

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO

TEMA:

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ
DIRECTOR: ANTONIO GAN ACOSTA
CODIRECTOR: OSCAR ORLANDO GUERRERO DÍAS

VILLA DEL ROSARIO (N.S.)- COLOMBIA
NOVIEMBRE 2017

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO
ELÉCTRICO

TITULO
ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

FECHA DE INICIO DEL TRABAJO: SEPTIEMBRE 15 DEL 2017
FECHA DE TERMINACIÓN DEL TRABAJO: NOVIEMBRE 24 DEL 2017

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

VILLA DEL ROSARIO (N. S.) - COLOMBIA
NOVIEMBRE 2017

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

NOMBRES Y FIRMAS DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTAR:

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

DIRECTOR: ANTONIO GAN ACOSTA

CODIRECTOR: OSCAR ORLANDO GUERRERO DÍAS

JURADO CALIFICADOR

JURADO 1:

JURADO 2:

JURADO 3:

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

Dedicatoria

En primer lugar, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a Dios y mi familia, quienes han estado siempre apoyándome incondicionalmente en la parte moral y económica, preocupándose por mi bienestar, son mi mayor motivación para seguir esforzándome; a mi padre Julio Salomón Rojas que con su carácter me ha enseñado la importancia de la dedicación, disciplina, el esfuerzo, la creatividad y la honestidad, a mi madre María del Carmen Martínez ejemplo de amor sacrificio y esperanza. A mis hermanos por el apoyo que siempre me brindaron cada año en el transcurso de mi carrera Universitaria.

Deseo expresar mi gratitud a los Ingenieros y docentes Antonio Gan Acosta y Óscar Orlando Guerrero Días quienes aceptaron dirigirme durante la realización de este trabajo de grado, dispuestos a explicar y enseñar de la manera más clara y sencilla conceptos de gran complejidad, gracias por su tiempo, dedicación y por ser más que mis tutores grandes amigos. Igualmente, al Ingeniero Anderson A. Andrade Acero, por su apoyo incondicional, al brindarme su conocimiento y dirigirme en esta tesis.

Agradezco a la universidad de pamplona por permitirme realizar mis estudios de pregrado, a todos los profesores a quienes tuve el gusto de conocer dado que, con su ejemplo, su dedicación, sus exigencias y su amor a la enseñanza, contribuyeron a formarme como un profesional y como persona, para que así pueda contribuir con el mejoramiento de esta sociedad.

Finalmente quiero agradecer a todas las personas que fueron apareciendo a lo largo de mi camino como variables, constantes, operadores, resultados en la ecuación de mi vida permitiéndome ser quien soy como persona.

*Como dice Nikola Tesla. “**Que tus logros hablen por ti**”.*

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

Tabla de contenido

I.	INTRODUCCIÓN	13
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	14
	<i>II.1.1 Planteamiento del problema.....</i>	<i>14</i>
	<i>II.1.2 Justificación.....</i>	<i>14</i>
III.	OBJETIVOS	16
	III.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
	III.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
IV.	MARCO TEÓRICO.....	18
	<i>IV.1.1 Elección del lugar.....</i>	<i>18</i>
	<i>IV.1.2 Padrilleras.....</i>	<i>18</i>
	<i>IV.1.3 Manga, brete, cepo y bañadero</i>	<i>19</i>
	<i>IV.1.3.1 Manga.....</i>	<i>19</i>
	<i>IV.1.3.2 Brete.....</i>	<i>19</i>
	<i>IV.1.3.4 Bañadero.....</i>	<i>19</i>
	<i>IV.1.4 Piquetes, cercas y sombra</i>	<i>20</i>
	<i>IV.1.4.1 Piquetes.....</i>	<i>20</i>
	<i>IV.1.4.2 Cercas.....</i>	<i>20</i>
	<i>IV.1.5 Comederos y bebederos.....</i>	<i>20</i>
	<i>IV.1.5.1 Comederos.....</i>	<i>20</i>
	<i>IV.1.5.2 Bebederos porcinos.....</i>	<i>21</i>
	<i>IV.1.6 Balanzas</i>	<i>21</i>
	<i>IV.1.7 Depósito de ración.....</i>	<i>22</i>
	<i>IV.1.8 Galpones.....</i>	<i>22</i>
	<i>IV.1.9 Generalidades de la porcicultura</i>	<i>22</i>
V.	ESTRUCTURA CIVIL.....	24
	V.1 PRINCIPIOS.....	24
	<i>V.1.1 La ventilación:</i>	<i>24</i>
	V.2 INFRAESTRUCTURA.....	25
	<i>V.2.1 Emplazamiento:</i>	<i>25</i>
	<i>V.2.2 Ubicación del predio.....</i>	<i>25</i>
	<i>V.2.3 Accesos</i>	<i>25</i>
	<i>V.2.4 Topografía:.....</i>	<i>26</i>
	<i>V.2.5 Estudio de suelos.....</i>	<i>26</i>
	<i>V.2.6 Estudio climático.....</i>	<i>26</i>
	<i>V.2.7 Drenajes.....</i>	<i>26</i>
	<i>V.2.8 Distribución de los edificios y movimientos internos.....</i>	<i>27</i>
	<i>V.2.9 Orientación de los edificios</i>	<i>27</i>
	<i>V.2.10 Posibilidad de ampliaciones.....</i>	<i>27</i>
	<i>V.2.11 Dependencias anexas</i>	<i>27</i>
	<i>V.2.12 Servicios (agua, electricidad, gas, teléfono, etc.).....</i>	<i>27</i>
	<i>V.2.13 Almacenamiento y tratamiento de efluentes.....</i>	<i>27</i>
	<i>V.2.14 Eliminación de bajas.....</i>	<i>28</i>
	V.3 DISEÑO DE CORRALES DE ENGORDE.....	28

