144x12 | 1728 | 6 | ½ | 3 f | 1 | ¼ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 11 | 1 | 3 f | 51 | 1 f |
| 34 | Túnel | 120x12 | 1440 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¼ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 9 | 1 | 3 f | 45 | 1 f |
| 35 | Túnel | 96x12 | 1152 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¼ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 9 | 1 | 3 f | 35 | 1 f |
| 36 | Túnel | 72x12 | 864 | 3 | ½ | 3 f | 1 | ¼ | 3 f | 2 | 1 | 1 f | 8 | 1 | 3 f | 27 | 1 f |

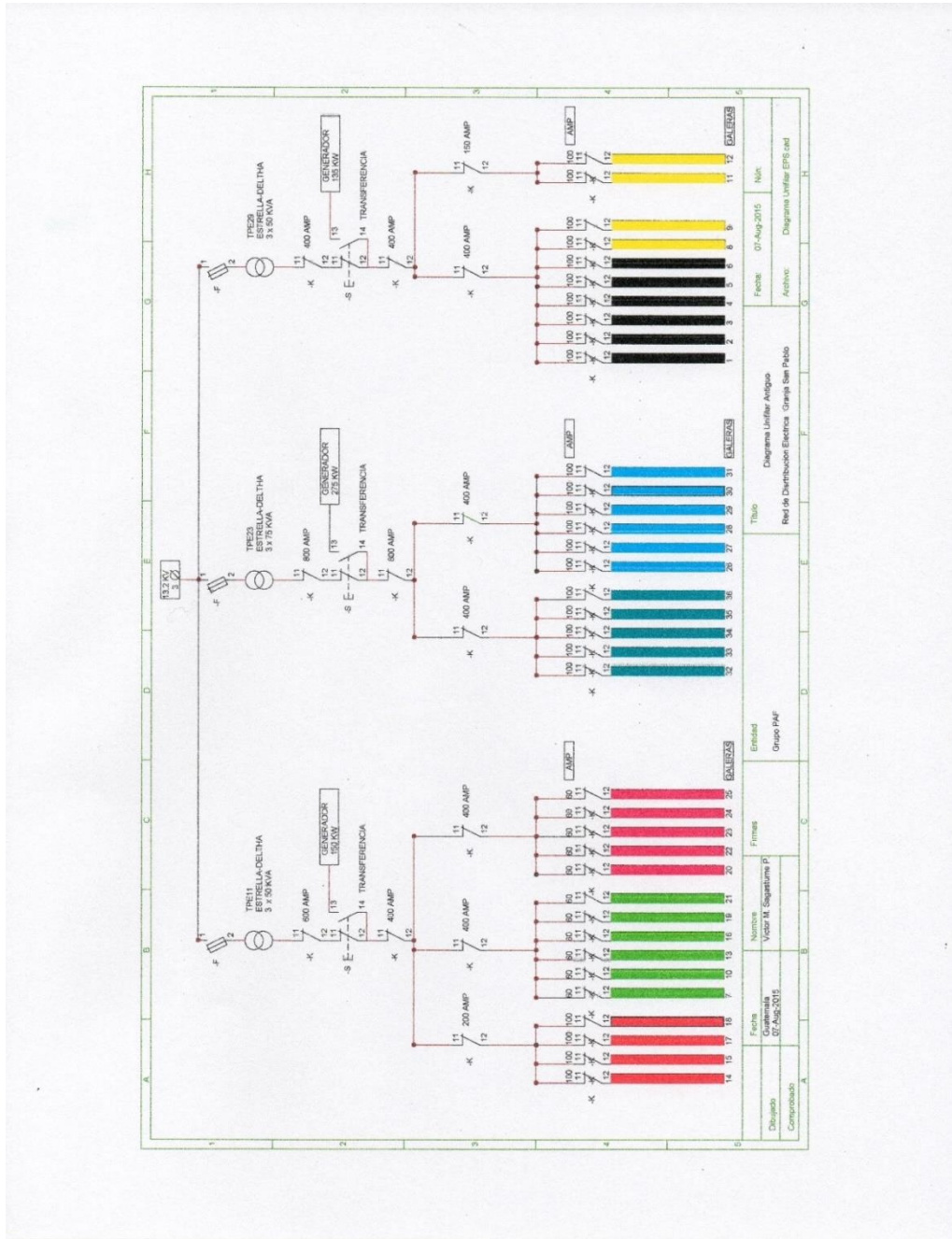
| Equipo | Totales | Kw |
|------------------------------|---------|------------------|
| Motor Comedero | 51 | 19.02 |
| Motor Silos | 11 | 6.15 |
| Bombas Panel | 22 | 5.47 |
| Motor Extractor | 110 | 85.01 |
| Iluminación | 499 | 6.49 |
| Lámparas Alógenas | 14 | 5.6 |
| Lámparas Mercurio | 4 | 0.7 |
| Iluminación Planta Eléctrica | 4 | 0.05 |
| Bombas Mojado | 4 | 14.91 |
| Periféricos | | 19.76 |
| TOTALES | | 163.16 Kw |

Observaciones:

Iluminación Perimetral: Lámparas Alógenas de 400 watts, 14 unidades
 Iluminación Planta Eléctrica: Lámparas de Mercurio de 175 watts, 4 unidades
 Bombas de Mojado: Lámparas PL de 13 watts, 4 unidades
 Periféricos: Motores de 5 HP monofásica, 4 unidades.
 Un bomba sumergible de pozo de 10 HP trifásica, iluminación de: Oficina nueva, Baño, Lavandería, Oficinas antiguas, bodegas y Casa del Supervisor, 67 unidades de 13 watts, Dos cámaras congeladoras de 1500 watts cada una, Dos refrigeradoras de 1000 watts cada una, Una lavadora de 1200 watts, Un aire acondicionado de 1500 watts y una Bomba hidroneumática de 5 HP monofásica.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Diagrama unifilar antiguo red de distribución eléctrica granja San Pablo



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Cálculo de galonaje para tanque principal