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

V.3.1	Características principales.....	28
VI.	GENERACIÓN DE ENERGÍA POR BIOMASA	31
VI.1	DEFINICIÓN DE BIOMASA	31
VI.2	RECURSO BIOMASICO	31
VI.3	FUENTES DE BIOMASA	31
VI.4	DIGESTIÓN ANAEROBIA	31
VI.5	BIOGÁS	31
VI.6	ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LA BIOMASA	33
VI.7	BIODIGESTORES	34
VI.8	TIPOS DE BIODIGESTORES	35
VI.9	ENTRE LOS TIPOS DE BIODIGESTORES ESTÁN:	36
VI.9.1	<i>Biodigestor tipo cobertor de laguna:</i>	36
VI.9.2	<i>Biodigestor Convencional:</i>	36
VI.9.3	<i>Biodigestor con agitador:</i>	37
VI.9.4	<i>Biodigestor de filtro anaeróbico:</i>	37
VI.9.5	<i>Biodigestor de contacto anaeróbico:</i>	38
VI.9.6	<i>Los de relleno sanitario:</i>	38
VI.9.7	<i>La planta balón o biodigestor tubular:</i>	38
VI.10	TEMPERATURA Y TIEMPO DE RETENCIÓN	39
VI.11	RELACIÓN C/N	39
VI.12	NIVELES DE AMONIACO.....	40
VI.13	PH	41
VI.14	CONTENIDO DE AGUA DE LA MEZCLA.....	41
VI.15	MATERIALES ORGÁNICOS	41
VI.16	METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DEL BIODIGESTOR.....	43
VI.17	ESTIMACIÓN DE LA POSIBLE CARGA ORGÁNICA O BIOMASA.....	45
VI.18	ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE MEZCLA DE AGUA (MA).....	45
VI.19	ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DIARIA	46
VI.20	DIMENSIONAMIENTO INICIAL DEL BIODIGESTOR, A PARTIR DEL VOLUMEN DE DISEÑO PARA ALMACENAMIENTO DE LA BIOMASA DURANTE EL TIEMPO DE RETENCIÓN.	46
VI.21	UNIDADES GENERADORAS UTILIZADAS EN LA GENERACIÓN DE ELÉCTRICA POR MEDIO DE BIOGÁS	47
VI.21.1	<i>Motores a gas:</i>	47
VI.21.2	<i>Motores a gasolina</i>	48
VI.21.3	<i>Motores a diésel</i>	48
VI.21.4	<i>Unidad generadora diesel de 30 kVA.</i>	49
VI.22	GENERADOR MPOWER DIÉSEL 19 KVA.....	49
VII.	ESTRUCTURAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN IMPLEMENTADAS.	53
VII.1	ACOMETIDA AÉREA DE BAJA TENSIÓN CON CABLE ANTIFRAUDE DESDE RED ABIERTA	53
VII.2	LAR292 LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 – 7,6 – 6,6 KV ESTRUCTURA BIFILAR EN ALINEAMIENTO	54
VII.3	LAR291 LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 – 7,6 – 6,6 KV ESTRUCTURA BIFILAR TERMINAL.....	57
VII.4	LAR293 LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 – 7,6 – 6,6 KV. RETENCIÓN DOBLE PARA CIRCUITOS BIFILARES ..	59
VII.5	RETENIDA TERMINAL O EN ÁNGULO POSTE A VARILLA DE ANCLAJE	61
VII.6	CTR505-1 CENTRO DE DISTRIBUCIÓN RURAL. MONTAJE DE TRANSFORMADOR BIFILAR Y FINAL DE CIRCUITO BIFILAR DE M.T. CON ACOMETIDA EN B.T.	63
VII.7	AIRE ACONDICIONADO	66
VII.8	EXTRACTOR DE AIRE	67
VII.9	BOMBA CENTRIFUGA DE 1 HP EN ACERO INOXIDABLE MARCA PEDROLLO 110/220VAC	68
VII.10	CURVA CARACTERISTICA	69

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

VII.11	BASCULA ELÉCTRICA	70
VII.12	COMPUERTA DE EMERGENCIA	71
VIII.	SISTEMA DOSIFICADOR DE ALIMENTO	72
VIII.1	DIAGRAMA EN BLOQUE DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DEL ALIMENTO ...	72
VIII.2	DIAGRAMA EN BLOQUES DEL PROCESO DE DOSIFICACION.....	73
VIII.3	SILO	74
VIII.4	SILO O TANQUE DE ALMACENAMIENTO	74
VIII.5	COMPRESOR.....	75
VIII.6	DOSIFICADORES DE ALIMENTO	76
VIII.7	BEBEDERO PORCINO INOX 1/2"	77
IX.	CÁLCULOS DE DISEÑO.....	78
IX.1.1	<i>Cuadro de cargas.....</i>	78
IX.1.2	<i>Tabla de corriente y protecciones en BT.....</i>	79
IX.1.3	<i>Tabla de conductores y ductos</i>	79
IX.1.4	<i>tablero de distribución bifásico de 18 circuitos.</i>	80
IX.1.5	<i>Descripción de los circuitos.</i>	81
IX.1.6	<i>NTC 2050, Sección 220. cálculos de los circuitos alimentadores, ramales y acometidas</i>	83
IX.1.7	<i>PARTE D. Método de cálculo de cargas en instalaciones agrícolas.</i>	83
IX.1.8	<i>Parte B. Alimentadores y acometidas.</i>	83
IX.1.9	<i>Selección de protección.....</i>	84
IX.1.10	<i>Selección de equipo de medida.....</i>	84
IX.1.11	<i>Regulación de tensión BT.....</i>	84
IX.1.12	<i>Perdidas de potencia en BT.....</i>	85
IX.1.13	<i>Calculo del transformador</i>	86
IX.1.14	<i>Selección del transformador.....</i>	86
IX.1.15	<i>Regulación de tensión MT.....</i>	86
IX.1.16	<i>Perdidas de potencia en MT.....</i>	87
IX.1.17	<i>Protección por media tensión.....</i>	87
IX.1.18	<i>Protección por BT.....</i>	88
IX.2	TRANSFORMADOR.....	88
X.	CONCLUSIONES.....	90
XI.	OBSERVACIONES.....	92
XII.	BIBLIOGRAFÍA	93
XIII.	ANEXOS	96
XIII.1.1	<i>Tabla de capacidad de corriente al aire libre</i>	96
XIII.1.2	<i>Constante k para regulación de tensión. redes monofásicas BT.....</i>	97
XIII.1.3	<i>Constante k para regulación de tensión MT</i>	98
XIII.1.4	<i>Tabla de factor de diversidad para distintos estratos.....</i>	99
XIII.1.5	<i>Plano eléctrico en MT del departamento de Arauca</i>	100
XIII.1.6	<i>Ubicación del centro porcicultor el picure, plano eléctrico en MT municipio de Fortul</i>	100
XIII.1.7	<i>Ubicación del centro porcicultor el picure, finca el paraíso, vereda los jardines, municipio de Fortul, departamento de Arauca.</i>	101
XIII.1.8	<i>Centro porcicultor el picure, estructura civil.....</i>	102
XIII.1.9	<i>Diagrama unifilar del centro porcicultor el picure.</i>	103