ANEXO 7. CALCULO DE GALONAJE PARA TANQUE PRICIPAL
GRANJA SAN PABLO

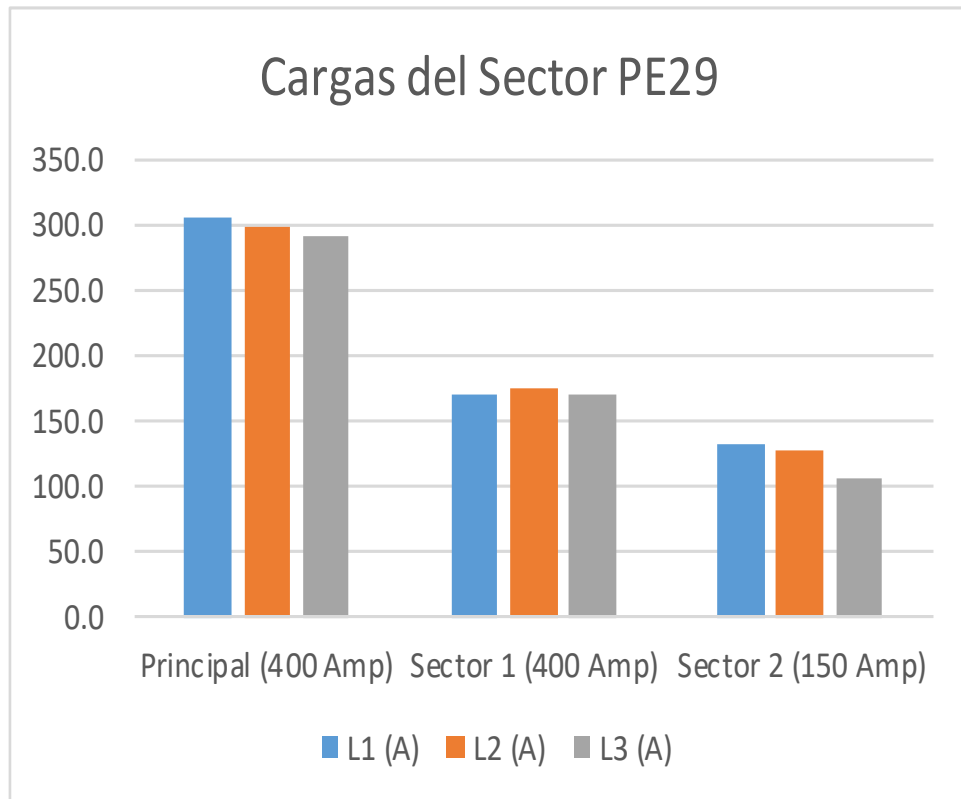
| Galeras | Tipo | Medida | Area | Densidad | Cantidad | Litros | Cant / Lts | Lts - Gls | Galones | Gls - Mts^3 | Mts^3 |
|---------|-------|----------|------|----------|----------------|--------|----------------|---------------|------------------|---------------|---------------|
| 1 | Túnel | 80 x 12 | 960 | 18 | 17280 | 0.25 | 4320 | 3.7854 | 1141.23 | 264.17 | 4.32 |
| 2 | Túnel | 80 x 12 | 960 | 18 | 17280 | 0.25 | 4320 | 3.7854 | 1141.23 | 264.17 | 4.32 |
| 3 | Túnel | 103 x 12 | 1236 | 18 | 22248 | 0.25 | 5562 | 3.7854 | 1469.33 | 264.17 | 5.56 |
| 4 | Túnel | 103 x 12 | 1236 | 18 | 22248 | 0.25 | 5562 | 3.7854 | 1469.33 | 264.17 | 5.56 |
| 5 | Túnel | 134 x 12 | 1608 | 18 | 28944 | 0.25 | 7236 | 3.7854 | 1911.55 | 264.17 | 7.24 |
| 6 | Túnel | 134 x 12 | 1608 | 18 | 28944 | 0.25 | 7236 | 3.7854 | 1911.55 | 264.17 | 7.24 |
| 7 | Conv | 87 x 11 | 957 | 14 | 13398 | 0.25 | 3350 | 3.7854 | 884.85 | 264.17 | 3.35 |
| 8 | Túnel | 86 x 12 | 1032 | 18 | 18576 | 0.25 | 4644 | 3.7854 | 1226.82 | 264.17 | 4.64 |
| 9 | Túnel | 86 x 12 | 1032 | 18 | 18576 | 0.25 | 4644 | 3.7854 | 1226.82 | 264.17 | 4.64 |
| 10 | Conv | 101 x 11 | 1111 | 14 | 15554 | 0.25 | 3889 | 3.7854 | 1027.24 | 264.17 | 3.89 |
| 11 | Túnel | 104 x 12 | 1248 | 18 | 22464 | 0.25 | 5616 | 3.7854 | 1483.59 | 264.17 | 5.62 |
| 12 | Túnel | 104 x 12 | 1248 | 18 | 22464 | 0.25 | 5616 | 3.7854 | 1483.59 | 264.17 | 5.62 |
| 13 | Conv | 116 x 11 | 1276 | 13 | 16588 | 0.25 | 4147 | 3.7854 | 1095.52 | 264.17 | 4.15 |
| 14 | Túnel | 116 x 12 | 1392 | 18 | 25056 | 0.25 | 6264 | 3.7854 | 1654.78 | 264.17 | 6.26 |
| 15 | Túnel | 116 x 12 | 1392 | 18 | 25056 | 0.25 | 6264 | 3.7854 | 1654.78 | 264.17 | 6.26 |
| 16 | Conv | 104 x 11 | 1144 | 14 | 16016 | 0.25 | 4004 | 3.7854 | 1057.75 | 264.17 | 4.00 |
| 17 | Túnel | 116 x 12 | 1392 | 18 | 25056 | 0.25 | 6264 | 3.7854 | 1654.78 | 264.17 | 6.26 |
| 18 | Túnel | 116 x 12 | 1392 | 18 | 25056 | 0.25 | 6264 | 3.7854 | 1654.78 | 264.17 | 6.26 |
| 19 | Conv | 84 x 10 | 840 | 14 | 11760 | 0.25 | 2940 | 3.7854 | 776.67 | 264.17 | 2.94 |
| 20 | Conv | 96 x 10 | 960 | 14 | 13440 | 0.25 | 3360 | 3.7854 | 887.62 | 264.17 | 3.36 |
| 21 | Conv | 60 x 10 | 600 | 14 | 8400 | 0.25 | 2100 | 3.7854 | 554.76 | 264.17 | 2.10 |
| 22 | Conv | 72 x 10 | 720 | 14 | 10080 | 0.25 | 2520 | 3.7854 | 665.72 | 264.17 | 2.52 |
| 23 | Túnel | 120 x 10 | 1200 | 20 | 24000 | 0.25 | 6000 | 3.7854 | 1585.04 | 264.17 | 6.00 |
| 24 | Túnel | 102 x 10 | 1020 | 20 | 20400 | 0.25 | 5100 | 3.7854 | 1347.28 | 264.17 | 5.10 |
| 25 | Conv | 84 x 10 | 840 | 14 | 11760 | 0.25 | 2940 | 3.7854 | 776.67 | 264.17 | 2.94 |
| 26 | Túnel | 90 x 12 | 1080 | 18 | 19440 | 0.25 | 4860 | 3.7854 | 1283.88 | 264.17 | 4.86 |
| 27 | Túnel | 120 x 12 | 1440 | 18 | 25920 | 0.25 | 6480 | 3.7854 | 1711.84 | 264.17 | 6.48 |
| 28 | Túnel | 150 x 12 | 1800 | 18 | 32400 | 0.25 | 8100 | 3.7854 | 2139.80 | 264.17 | 8.10 |
| 29 | Túnel | 150 x 12 | 1800 | 18 | 32400 | 0.25 | 8100 | 3.7854 | 2139.80 | 264.17 | 8.10 |
| 30 | Túnel | 150 x 12 | 1800 | 18 | 32400 | 0.25 | 8100 | 3.7854 | 2139.80 | 264.17 | 8.10 |
| 31 | Túnel | 150 x 12 | 1800 | 18 | 32400 | 0.25 | 8100 | 3.7854 | 2139.80 | 264.17 | 8.10 |
| 32 | Túnel | 144 x 12 | 1728 | 18 | 31104 | 0.25 | 7776 | 3.7854 | 2054.21 | 264.17 | 7.78 |
| 33 | Túnel | 144 x 12 | 1728 | 18 | 31104 | 0.25 | 7776 | 3.7854 | 2054.21 | 264.17 | 7.78 |
| 34 | Túnel | 120 x 12 | 1440 | 18 | 25920 | 0.25 | 6480 | 3.7854 | 1711.84 | 264.17 | 6.48 |
| 35 | Túnel | 96 x 12 | 1152 | 18 | 20736 | 0.25 | 5184 | 3.7854 | 1369.47 | 264.17 | 5.18 |
| 36 | Túnel | 72 x 12 | 864 | 18 | 15552 | 0.25 | 3888 | 3.7854 | 1027.10 | 264.17 | 3.89 |
| | | | | | 780,020 | | 195,005 | 3.7854 | 51,515.03 | 264.17 | 195.01 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. Toma de muestras

Tablero PE29

| Tablero | L1 (A) | L2 (A) | L3 (A) |
|---------------------|--------|--------|--------|
| Principal (400 Amp) | 305.0 | 298.0 | 291.0 |
| Sector 1 (400 Amp) | 171.3 | 174.2 | 169.6 |
| Sector 2 (150 Amp) | 132.9 | 128.5 | 105.6 |