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

Lista de tablas

TABLA 1 ALTURA DE LOS BEBEDEROS CHUPETES	21
TABLA 2 COMPONENTES DE BIOGÁS [23]	32
TABLA 3 RELACIONES C/N DE VARIOS PRODUCTOS RESIDUALES [25]	40
TABLA 4 COMPORTAMIENTO DE LA CARGA DE FERMENTACIÓN DENTRO DEL BIODIGESTOR, DE ACUERDO CON EL VALOR. [25].....	41
TABLA 5 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTIÉRCOLES. [25].....	42
TABLA 6 CARACTERÍSTICAS DE OTROS MATERIALES ORGÁNICOS DE ORIGEN ANIMAL, UTILIZADOS PARA CARGA EN BIODIGESTORES. [25]	42
TABLA 7 RESIDUOS VEGETALES Y POSIBLE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.	42
TABLA 8 VALORES DEL PORCENTAJES DE SÓLIDOS TOTALES Y SÓLIDOS VOLÁTILES. [25].....	44
TABLA 9 BIOGÁS PRODUCIDO EN FUNCIÓN DE LOS SÓLIDOS VOLÁTILES. [25].....	44
TABLA 10 ESTIMACIÓN DE LA POSIBLE CARGA ORGÁNICA O BIOMASA [MB] (REPRESENTADA EN LA PRODUCCIÓN DIARIA DE ESTIÉRCOL)	45
TABLA 11 ACOMETIDA AÉREA DE BAJA TENSIÓN CON CABLE ANTIFRAUDE DESDE RED ABIERTA [7].....	54
TABLA 12 NORMA TÉCNICA [8]	55
TABLA 13 LISTA DE MATERIALES ESTRUCTURA BIFILAR EN ALINEAMIENTO [8]	55
TABLA 14 NORMA TÉCNICA [9]	57
TABLA 15 LISTA DE MATERIALES ESTRUCTURA BIFILAR TERMINAL [9].....	57
TABLA 16 NORMA TÉCNICA [10]	59
TABLA 17 LISTA DE MATERIALES ESTRUCTURA DE RETENCIÓN DOBLE PARA CIRCUITOS BIFILARES [10].....	59
TABLA 18 POSTE A VARILLA DE ANCLAJE [7]	61
TABLA 19 LISTA DE MATERIALES, POSTE A VARILLA DE ANCLAJE [7]	61
TABLA 20 NORMA ANSI [7].....	62
TABLA 21 NORMA TÉCNICA [11]	63
TABLA 22 LISTA DE MATERIALES, MONTAJE DE TRANSFORMADOR BIFILAR [11]	64
TABLA 23 CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR	75
TABLA 24 CARACTERÍSTICAS DE LOS DOSIFICADORES [24].....	76
TABLA 25 CUADRO DE CARGAS, (FUENTE AUTOR).....	78
TABLA 26 CORRIENTE Y PROTECCIONES EN BT, (FUENTE AUTOR).....	79
TABLA 27 CONDUCTORES Y DUCTOS, (FUENTE AUTOR).....	79
TABLA 28 FACTORES DE DEMANDA PARA TOMACORRIENTES EN EDIFICACIONES NO RESIDENCIALES [20].....	83
TABLA 29 MÉTODOS DE CALCULAR CARGAS DE INSTALACIONES AGRÍCOLAS.	84
TABLA 30 CARACTERÍSTICAS TRANSFORMADOR TRIFÁSICO DE 15 KVA	89
TABLA 31 CAPACIDAD DE CORRIENTE AL AIRE LIBRE [20].....	96
TABLA 32 CONSTANTE K, REGULACIÓN DE TENSIÓN. REDES MONOFÁSICAS BT. ([16]ENELAR E.S.P., 2014)	97
TABLA 33 CONSTANTE K, REGULACIÓN DE TENSIÓN. REDES MONOFÁSICAS MT	98
TABLA 34 FACTOR DE DIVERSIDAD PARA DISTINTOS ESTRATOS	99
TABLA 35 PRESUPUESTO ELECTRIFICACIÓN DEL CENTRO PORCICULTOR EL PICURE.	104
TABLA 36 PRESUPUESTO ELECTRIFICACIÓN CENTRO PORCICULTOR EL PICURE CON BIOGÁS.	105

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

Lista de figuras

FIGURA 1: ORIENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA NORTE SUR. [18]	29
FIGURA 2: ORIENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA SUR NORTE. [18]	29
FIGURA 3: ORIENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA ORIENTE OCCIDENTE. [18]	30
FIGURA 4: ESQUEMÁTICO DE PRODUCCIÓN DE BIOMASA A PARTIR DE LA TEMPERATURA [21]	33
FIGURA 5: SISTEMA TÍPICO DE BIOGÁS	35
FIGURA 6: BIODIGESTOR TIPO COBERTOR DE LAGUNA [21]	36
FIGURA 7: BIODIGESTOR CONVENCIONAL [21]	37
FIGURA 8: BIODIGESTOR CON AGITADOR [21]	37
FIGURA 9: BIODIGESTOR DE FILTRO ANAERÓBICO [21]	37
FIGURA 10: BIODIGESTOR DE CONTACTO ANAERÓBICO CON AGITADOR [21]	38
FIGURA 11: RELLENO SANITARIO. [21]	38
FIGURA 12: PLANTA BALÓN O BIODIGESTOR TUBULAR [21]	39
FIGURA 13: INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA SOBRE EL TIEMPO DE RETENCIÓN. [25]	43
FIGURA 14: LECTURA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN PARA EL TIEMPO DE RETENCIÓN.	47
FIGURA 15: MOTOR GENERADOR DE 19 KVA VISTA FRONTAL [26]	51
FIGURA 16: MOTOR GENERADOR DE 19 KVA VISTA FRONTAL PUERTAS ABIERTAS [26]	51
FIGURA 17: MOTOR GENERADOR DE 19 KVA VISTA LATERAL Y FRONTAL [26]	52
FIGURA 18: ACOMETIDA AÉREA DE BAJA TENSIÓN [7]	53
FIGURA 19: ESTRUCTURA BIFILAR EN ALINEAMIENTO [8]	56
FIGURA 20: ESTRUCTURA BIFILAR TERMINAL [9]	58
FIGURA 21: RETENCIÓN DOBLE PARA CIRCUITOS BIFILARES [10]	60
FIGURA 22: POSTE A VARILLA DE ANCLAJE [7]	62
FIGURA 23: MONTAJE DE TRANSFORMADOR BIFILAR Y FINAL DE CIRCUITO BIFILAR DE M.T. CON ACOMETIDA EN B.T. [11]	65
FIGURA 24: AIRE ACONDICIONADO. [15]	66
FIGURA 25: CARACTERÍSTICAS AIRE ACONDICIONADO. [15]	66
FIGURA 26: VENTILADOR EXTRACTOR [27]	67
FIGURA 27: ELECTRO BOMBA [12]	68
FIGURA 28: PLACA CARACTERÍSTICA ELECTRO BOMBA [12]	68
FIGURA 29: CURVA CARACTERÍSTICA ELECTRO BOMBA [12]	69
FIGURA 30: BASCULA ELÉCTRICA [13]	70
FIGURA 31: COMPUERTA DE EMERGENCIA BASCULA [13]	71
FIGURA 32: DIAGRAMA DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE ALIMENTOS (FUENTE AUTOR)	72
FIGURA 33: DIAGRAMA DEL PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DOSIFICADOR DE ALIMENTOS	73
FIGURA 34: SILO DE CHAPA GALVANIZADA [24]	74
FIGURA 35: COMPRESOR [27]	75
FIGURA 36: TIPOS DE DOSIFICADORES [24]	76
FIGURA 37: SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE DOSIFICADORES [24]	77
FIGURA 38: BEBEDERO DE ACERO INOXIDABLE [28]	77
FIGURA 39: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN BIFÁSICO DE 18 CIRCUITOS	80
FIGURA 40: DIAGRAMA ILUSTRATIVO DE TABLERO DE DISTRIBUCIÓN BIFÁSICO DE 18 CIRCUITOS. (FUENTE AUTOR)	81
FIGURA 41: TRANSFORMADOR MONOFÁSICO DE 15 KVA. [22]	88
FIGURA 42: TRANSFORMADOR MONOFÁSICO DE 15 KVA, [22]	89
FIGURA 43: UBICACIÓN CENTRO PORCICULTOR EL PICURE, RED M.T. DEPARTAMENTO DE ARAUCA (FUENTE ENELAR)	100
FIGURA 44: UBICACIÓN DEL CENTRO PORCICULTOR, PLANO ELÉCTRICO EN MT MUNICIPIO DE FORTUL. (FUENTE AUTOR)	100