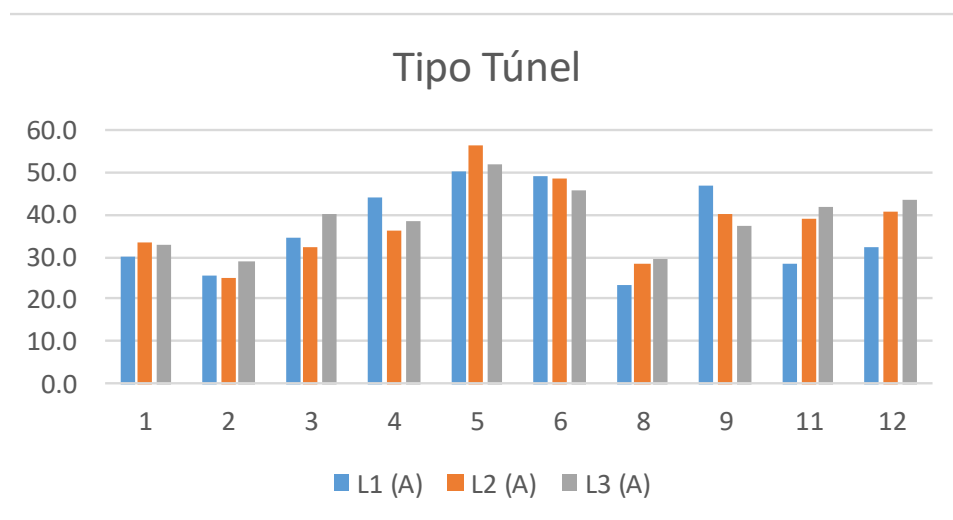


Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. Toma de muestras

**Tablero Interno Galera
Amperios
Sector PE29**

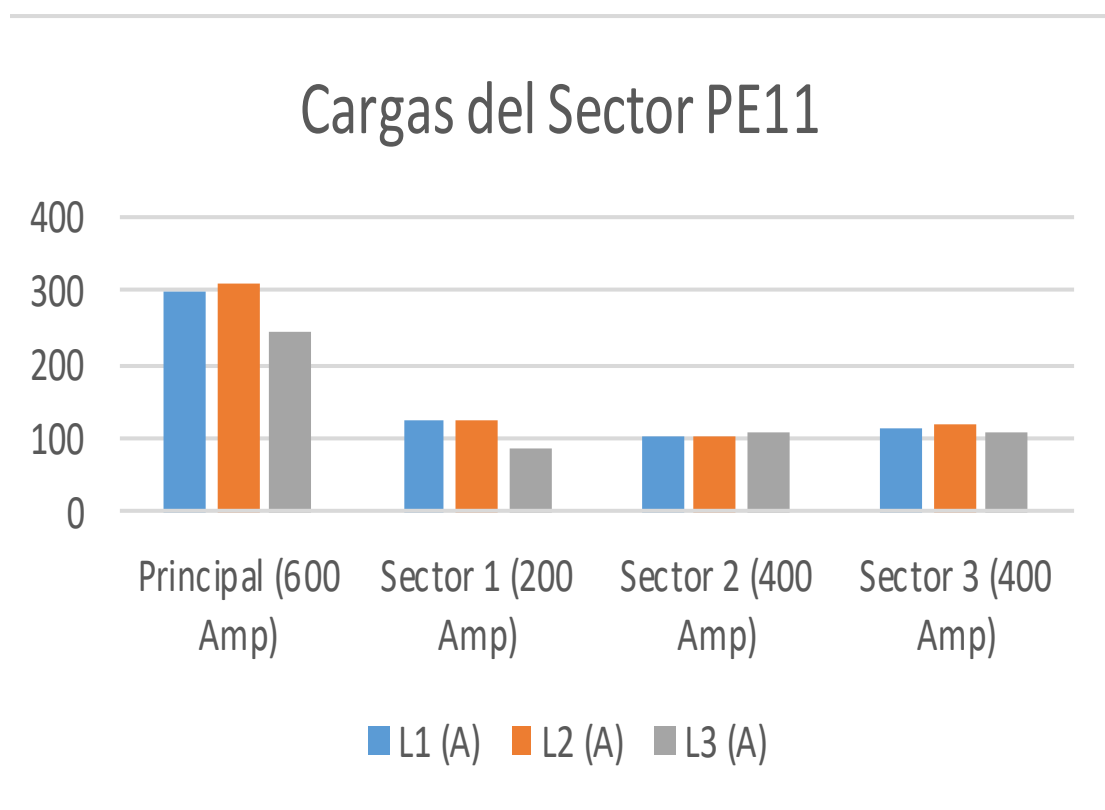
| Galera | L1 (A) | L2 (A) | L3 (A) | Tipo |
|--------|--------|--------|--------|-------|
| 1 | 30.1 | 33.1 | 32.7 | Túnel |
| 2 | 25.3 | 24.8 | 29.1 | Túnel |
| 3 | 34.5 | 32.2 | 40.1 | Túnel |
| 4 | 44.2 | 36.3 | 38.2 | Túnel |
| 5 | 50.2 | 56.1 | 52.1 | Túnel |
| 6 | 49.2 | 48.3 | 45.9 | Túnel |
| 8 | 23.2 | 28.3 | 29.3 | Túnel |
| 9 | 46.6 | 40.1 | 37.4 | Túnel |
| 11 | 28.1 | 38.7 | 41.6 | Túnel |
| 12 | 32.3 | 40.5 | 43.6 | Túnel |



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. Toma de muestras tablero PE11

| Tablero | L1 (A) | L2 (A) | L3 (A) |
|---------------------|--------|--------|--------|
| Principal (600 Amp) | 299.6 | 311.7 | 242.8 |
| Sector 1 (200 Amp) | 126.4 | 122.5 | 88.5 |
| Sector 2 (400 Amp) | 101.8 | 102.3 | 108.9 |
| Sector 3 (400 Amp) | 115.2 | 121.6 | 108.5 |

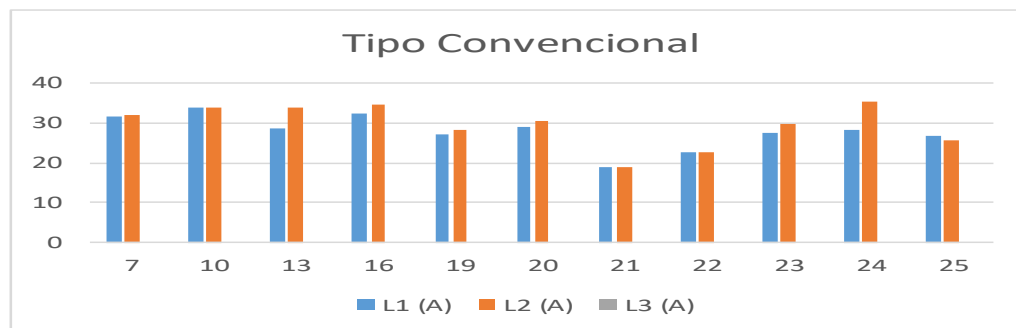


Fuente: elaboración propia.

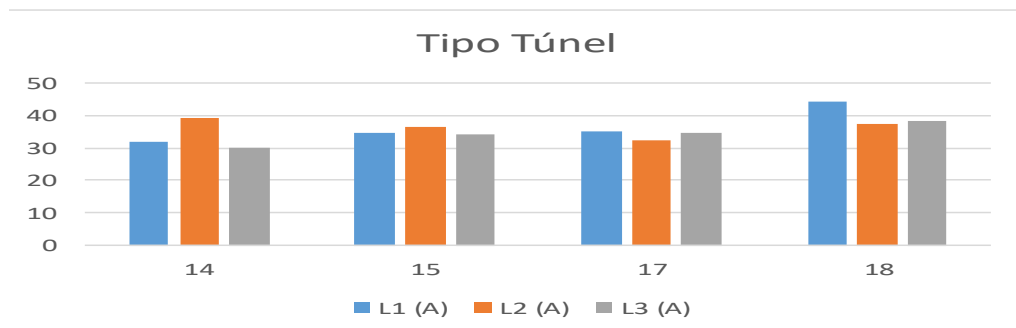
Apéndice 12. Toma de muestras tablero interno galeras

**Amperios
Sector PE11**

| Galera | L1 (A) | L2 (A) | L3 (A) | Tipo |
|--------|--------|--------|--------|------|
| 7 | 31.6 | 31.9 | 0 | Conv |
| 10 | 33.8 | 33.9 | 0 | Conv |
| 13 | 28.7 | 33.8 | 0 | Conv |
| 16 | 32.3 | 34.5 | 0 | Conv |
| 19 | 27.1 | 28.2 | 0 | Conv |
| 20 | 29.1 | 30.5 | 0 | Conv |
| 21 | 18.9 | 18.8 | 0 | Conv |
| 22 | 22.5 | 22.8 | 0 | Conv |
| 23 | 27.3 | 29.8 | 0 | Conv |
| 24 | 28.2 | 35.4 | 0 | Conv |
| 25 | 26.8 | 25.7 | 0 | Conv |



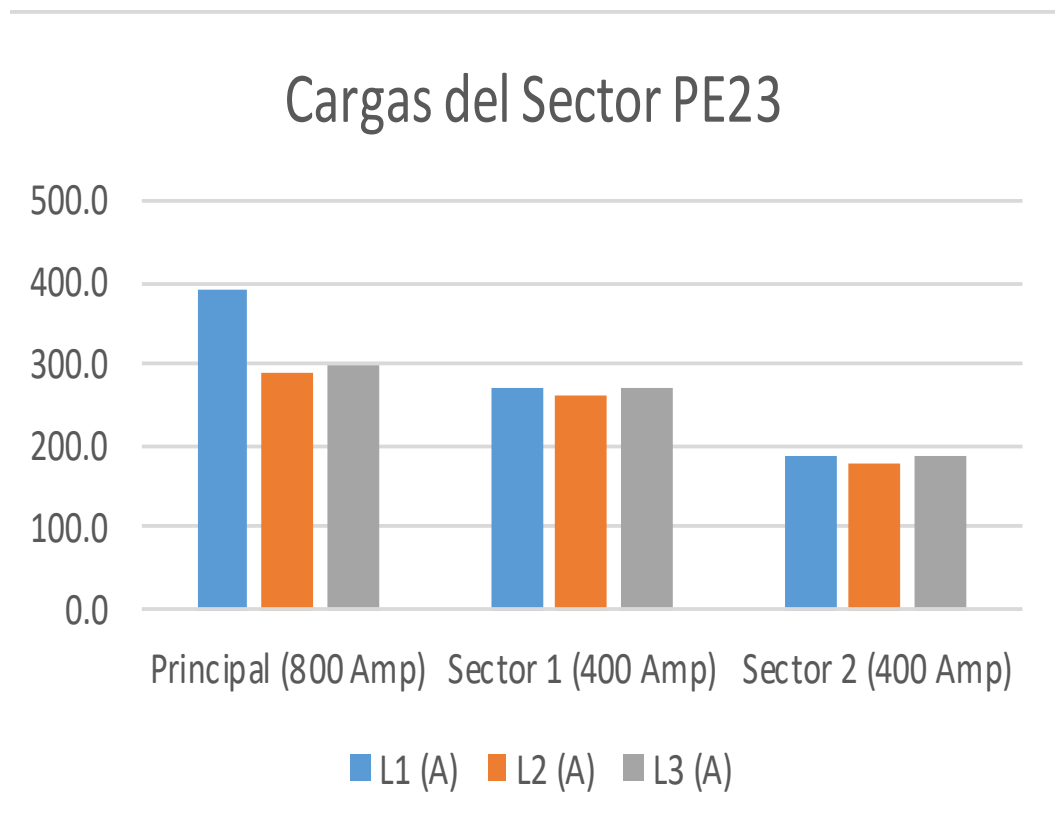
| Galera | L1 (A) | L2 (A) | L3 (A) | Tipo |
|--------|--------|--------|--------|-------|
| 14 | 31.8 | 39.1 | 30.2 | Túnel |
| 15 | 34.8 | 36.3 | 34.1 | Túnel |
| 17 | 35.1 | 32.4 | 34.7 | Túnel |
| 18 | 44.3 | 37.4 | 38.5 | Túnel |



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. **Toma de muestras tablero PE23**

| Tablero | L1 (A) | L2 (A) | L3 (A) |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Principal (800 Amp) | 389.8 | 290.5 | 299.6 |
| Sector 1 (400 Amp) | 273.1 | 262.0 | 271.4 |
| Sector 2 (400 Amp) | 188.7 | 180.3 | 185.7 |