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

FIGURA 45: UBICACIÓN DEL CENTRO PORCICULTOR EL PICURE, FINCA EL PARAÍSO, VEREDA LOS JARDINES, MUNICIPIO DE FORTUL, DEPARTAMENTO DE ARAUCA. (FUENTE AUTOR).....	102
FIGURA 46: CENTRO PORCICULTOR EL PICURE, ESTRUCTURA CIVIL. (FUENTE AUTOR).....	102
FIGURA 47: DIAGRAMA UNIFILAR DEL CENTRO PORCICULTOR EL PICURE. (FUENTE AUTOR)	103

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

Resumen

El presente proyecto busca desarrollar una plataforma para electrificación y adecuación de las instalaciones porcinas, obteniendo los diferentes puntos que se deben tener en cuenta, como lo es el suministro de energía, materiales, tipo de conductores, calibres, transformadores, equipos de protección, iluminación, ubicación y las distintas distancias que se deben tener en cuenta para la adecuación del establo, priorizando la higiene y la estabilidad emocional del cerdo. partiendo de la selección adecuada geográficamente y puntos de absceso a la granja, para la entrada de materiales y salida de los animales en pie o sacrificados. El objetivo es obtener una rentabilidad económica y que perdure, dándole la importancia suficiente a este tipo de producción en el departamento de Arauca.

Abstract

This project seeks to develop a platform for electrification and adaptation of pig installations, obtaining the different points that must be taken into account, such as the supply of energy, materials, type of conductors, gauges, transformers, protective equipment, lighting, location and the different distances that must be taken into account for the adequacy of the stable, prioritizing the hygiene and emotional stability of the pig. starting from the geographically appropriate selection and abscess points to the farm, for the entry of materials and exit of the animals standing or slaughtered. The objective is to obtain an economic profitability that lasts, giving sufficient importance to this type of production in the department of Arauca.

I. Introducción

En la actualidad la producción de cerdos que lleva a cabo el agricultor campesino generalmente no incorpora tecnología moderna, lo hace de forma empírica obteniendo una producción como ahorro y no plantea estrategias que generen rentabilidad. Lo que conlleva a la implementación de esta tesis que tratara la información generalizada con la ceba porcina, dando una rentabilidad en el proceso y desarrollo de las familias campesinas, su focalización principal viene dada por la electrificación y estructura civil de un centro porcicultor que arraigó a las familias campesinas, de tal manera que se implemente de forma amplia y constante en las diferentes localidades del sector rural del departamento de Arauca.

II. Planteamiento del problema y justificación.

II.1.1 Planteamiento del problema

La problemática de esta tesis es que la producción de cerdos que lleva adelante el agricultor campesino generalmente no incorpora tecnología moderna, por lo tanto, no logra una producción racional intensiva, donde predomine la sanidad e higiene.

Esta temática fue considerada por el interés de adquirir conocimientos acerca del rendimiento que puede obtenerse de dicha producción cuando se incorpora tecnología. Será de gran importancia analizar las características de sanidad, higiene, tecnología en la ceba de cerdos y su repercusión en la agricultura familiar, soberanía y seguridad alimentaria.

La seguridad alimentaria consiste en el derecho a una alimentación adecuada y saludable, garantizando la normal subsistencia. En cambio, la soberanía alimentaria es el derecho a la elección sobre la propia alimentación.

En cuanto a la agricultura familiar, según el INTA, Programa Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Pequeña Agricultura Familiar, “es un tipo de producción donde la unidad doméstica y la unidad productiva están físicamente integradas, la agricultura es un recurso significativo en la estrategia de la vida familiar, la cual aporta la fracción predominante de la fuerza de trabajo utilizada en la explotación, y la producción se dirige tanto al autoconsumo como el mercado”. [2]

La agricultura moderna se caracteriza por el uso de la más avanzada tecnología, que reduce la dependencia de los factores físicos. El nivel técnico es de orden tecnológico.

La agricultura tradicional, en cambio, se caracteriza por ser una agricultura de supervivencia, integrando al grupo de agricultores que cubre sus necesidades y apenas quedan excedentes para comercializar. El nivel técnico es primitivo.

El agricultor familiar generalmente lleva adelante una agricultura tradicional, hay muchos aprendizajes que pueden lograrse desde este tipo de agricultura a través de la educación popular.

Este tipo de agricultura permite a las familias consumir lo que producen, regirse por el concepto de soberanía alimentaria porque los agricultores realizan una elección propia acerca de su alimentación. Pero muchas veces este tipo de agricultura no es indicada para aquellos agricultores que quieren crecer en su sector rural, comercializar sus productos y aspirar a un sustento económico sustentable y lograr una seguridad alimentaria. [2]

II.1.2 Justificación

La hipótesis que será guía de esta investigación es: una producción intensiva puede lograrse con la implementación de tecnología, donde los rendimientos no son los mismos ni tampoco los niveles de sanidad, higiene y calidad en la producción.

Muchas veces el sector rural en el país se caracteriza por la escasa capacitación que tienen sus habitantes, lo que origina entre otros problemas la emigración a grandes ciudades provocando el desarraigo. Se hace indispensable entonces que se proporcione a ese sector la

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

capacitación técnica-productiva que les dé la oportunidad de arraigarse en sus poblaciones de origen en las que establezcan sus empresas o emprendimientos.

Por lo tanto el objetivo general de esta tesis es analizar las ventajas de la implementación de tecnología en la producción de cerdos, y que este trabajo de investigación sea fuente de información para los agricultores familiares que quieren tener conocimiento del tema, formar cooperativas o asociaciones de trabajo, entendiendo estas como asociación autónoma de personas que se unen voluntariamente para satisfacer sus necesidades y aspiraciones económicas sociales y culturales por medio de una empresa de propiedad conjunta democráticamente gestionada.

Esta tesis se dirige a jóvenes emprendedores o agricultores familiares interesados en la explotación de la porcicultura. Los beneficios que obtendrán son los conocimientos, habilidades y destrezas que les permitan organizarse para solucionar la problemática que se les presente mediante la aplicación de nuevas técnicas productivas que garanticen la eficiencia y rentabilidad de las cooperativas que se establezcan. [1]

III. Objetivos

III.1 Objetivo general

- Diseñar el sistema de fluido eléctrico bajo normativa, de un centro porcicultor de engorde para doscientos (200) cerdos, desde la etapa de destete hasta su edad adulta, que estén aptos para la venta.

III.2 Objetivos específicos

- Diseñar el proceso tecnológico
- Diseñar la estructura civil
- Diseñar los sistemas eléctricos, fuerza e iluminación
- Diseñar la subestación y la línea de transmisión

Antecedentes

El cerdo es un animal omnívoro, fácil de criar, precoz, prolífico por naturaleza, de ciclo reproductivo no mayor a 4 meses, se adapta fácilmente a diferentes climas y ambientes, posee gran capacidad para convertir el alimento en carne, con una buena conversión alimenticia. [5]

El cerdo es un animal que más rendimiento produce, y el negocio más eficiente en la producción pecuaria, la carne del cerdo comparada con sus ancestros es la que mayores cambios genéticos ha obtenido durante la historia, del cerdo no se desperdicia nada, pues todo lo que su cuerpo compone se aprovecha y se paga a buen precio: carne, hueso, intestinos, piel, pelos, sangre, etc. [5]

La domesticación del cerdo tubo origen en China, hace 4.900 años, antes de nuestra era. Es uno de los primeros animales utilizados por el ser humano, algunos pueblos consumían el cerne, pero otros la consideraban indeseable. [5]

Las instalaciones porcinas constituyen uno de los papeles más importantes en el programa de inversiones para la explotación porcina. Pues representan erogaciones absolutamente necesarias que no producen ganancias inmediatas. Por esta razón el capital inmovilizado debe ser el menor posible. [1]

Las instalaciones y equipos pueden facilitar en gran medida el manejo del rebaño si han sido proyectadas funcional y racionalmente. Las instalaciones porcinas deben atender determinadas exigencias básicas en cuanto a higiene, orientación, economía, racionalización del trabajo y fácil manejo. Las instalaciones suntuosas, exageradas y complicadas además de ser antieconómicas revelan el escaso conocimiento de quien las proyecta. La virtud está en la simplicidad y el sentido común, economía y estética.

Para producir más y eficientemente los cerdos necesitan instalaciones adecuadas, debido a su hábito de alimentación monogástrico-omnívoro, su dificultad para transpirar, su tendencia natural a la tranquilidad, su necesidad de economizar energía y su deficiente aparato termorregulador. [1]

A fin de que equipo e instalaciones porcinas cumplan sus finalidades de facilitar la crianza del cerdo deben cumplir las siguientes condiciones:

Higiene, Orientación correcta, Funcionalidad, Bajo costo. [1]

Las instalaciones porcinas son higiénicas cuando están bien ventiladas y atienden a los factores climáticos (viento, temperatura, humedad). Además, deben permitir una correcta exposición al sol o protección según las circunstancias. En zonas donde el clima es templado-cálido, las instalaciones porcinas deben estar abiertas pues en la mayoría de los casos el problema consiste en superar el calor. El frío constituye un obstáculo solamente durante la primera semana de vida del lechón. [1]

IV. Marco teórico

Los cerdos son animales de fácil manejo que pueden alimentarse con una gran variedad de productos, incluyendo desperdicios domésticos; si se tiene un buen manejo sanitario, genético y estrategias de mercado adecuadas, pueden ser una excelente fuente de ingresos para las familias rurales. Además, su carne se puede transformar y aumentar de valor.

La producción porcina comprende varias modalidades: la producción de reproductores, la engorda de animales, la producción de lechones destetados para la venta a otras granjas y la producción en ciclo completo. [1], [2]

IV.1.1 Elección del lugar

Dentro de las probabilidades, el lugar destinado a los cerdos, debe ser alto, soleado, seco, aireado, con buen declive para permitir el rápido drenaje del agua, suelo permeable y fértil. Los lugares húmedos, oscuros, fríos, bajos e impermeables son inadecuados e incómodos para la explotación. Como la transpiración del cerdo es nula, el animal busca los lugares húmedos, charcos, bañados, etc. [1]

Sin embargo, si hay refugios bien ventilados y piquetes empastados con sombra, el cerdo puede prescindir de charcos, bañados y piletas, verdaderos focos de parasitosis y otras enfermedades porcinas. La humedad ambiental es el mayor enemigo del cerdo. Una humedad elevada con baja temperatura predispone al cerdo a las enfermedades de los aparatos respiratorio y digestivo. Si la humedad y la temperatura son elevadas provocan inapetencias y crean condiciones óptimas para los parásitos externos e internos. Las instalaciones porcinas destinadas a cerdos deben asentarse en zonas de buenos caminos, que permitan el acceso permanente al criadero. Se deben realizar las instalaciones en áreas distantes del tránsito de vehículos y vacunos. Esta última precaución es importante para controlar la brucelosis y la aftosa, enfermedades que ocasionan pérdidas cuantiosas en la explotación actual del cerdo. [1], [2]

El crecimiento y engorde suele realizarse en naves grandes capaces de albergar entre varios cientos y más de mil cerdos. Es importante mencionar que estos diseños dependen en gran medida de las condiciones ambientales de la zona donde se ubica la granja. Cada nave puede o no estar dividida en salas y cada sala se compone de un número variable de corrales según sea el tamaño del grupo. Las particiones entre corrales suelen ser de hormigón o metal. El tamaño de grupo más habitual varía entre diez y más de 30 cerdos. El suelo suele ser de hormigón ya sea total o parcialmente emparrillado. [18]

IV.1.2 Padrilleras

Son el alojamiento de los padrillos, deben reunir un mínimo de características indispensables para la comodidad de los cerdos y la facilidad del manejo. El cerco perimetral debe estar construido de tal manera que impida la salida del cerdo. La superficie del recinto no debe ser menor a 100 m cuadrados y deberá contar con un refugio bien diseñado que provea de abrigo

y sombra al cerdo. El piquete es conveniente que tenga pasto. El comedero para ración diaria debe estar bajo techo, y el bebedero en el otro extremo del piquete, de manera que el cerdo se vea obligado a caminar para alimentarse y abrevarse. Los servicios dentro de lo posible se harán en la padrillera. Esto facilita las anotaciones de control. No es conveniente poner los padrillos separados por una cerca de alambres, porque si se ven se alteran, buscan pelearse y desgastan energías innecesariamente. [2]

IV.1.3 Manga, brete, cepo y bañadero

En criaderos con más de 50 cerdos se justifica la construcción de manga, brete, cepo y bañadero para realizar operaciones necesarias como baños antiparasitarios, vacunas, curaciones, clasificación de animales, etc. [2]

IV.1.3.1 Manga.

Construcción realizada con madera, de forma circular de 0,80 m de altura, que sirve para encerrar un lote de cerdos. Sus dimensiones varían con el tamaño del criadero. Lo más indicado es construir una manga para 100 cerdos (se necesita 1 m cuadrado por cerdo). La manga tiene una tranquera que da al corral y una abertura que lleva al brete a través del embudo. [2]

IV.1.3.2 Brete.