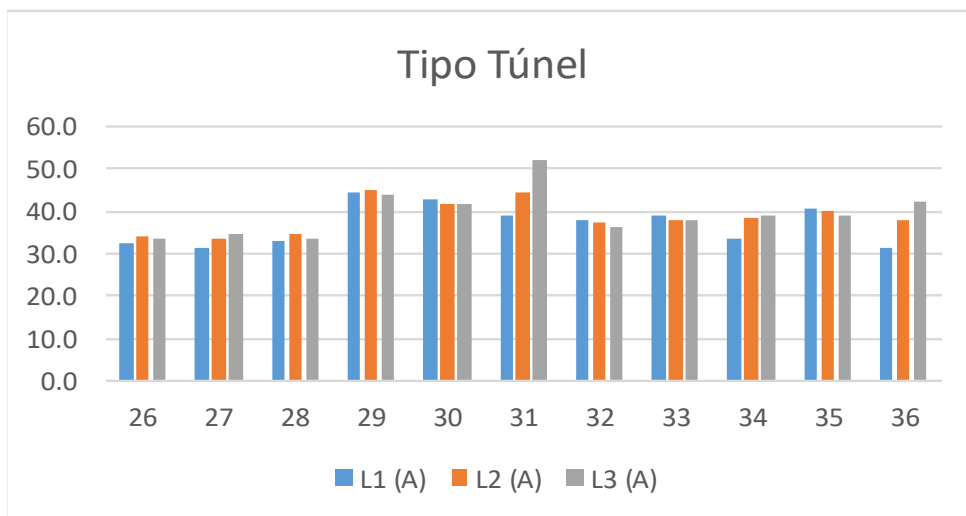


Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. **Toma de muestras II tablero interno galera**

Amperios
Sector PE23

| Galera | L1 (A) | L2 (A) | L3 (A) | Tipo |
|--------|--------|--------|--------|-------|
| 26 | 32.6 | 33.9 | 33.7 | Túnel |
| 27 | 31.6 | 33.8 | 34.4 | Túnel |
| 28 | 32.9 | 34.5 | 33.8 | Túnel |
| 29 | 44.5 | 44.9 | 44.1 | Túnel |
| 30 | 42.6 | 41.9 | 41.8 | Túnel |
| 31 | 38.9 | 44.2 | 52.1 | Túnel |
| 32 | 38.0 | 37.2 | 36.1 | Túnel |
| 33 | 38.9 | 37.8 | 38.1 | Túnel |
| 34 | 33.4 | 38.6 | 39.2 | Túnel |
| 35 | 40.6 | 39.9 | 39.1 | Túnel |
| 36 | 31.6 | 37.8 | 42.1 | Túnel |



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 15. **Check list plantas de emergencia granjas de engorde**

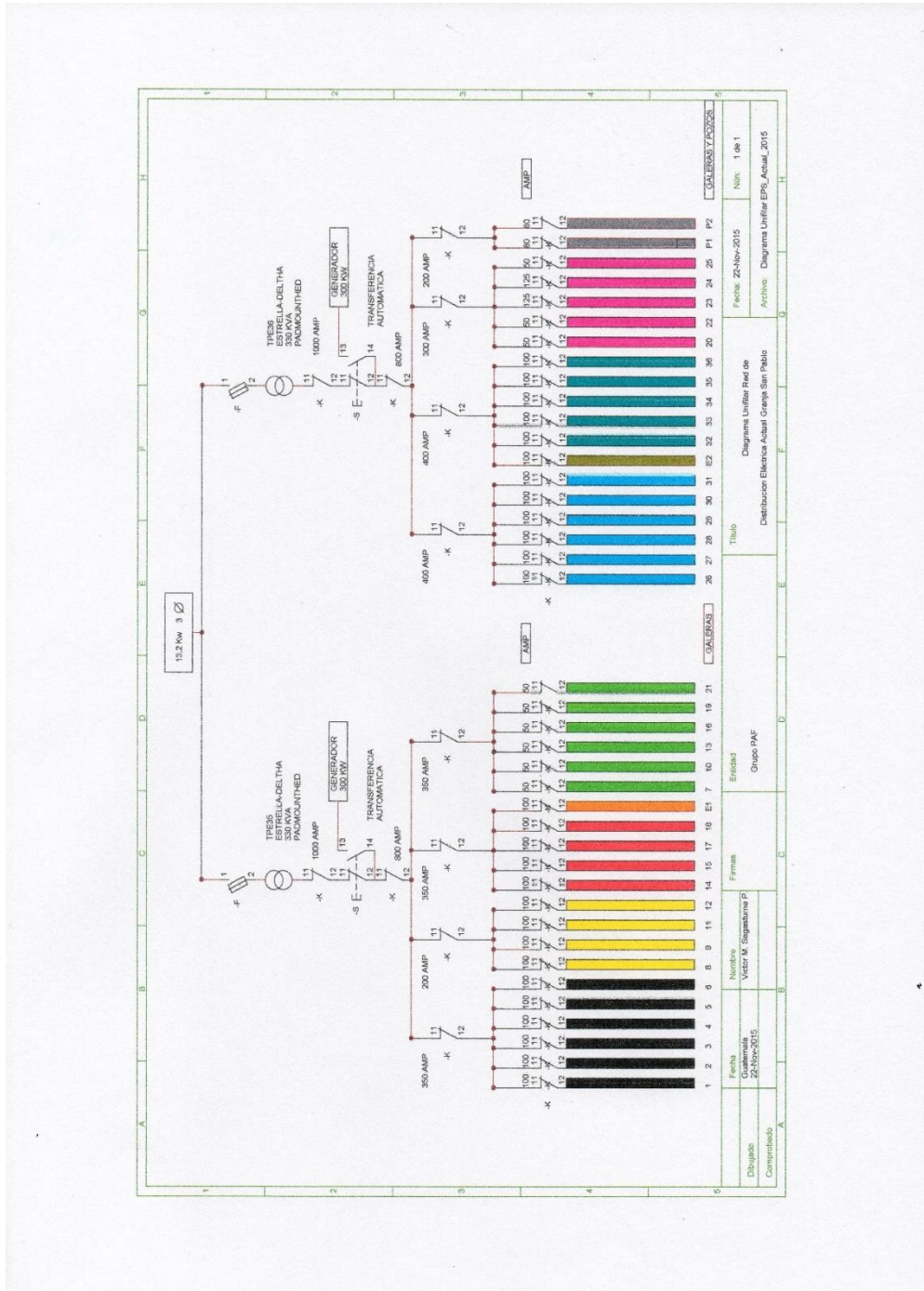
GRANJA: SAN PABLO

| PARTE DE LA UNIDAD | TAREA | ESTADO | | OBSERVACIONES |
|---|---|-------------------|-----------------|---------------|
| | | BUENO | MALO | |
| SISTEMA ELECTRICO | REVISAR TERMINALES DE ACUMULADOR | | | |
| | REVISAR NIVEL LIQUIDO DEL ACUMULADOR | | | |
| | LIMPIAR BORNES CONEXIÓN DE ESTARTER | | | |
| | LIMPIEZA PANEL DE CONTROL | | | |
| | AJUSTE DE TORNILLERIA | | | |
| | REVISAR ALTERNADOR INDICADOR EN TABLERO 27.5 V (24 V) INDICADOR EN TABLERO 13.5 V (12 V) | | | |
| | SOPLETEAR/LAVAR RADIADOR Y PLANTAS ELECTRICAS SUPERFICIALMENTE | | | |
| PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO CON CARGA DURANTE UNA HORA | ENCENDIOD DE PLANTA DE EMERGENCIA REALIZAR TRANSFERENCIA REALIZAR RE- TRASNFERENCIA | | | |
| | | HOROMETRO INICIAL | HOROMETRO FINAL | |
| HOROMETRO | TOMAR LECTURA DE HORMETRO INICIAL Y FINAL | | | |
| | | | | |

FECHA: _____ REVISADO POR: _____

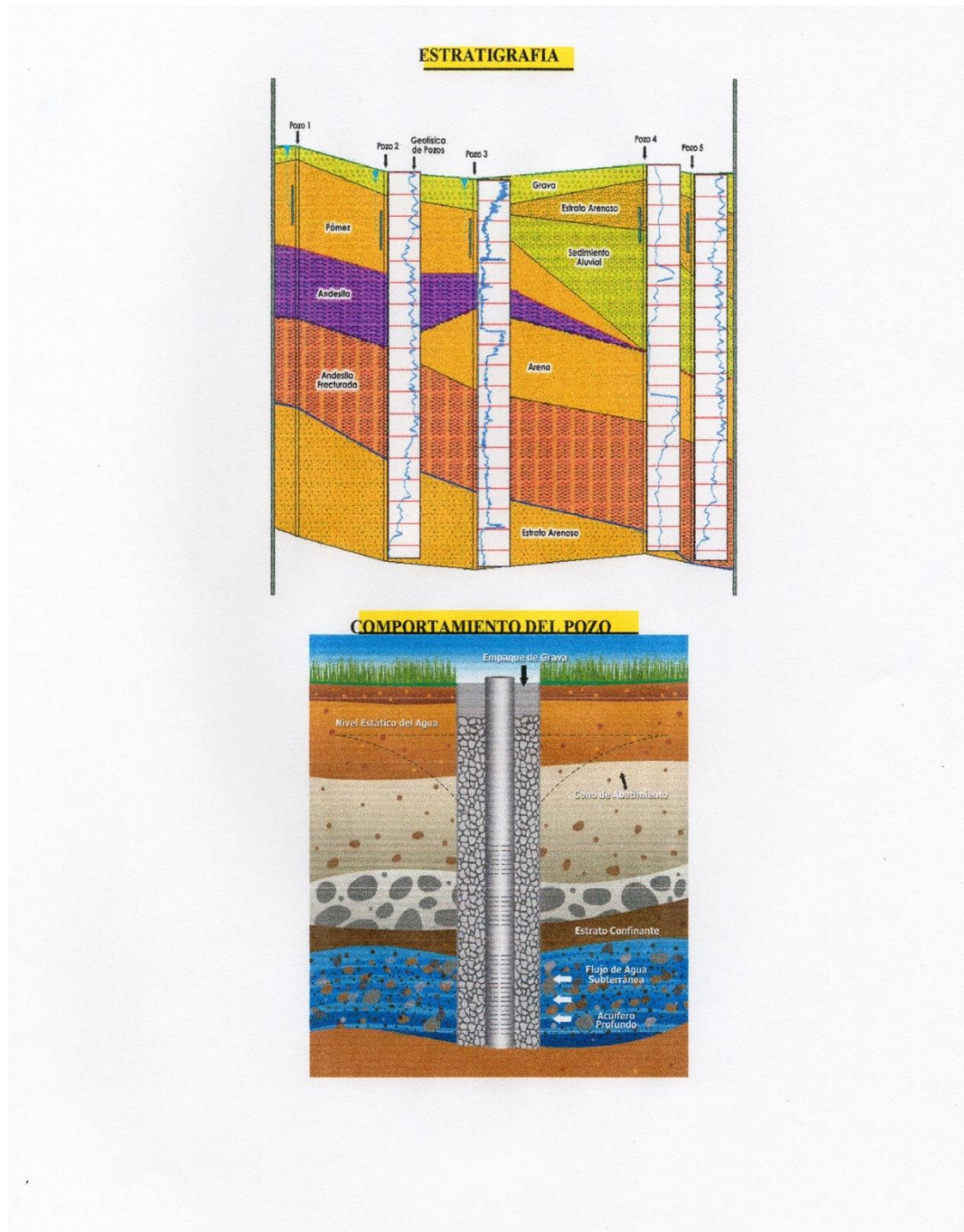
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 16. **Diagrama unifilar red de distribución eléctrica actual granja San Pablo**



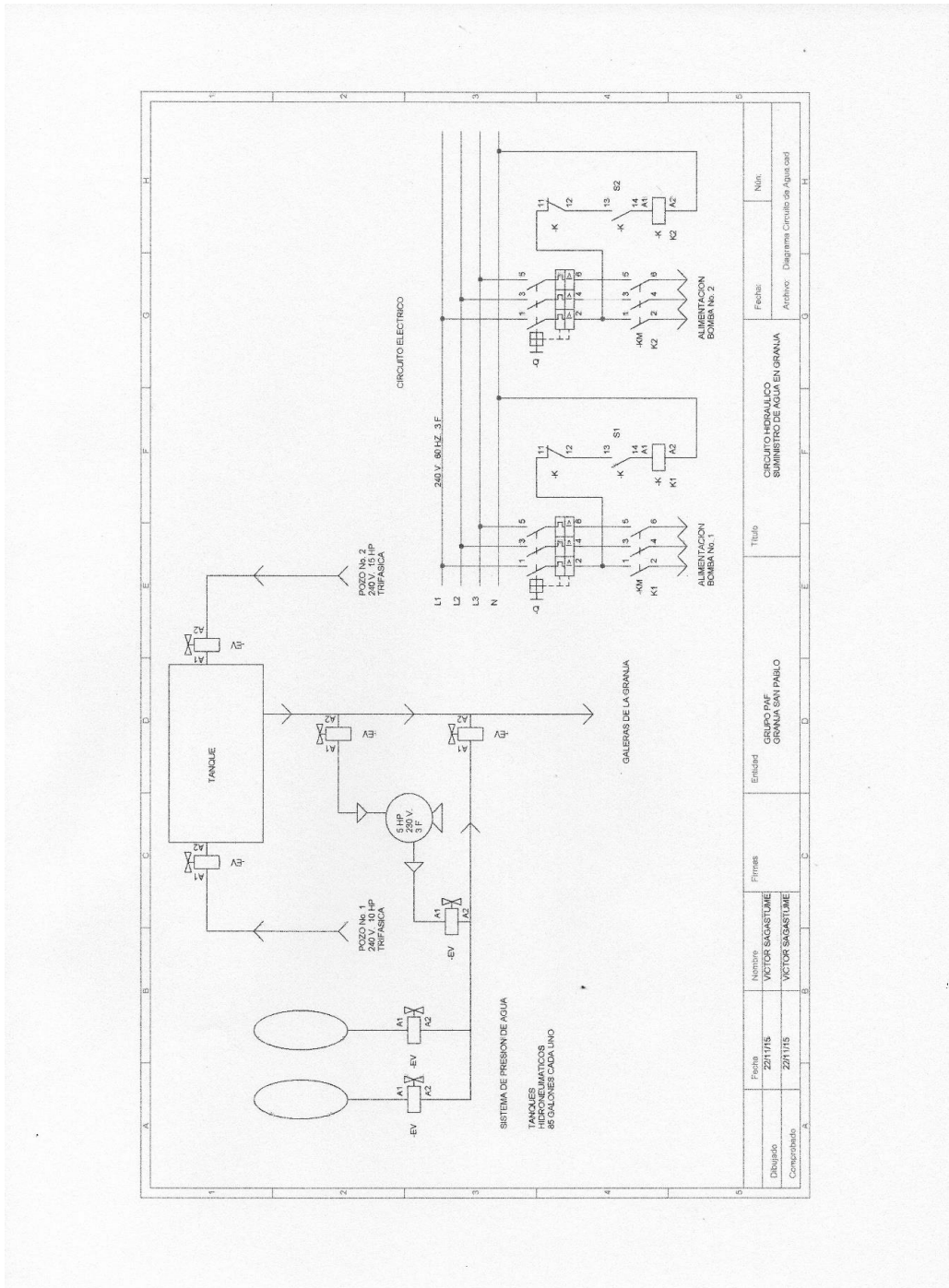
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 17. Estructura interna de un pozo



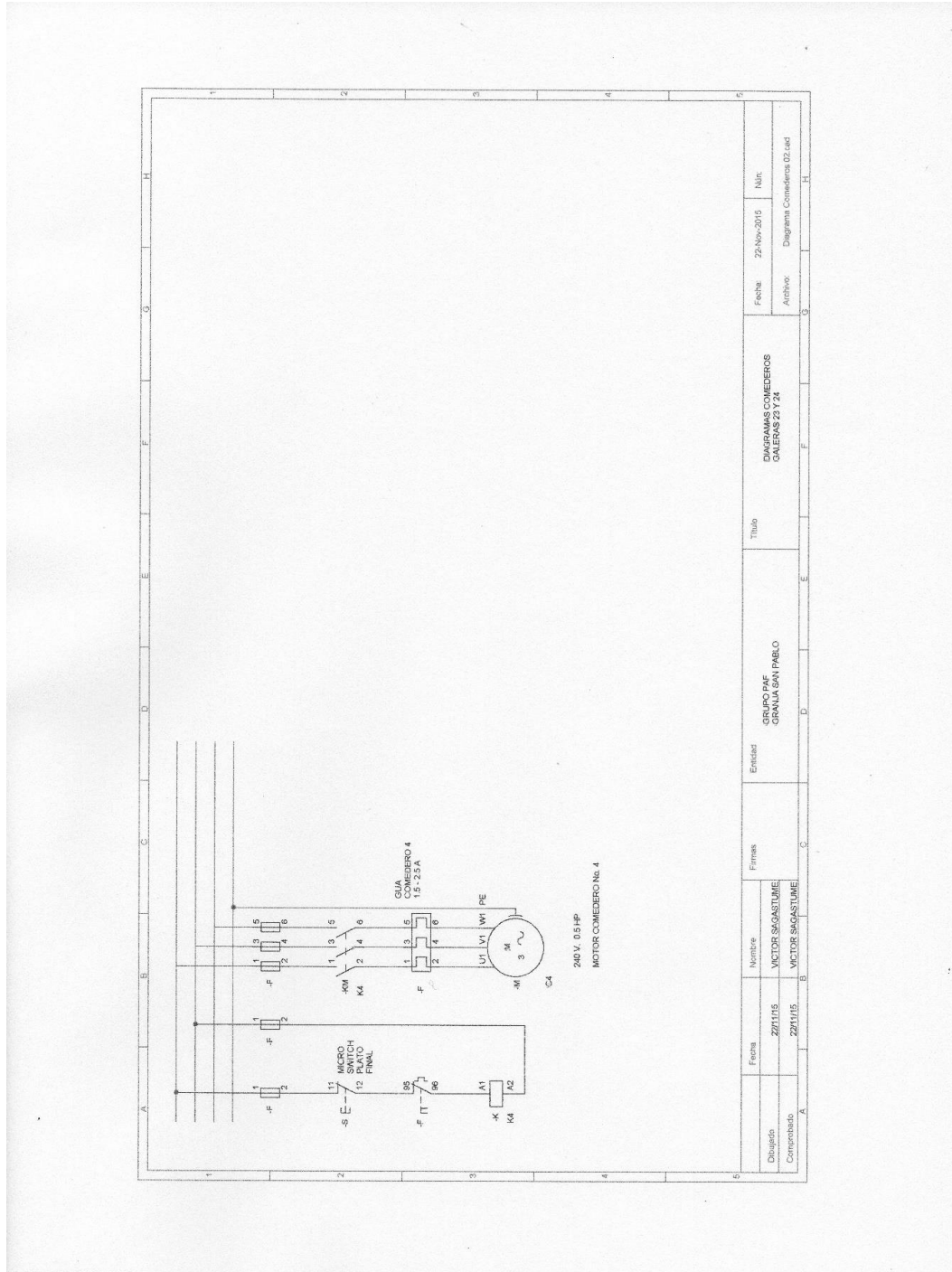
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 18. Circuito hidraulico suministro de agua en granja