Corredor largo de madera, de igual altura que la manga con sección trapezoidal. El piso es de cemento para facilitar la limpieza. Está situado un poco más alto que el nivel del suelo y habrá que dejar una abertura de 5 cm entre este y la primera tabla. En la parte inferior las paredes tendrán una separación de 30 cm y arriba de 50 a 60 cm. El largo del brete es variable de acuerdo con el tamaño de la manga. Se usa la décima parte de la capacidad de la manga. [2]

IV.1.3.3 Cepo.

Aparato destinado a contener e inmovilizar al cerdo para realizar algún tratamiento o practica de crianza. El cepo puede ser reemplazado utilizando el método del lazo. [2]

IV.1.3.4 Bañadero.

Los cerdos frecuentemente se infestan con piojos, sarna y otros ectoparásitos contagiosos y de difícil control. Estos problemas se solucionan con baños que pueden llevarse a cabo de distintas maneras: Por inmersión Por aspersion Los bañaderos para cerdos son de ladrillos o piedras, con revoque interno que lo impermeabiliza. Profundidad: 1 m · Ancho: 0,50 m Largo 3 m En la salida debe haber un escurridero que permita recuperar parte del producto y evite la formación de barro. En los criaderos pequeños, donde no se justifica su construcción, se pueden combatir los ectoparásitos mediante pulverizaciones. [2]

IV.1.4 Piquetes, cercas y sombra

IV.1.4.1 *Piquetes.*

Los piquetes son áreas empastadas destinadas al ejercicio y a completar la alimentación de los cerdos. El adecuado control de estos piquetes conserva las praderas en buenas condiciones. Para lograrlo, debe evitarse, que los cerdos pastoreen cuando hay excesivas humedades y se deben engrampar todos los animales mayores de 2 meses de edad para impedir que osen. [2]

IV.1.4.2 *Cercas.*

Si los cerdos están bien alimentados las cercas tienen importancia secundaria, pues los animales tienen tendencia natural al reposo luego de recibir su ración. En este caso cualquier cerca es buena. La mejor será la que resulta más económica de acuerdo con los materiales existentes en la región. Es común contar con cercas con altura excesiva. Las cercas de alambre solo deben tener alambre de púas en el último hilo superior e inferior, ya que los cerdos se rascan en la cerca y las púas producirían heridas que en tiempo de mosca se complican con miasis. [4]

En algunos casos las cercas de alambre son económicas. Las cercas de alambre eléctrico son más económicas aún y resultan útiles tomando algunas precauciones. Para lechones mamonos este tipo de cercas es poco eficiente a menos que tenga 3 hilos, el primero a 10 cm del suelo, el otro a 20 cm y el tercero a 40 cm del suelo. El terreno situado debajo del alambre se carpe para que el pasto no toque los hilos y cierren el circuito descargando la batería. Los hilos deben estar aislados de postes y varillas. 3) Sombra La sombra, indispensable en los piquetes, sustituye las costosas y antihigiénicas o piletas. En regiones de inviernos rigurosos se utilizan especies vegetales de hoja caduca, de gran porte y rápido crecimiento. El peral reúne todas las condiciones y sus frutos pueden ser consumidos por los animales. En regiones cálidas se utilizan especies de hoja perenne como la palta (árbol excelente para este fin). Es necesario proteger el tronco de los árboles para que los cerdos no lo dañen. [2]

IV.1.5 Comederos y bebederos

La explotación porcina se basa esencialmente en la capacidad de los cerdos para transformar alimentos bastos y de bajo valor comercial en carne, alimento noble y de gran valor. Por lo tanto la alimentación, así como los equipos empleados en ella, son aspectos que deben considerarse cuidadosamente. Los comederos y bebederos deben satisfacer las exigencias de higiene y facilitar la limpieza. [2]

IV.1.5.1 *Comederos.*

Hay esencialmente dos tipos de comederos porcinos: Los manuales (abastecidos directamente) Los automáticos (contienen ración para varios días) Los comederos manuales se deben utilizar en etapas en las que es preciso controlar el estado de gordura de los animales (lactancia, gestación, reproducción). Los comederos pueden ser colectivos o individuales. De

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

madera, metal, etc. Las medidas deberán estar acorde con la cantidad y tipo de cerdos a los que se destine. [2]

IV.1.5.2 Bebederos porcinos.

Los cerdos beben agua a partir del segundo día de vida. Por esta razón, el agua debe estar a disposición de los animales en todas las etapas de la crianza. Existen varios tipos de bebederos. Cuando es posible hacer llegar el agua por medio de cañerías a instalaciones de confinamiento, el problema se soluciona fácilmente con la correspondiente precaución higiénica. Cuando esta solución no es viable, el agua debe ponerse a disposición del cerdo por medio del bebedero. Al proyectar la instalación se prevé el abastecimiento de agua, que llega a los bebederos automáticos por medio de caños desde un depósito cualquiera. Al proyectar la instalación se prevé el abastecimiento de agua, que llega a los bebederos automáticos por medio de caños desde un depósito cualquiera. El tipo más común de bebedero automático es el de nivel constante, que presenta numerosas variantes. Este tipo de bebederos es el indicado para la maternidad, debiendo construirse de manera que permita el acceso del lechón mediante una rampa. Para las demás etapas de crianza el más indicado de todos los bebederos es el tipo chupete o la taza, por resultar higiénico, funcional, simple y económico. [2], [4]

Categoría del cerdo	Altura del piso
Lechón mamón	0,15 m
Lechón destetado	0,20 - 0,25 m
Cachorro en recría	0,30 - 0,35 m
Capones en terminación	0,50 - 0,55 m
Cerdas gestando y padrillos	0,50 - 0,65 m

Tabla 1 Altura de los bebederos chupetes

IV.1.6 Balanzas

Es indispensable controlar el peso de los lechones en las distintas etapas de la crianza. El peso en relación con la edad y la alimentación consumida son los índices más eficientes para la evaluación individual del cerdo. Para obtener ambos índices se necesita una balanza. En los establecimientos debe haber dos balanzas, una para los lechones y otra para los animales grandes y el alimento. Se debe tener además en el criadero un carro para transporte de animales, implementos de limpieza, equipos de desinfección y otro instrumental para el

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

manejo correcto de las distintas etapas de crianza, señalador, alicata, tijera, pinzas, engrapadoras, etc. [2]

IV.1.7 Depósito de ración

Es conveniente disponer de lugares ubicados cerca del alojamiento de los cerdos para el almacenamiento de la ración que se ha preparado. Las dimensiones del depósito deberán ser proporcionales a la magnitud del criadero. [2], [3]

IV.1.8 Galpones.