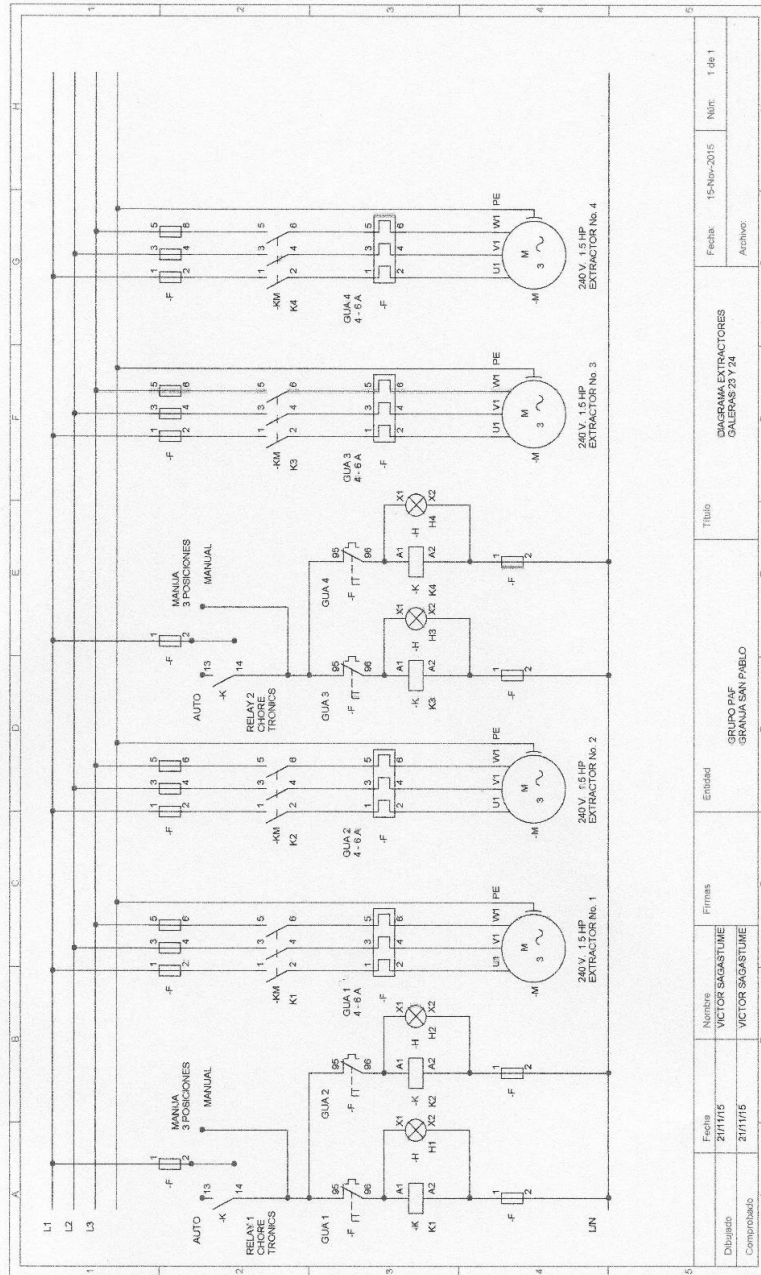


Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 19.

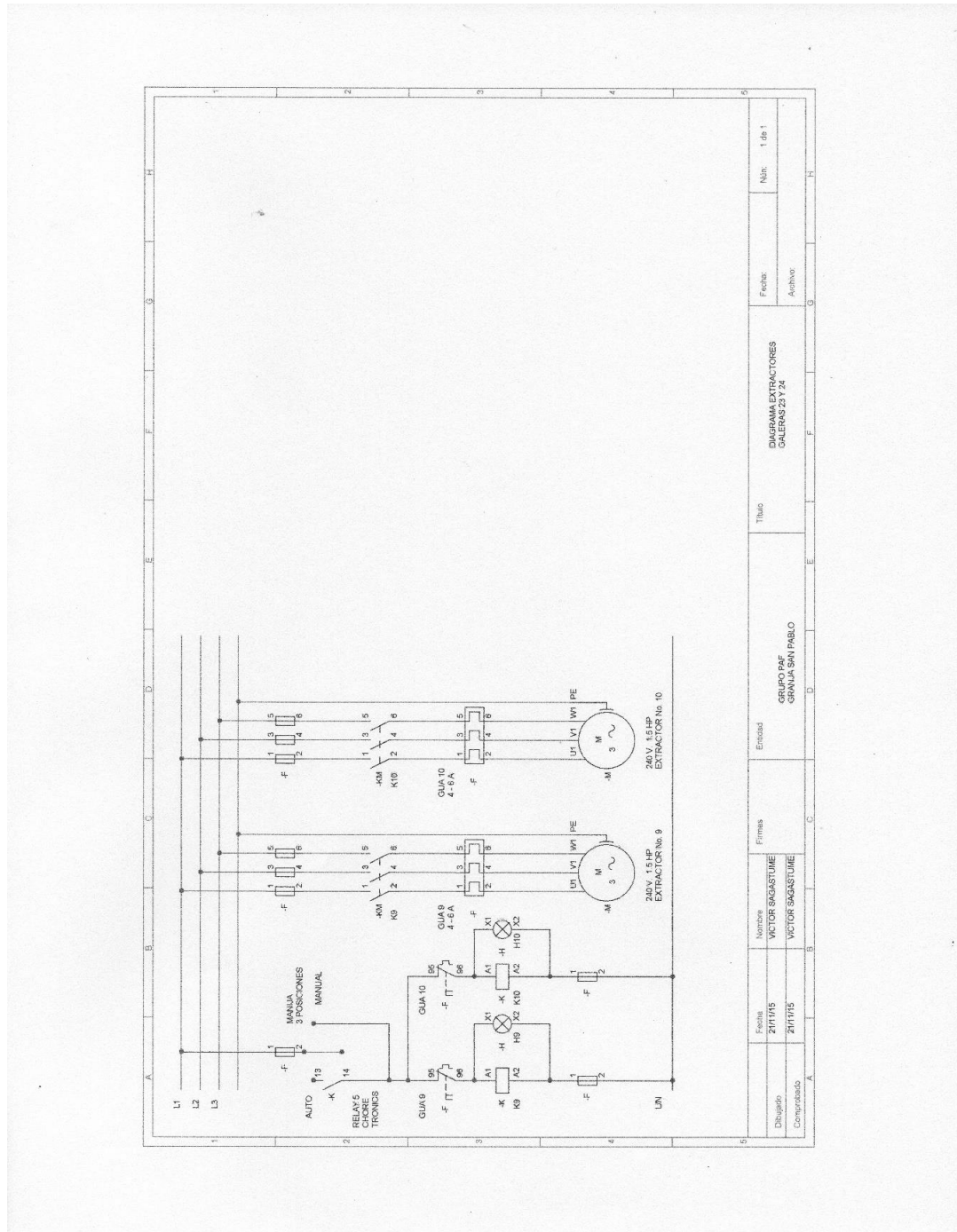


Fuente: elaboración propia.

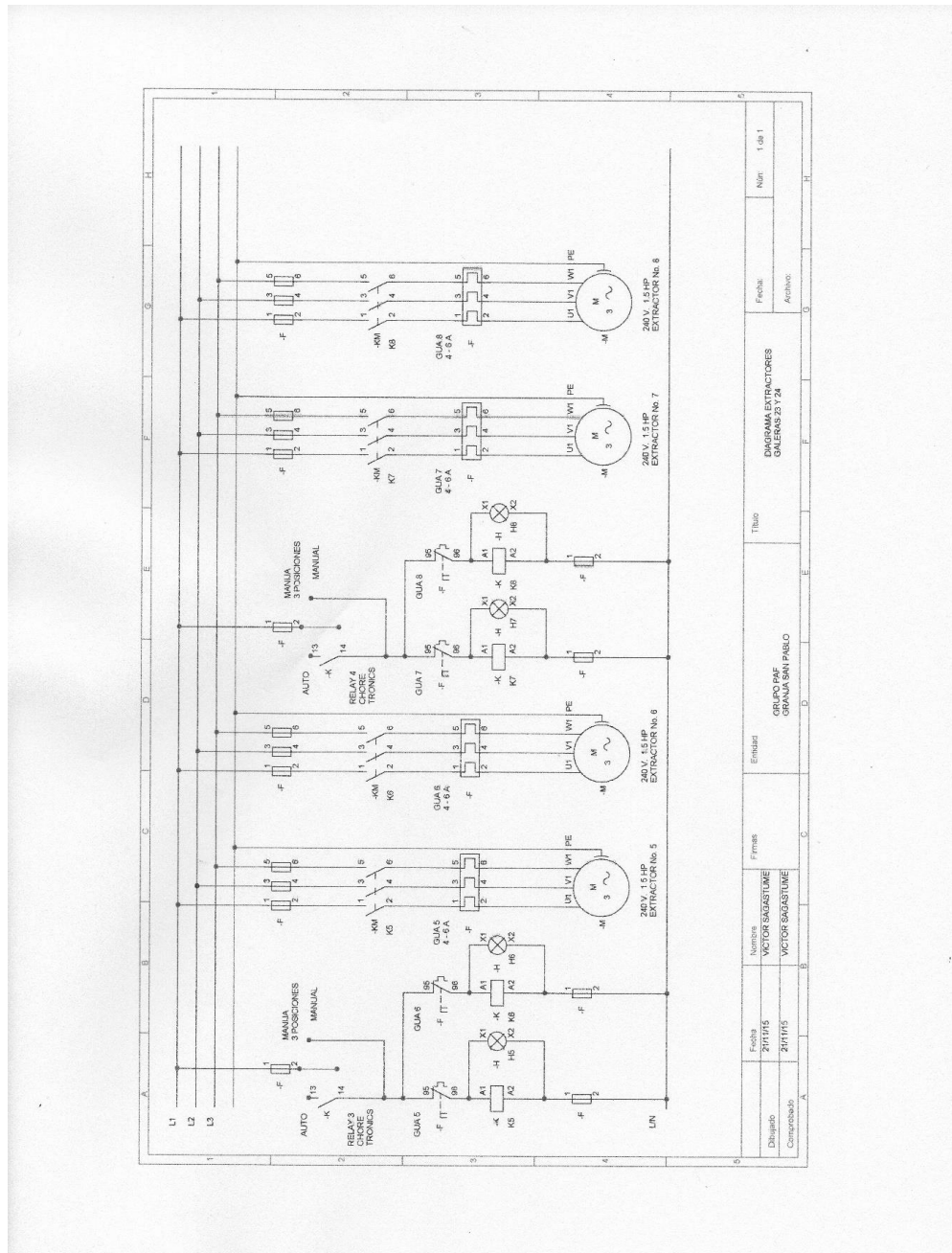


| | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------|---------|-------------------------------|---|-------------|--------|
| Fecha: 21/11/15 | Nombre: VICTOR SAGASTUME | Firmas: | Entidad: | Título: | Fecha: | Nº: |
| Comprobado: 21/11/15 | VICTOR SAGASTUME | | GRUPO PAF GRANJA SAN PABLO | DIAGRAMA EXTRACTORES GALERAS 23 Y 24 | 15-Nov-2015 | 1 de 1 |
| | | | | | Archivo: | |

Continuación del apéndice 20.



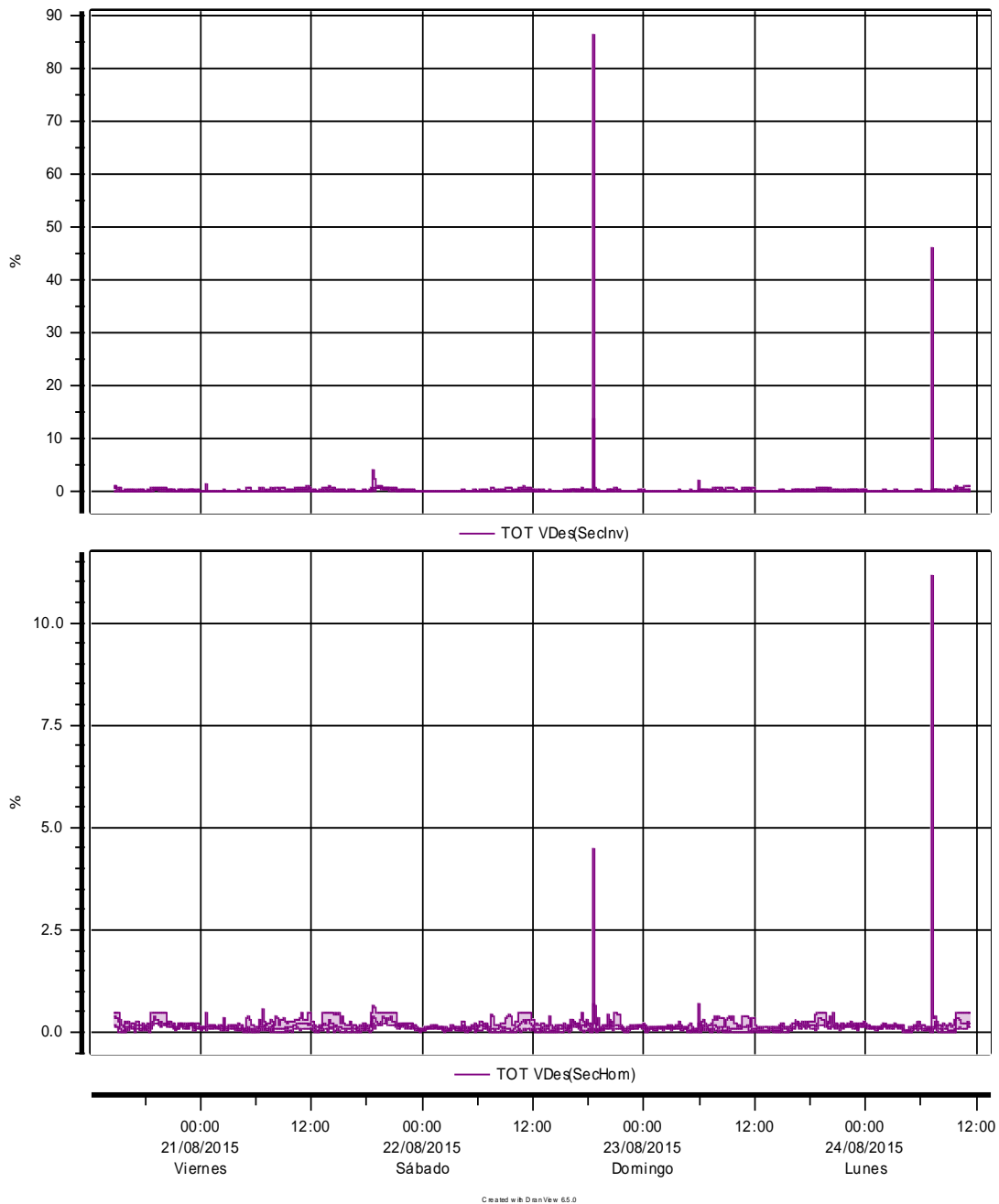
Continuación del apéndice 20.



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 21. Diagramas de desequilibrio de tensión

Sitio: FRISA - GRANJA SAN PABLO, SECTOR PE23 800A
Medido desde 20/08/2015 12:15:52.0 Hasta 24/08/2015 13:39:07.0

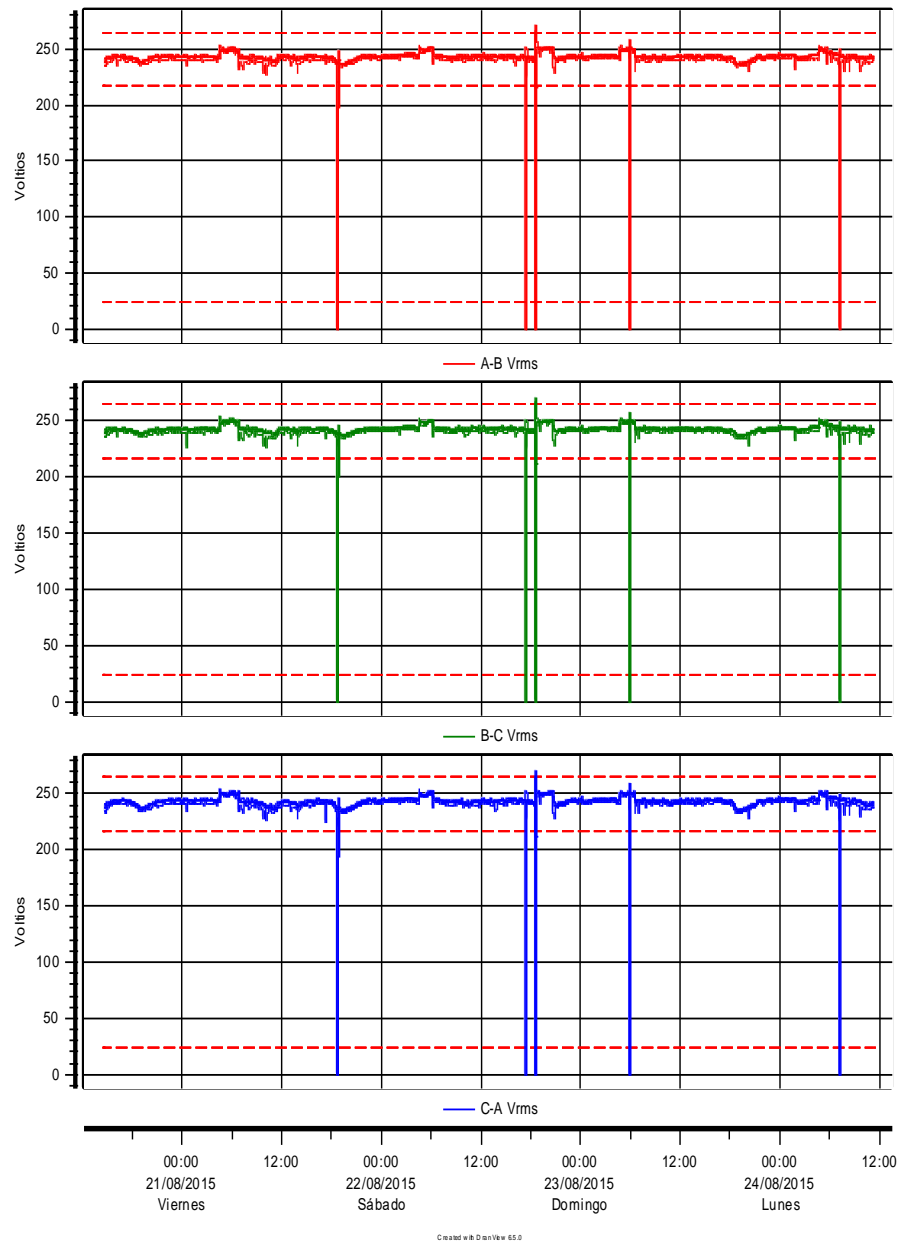


Fuente: elaboración propia.