Son construcciones destinadas a guardar maquinaria, vehículos y otros equipos utilizados en la limpieza y el mantenimiento. Deben ser construcciones simples, económicas y funcionales. [4]

IV.1.9 Generalidades de la porcicultura

- Una cerda puede parir entre 13 y 14 lechones en cada parto.
- Puede producir durante toda su vida productiva entre 90 y 100 lechones nacidos totales.
- Destetar entre 70 y 80 lechones en su vida útil.
- Parir 2.57 veces en un año.
- Su lactancia dura 21 días y sus lechones pesan al nacimiento entre 1.3 kg y 1.5 kg y al destete entre 6 kg y 6.5 kg.
- Las cerdas presentan calor entre 3 y 7 días después de ser destetadas.
- Su gestación dura 114 días.
- Una cerda puede llegar a producir 10 lts a 15 lts de leche por día.
- Un lechón mama cada 2 horas inicialmente por 2 minutos, luego lo hace cada 3 horas por 3 minutos.
- Un cerdo sale gordo a los 155 días de vida, pesando 100 kg a 105 kg.
- Una cerda es apta para reproducirse a los 7 meses de vida, 130 kg a 140 kg de peso.
- Una cerda y toda su descendencia se consumen entre 15 y 16 kilos/día, o sea 5.840 kilos/año.
- Una cerda consume 1.060 kilos al año.
- Un lechón en su etapa de precebo, consume entre 28 y 36 kilos.
- Un cerdo en su etapa de ceba consume entre 185 y 190 kilos durante la ceba, de los cuales 80 kilos son de Chanchitos GP, 50 kilos de Finalizador GP, 60 kilos de Finalizador GP 80 Magro.
- Una cerda produce entre 2.800 y 3.000 kilos de carne por año.
- Una cerda produce 185 kilos de lechón destete por año.
- Un cerdo en canal rinde el 85% de su peso vivo.
- Un cerdo produce 64% de cortes magros.

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

- La ganancia promedio en la etapa de precebo entre 6.5 kilos y 32 kilos es de 520 gramos por día.
- Durante la ceba la ganancia diaria es de 962 gramos en lotes de machos castrados quirúrgicos y hembras, y 1.057 gramos por día para lotes de hembras y machos inmunocastrados.
- La conversión de la etapa de precebo es de 1.42 kilos de alimento por kilo de carne ganado.
- Para la etapa de ceba es de 2.28 kilos de alimento por kilo de peso ganado.
- El mayor productor de carne de cerdo es China, con 50.6 millones de toneladas por año.
- La población de cerdos más grande está en China con 668.5 millones de cerdos. La carne de cerdo tiene el más alto consumo entre las carnes, con el 39% del total.
- El consumo mayor de carne del mundo está en Dinamarca con 72 kilos/persona/año. El consumo en el mundo está en 16.3 kilos/persona/año.
- En Colombia se producen 257.295 toneladas de carne de cerdo.
- El consumo de carne de cerdo en Colombia es de 6.7 kilos/persona/año. El departamento de mayor consumo es Antioquia con 22.6 kilos/persona/año. [3]

V. Estructura civil

V.1 Principios

La ceba de cerdos en el campo, ha evolucionado notablemente en los últimos años, con la incorporación de conceptos y equipos novedosos, simples y económicos que permiten alcanzar una productividad e intensificación comparables a la obtenida en los buenos planteos en confinamiento. No se trata de proponer un antagonismo entre ambas modalidades, ya que cada una tiene sus ventajas y desventajas, sino de ofrecer una alternativa mejorada que permite obtener altos rendimientos con menor inversión en instalaciones a cambio de una mayor participación del trabajo. Las variables estructurales para el armado de un galpón de explotación porcina serán las siguientes. - Una zona protegida de vientos fuertes, pero a su vez aireada, los obstáculos muy próximos puede frenar la ventilación del galpón. - Debe estar sobre un terreno seco, no inundable y por sobre todo bien drenado. - Evitar siempre lugares que estén encajonados entre colinas, ya que son húmedos, con ventilación escasa y calurosa. - En el caso de encontrarse muy expuestas, sobre loma o zona totalmente deforestada, puede producir un exceso de entrada de aire, por lo que debe protegerse. [6]

V.1.1 La ventilación:

es uno de los factores críticos en la explotación porcina. La misma puede ser natural que se basa en la formación de corrientes de aire; o forzada por medio de ventilación mecánica. Tiene como función principal la de evacuar gases y aportar oxígeno. Es por ello que la renovación de aire es esencial para este tipo de producción y un aporte fundamental para el control de la humedad y temperatura ambiental.

La ventilación natural puede realizarse por diferencia de densidad esta se genera dentro del galpón como un efecto chimenea moviendo el aire de la parte baja del galpón hacia la cubierta del mismo renovándose el aire de forma continua y liberando gases nocivos, malos olores y polvo; esto permite el ingreso de oxígeno de forma continua. Para todo tipo de ventilación es recomendable una cubierta apropiada para mantener un ambiente fresco, aireado y oxigenado. [6]

Es por ello recomendable una cubierta con las siguientes propiedades: - Inoxidable, que no se corroa ante la acción de purines de cerdo. - Con un coeficiente de conductividad térmica reducido - No debe condensar - Económica Las cubiertas metálicas de zinc se corroen y necesitan poliuretano expandido para su aislación, esto encarece mucho nuestro proyecto y tiene una vida útil reducida. Las cubiertas de chapa de cartón reciclado o asfáltico, son inoxidables, pero necesitan apoyos cada 50 cm, no son transitables, se degradan fácilmente y tienden a deformarse en sus extremos con el paso del tiempo. Poseen muy baja resistencia al impacto. [6]

Coincidimos en que las cubiertas de fibrocemento son las más adecuadas para este tipo de explotación ganadera, no necesitan poliuretano ya que son inoxidables y tienen un coeficiente de conductividad reducido. El costo de la estructura es menor por distanciar los apoyos hasta 1.70 m. No condensan y tienen, en su espesor de 8 mm, la mayor resistencia al impacto. La orientación del galpón es muy importante para el tipo de ventilación natural, es por ello que

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

se aconseja disponer la nave de forma perpendicular a los vientos dominantes; en el caso de viento preponderante Sur y Norte se recomienda una orientación Este-Oeste con un frente abierto hacia el sector Sur. Por último, debemos considerar que el empleo de protecciones mediante cortavientos naturales como una arboleda, nos protege de vientos excesivos y a su vez nos brinda sombra para nuestra cubierta. Si optamos por una cubierta de fibrocemento podemos pintar el galpón de blanco que ayuda a refractar los rayos solares. [6]

V.2 Infraestructura.

Antes de empezar un proyecto es preciso tener en cuenta los siguientes conceptos:

V.2.1 Emplazamiento:

Al decidir la localización de una granja es indispensable conocer las reglamentaciones y normativas vigentes para su implantación. Es preciso respetar las distancias mínimas entre explotaciones que indican las reglamentaciones y buscar áreas con baja densidad animal. Las granjas deben estar alejadas de las rutas. En la granja se van a producir olores y ruidos, por lo que se deben alejar no solamente de núcleos urbanos sino también de las viviendas que se proyecten para servicio de la misma, viviendas a las que el viento dominante puede llevar las posibles molestias antes citadas. Para la ubicación y establecimiento de la granja debemos considerar la proximidad a mercados actuales y potenciales, tomar esto muy en cuenta ya que el transporte en trayectos largos por más de 6 horas representa un costo alto de transporte y mermas de peso por transporte. Así mismo la ubicación debe ser accesible a los proveedores de insumos como alimento o materias primas para la fábrica de alimentos. Al mismo tiempo se debe considerar no estar muy cerca de poblaciones, o aéreas con potencial de desarrollo de proyectos habitacionales. [6]

V.2.2 Ubicación del predio

Aislamiento de la zona de construcción de la granja respecto a otra explotación porcina no menor a 3 Km.