Apéndice 22. Diagramas de tensión

Sitio: FRISA - GRANJA SAN PABLO, SECTOR PE23 800A

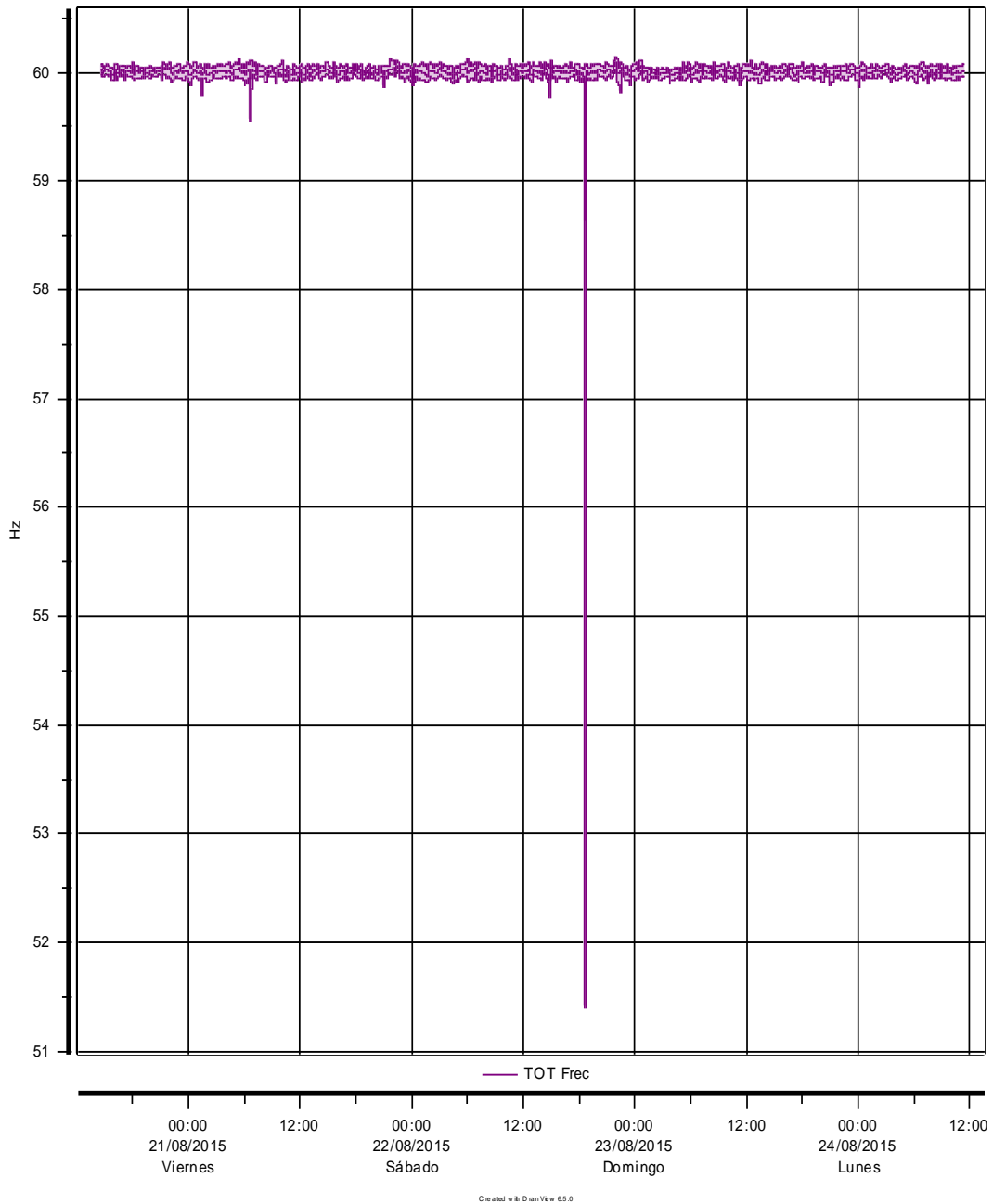
Medido desde 20/08/2015 12:15:52.0 Hasta 24/08/2015 13:39:07.0



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 23 . Diagramas de la frecuencia de tensión

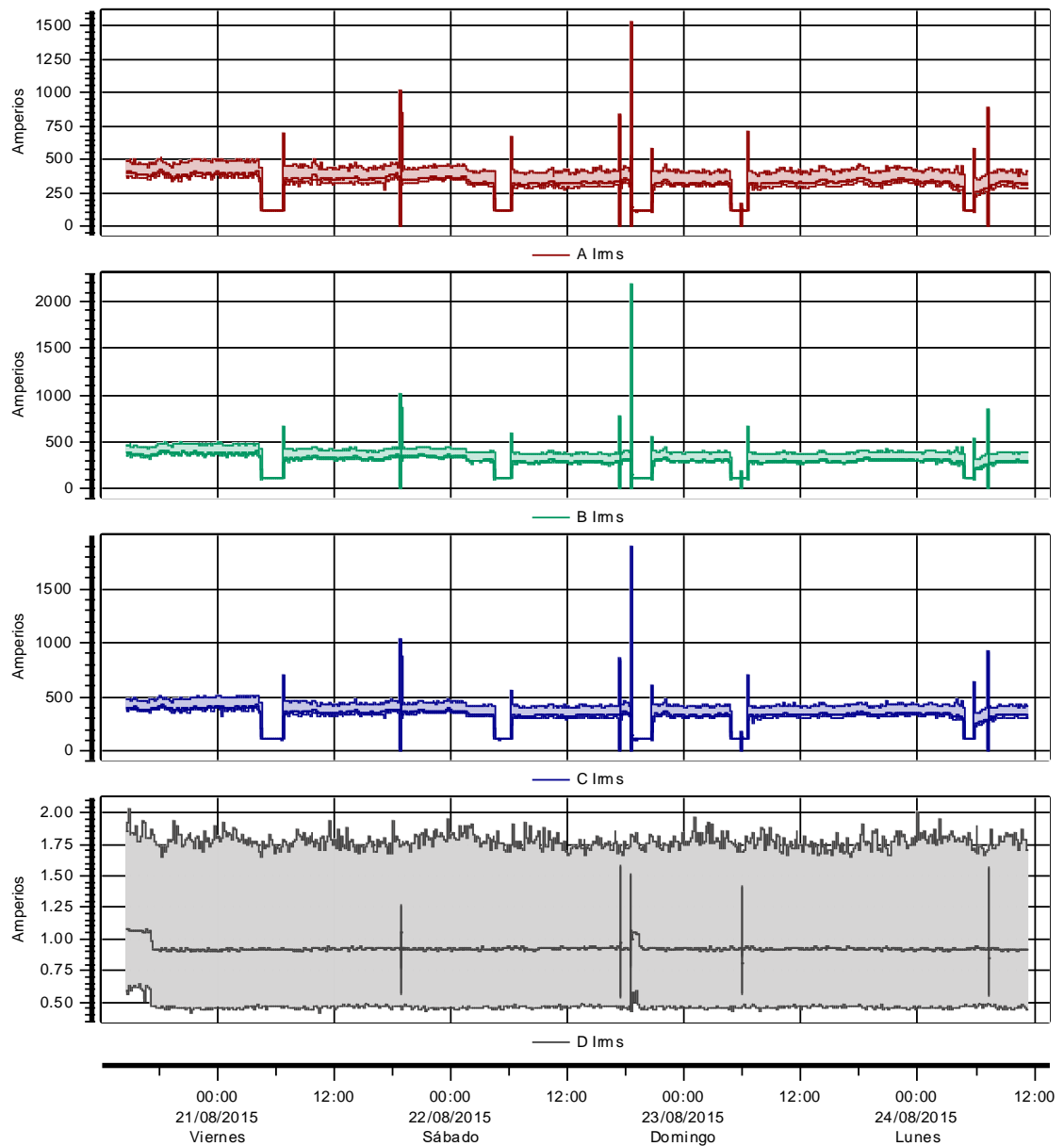
Sitio: FRISA - GRANJA SAN PABLO, SECTOR PE23 800A
Medido desde 20/08/2015 12:15:52.0 Hasta 24/08/2015 13:39:07.0



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 24 . Diagramas de intensidad

Sitio: FRISA - GRANJA SAN PABLO, SECTOR PE23 800A
Medido desde 20/08/2015 12:15:52.0 Hasta 24/08/2015 13:39:07.0



Fuente: elaboración propia.