Aislamiento de la zona de construcción de la granja respecto a otra explotación pecuaria no menor a 5 Km.

Aislamiento de la zona de construcción de la granja, respecto de centros poblados no menor de 5 Km.

Aislamiento de la zona de construcción de la granja respecto carreteras de elevado tráfico no menor de 5 Km.

Aislamiento de la zona de construcción de la granja, respecto a un relleno sanitario o depósito de basura no menor de 5 Km.

Aislamiento de la zona de construcción de la granja respecto a áreas con riesgos potenciales de infección no menor de 3 Km. [6]

V.2.3 Accesos

Se debe disponer de un buen camino de acceso. Es conveniente que este camino rodee la granja, a modo de circunvalación de la misma. Este camino debe ser transitable en todo tiempo.

Por seguridad es muy conveniente ubicar la vivienda en un lugar tal que permita vigilar la entrada a la granja. Para la ubicación y establecimiento de la granja debemos considerar la proximidad a mercados actuales y potenciales, tomar esto muy en cuenta ya que el transporte en trayectos largos por más de 6 horas representa un costo alto de transporte y mermas de peso por transporte. Así mismo la ubicación debe ser accesible a los proveedores de insumos como alimento o materias primas para la fábrica de alimentos. Al mismo tiempo se debe considerar no estar muy cerca de poblaciones, o aéreas con potencial de desarrollo de proyectos habitacionales. [6]

V.2.4 Topografía:

Antes de decidir la ubicación definitiva de los diferentes edificios es necesario realizar un relevamiento topográfico con curvas de nivel cada metro. Ese trabajo permitirá hacer una primera evaluación del movimiento de tierras a realizar y nos orientará con más precisión sobre el lugar en el que se deberán construir las lagunas de efluentes. El terreno donde se va a establecer la granja deberá tener una topografía con pendientes de tal manera que nos permita manejar los drenajes por gravedad y así evitar costos innecesarios para el movimiento de los desechos generados por la granja. Por Bioseguridad también es recomendable que existan barreras naturales como bosques que aíslen la granja. [6]

V.2.5 Estudio de suelos

Un estudio de suelos nos dará información sobre las características físicas y químicas del mismo. Se deben realizar pozos y sondeos para la toma de muestras que permitirá realizar los ensayos de laboratorio y determinar: Humedad natural, Contenido de materia orgánica, Presencia de sales, Límites de consistencia, Densidad aparente, Densidad del suelo seco, Pasante tamiz 200, Granulometría, Consolidación, Compactación, Proctor Normal y Permeabilidad. Con la información adquirida durante los trabajos de campo y con la procedente de los ensayos de laboratorio se procederá a estudiar y analizar las condiciones superficiales, las condiciones sub-superficiales y las aguas subterráneas. Con todos estos datos se podrán efectuar las recomendaciones necesarias para realizar el movimiento de suelos y para el cálculo de las fundaciones. [6]

V.2.6 Estudio climático

Este estudio nos aportará información sobre temperaturas, humedades relativas, vientos dominantes y pluviometría, información que precisaremos fundamentalmente en el momento de definir los sistemas de climatización (ventilación, calefacción y refrigeración) Como norma básica se recuerda que no son aconsejables las zonas calurosas con humedades relativas altas. [6]

V.2.7 Drenajes

Tanto para los caminos internos como para los edificios, es necesario prever drenajes u otras obras de defensa para evitar inundaciones. El terreno donde se va a establecer la granja deberá tener una topografía con pendientes de tal manera que nos permita manejar los drenajes por

gravedad y así evitar costos innecesarios para el movimiento de los desechos generados por la granja. [6]

V.2.8 Distribución de los edificios y movimientos internos

En el momento de proyectar se debe tener en cuenta los flujos de animales, materias primas y productos acabados para economizar movimientos y "evitar contaminaciones". [6]

V.2.9 Orientación de los edificios

Los edificios deben orientarse con su eje longitudinal en dirección Este-Oeste. [6]

V.2.10 Posibilidad de ampliaciones

En el momento de proyectar se deben prever las posibles ampliaciones de la granja, la dinámica de la actividad ganadera está asociada a continuas expansiones. [6]

V.2.11 Dependencias anexas

Una granja precisa de una vivienda digna para la familia del encargado, de un buen vestuario que haga de filtro o barrera sanitaria, de badenes de desinfección de vehículos, de básculas de pesaje de camiones, de muelles de carga, etc.; elementos todos que hacen más fácil y agradable el trabajo. [6]

V.2.12 Servicios (agua, electricidad, gas, teléfono, etc.)

El agua potable es esencial. Antes de empezar cualquier acción se debe estar totalmente seguro de que se dispondrá de un correcto suministro, tanto en cantidad como en calidad. Se deben tener asegurados los suministros de energía eléctrica y de gas. El agua es un recurso indispensable para el establecimiento de una granja, de preferencia buscar que el abastecimiento de agua sea por gravedad ya que por lo general el movimiento de agua en forma mecánica representa un costo alto, en su defecto se tendrá que considerar la perforación de pozos para la extracción de agua, este puede ser mecánico o artesanal. Conviene recordar que antes de empezar la construcción de los edificios es preciso disponer de agua y de electricidad. Sin agua no es posible hacer trabajos de compactación de suelos. Los diferentes contratistas van a solicitar que se les asegure el suministro de agua y energía eléctrica. Es aconsejable prever un local de servicio o sala de máquinas, desde el que salgan las diferentes cañerías de agua y energía a los edificios, canalizando las mismas de manera subterránea para evitar accidentes. Los cables eléctricos deben estar convenientemente señalizados y protegidos. Anexo a este local se puede instalar el grupo electrógeno y un pequeño taller de mantenimiento. Hoy día el teléfono es una herramienta más de trabajo, la transmisión de datos y la recepción de todo tipo de información hacen a este servicio imprescindible. [6]

V.2.13 Almacenamiento y tratamiento de efluentes

No tener resuelto el destino a dar a los efluentes de una explotación ganadera hace inviable su puesta en marcha. Los efluentes deben ser sometidos a un tratamiento que evite la contaminación ambiental, la mejor solución es su aplicación como abono orgánico por lo que

desde nuestro punto de vista las explotaciones ganaderas deben llevar asociadas la correspondiente explotación agrícola con una superficie tal que permita dar una adecuada salida a los efluentes producidos. [6]

V.2.14 Eliminación de bajas

Se proyectarán fosas que permitan la eliminación de las bajas que se producen en este tipo de establecimientos, serán cerradas para evitar la presencia de otros animales, la producción de malos olores y la proliferación de moscas. [6]

V.3 Diseño de corrales de engorde

Los corrales de engorde deben estar diseñados para alojar cerdos desde las 10 semanas (70 días) de edad con aproximadamente 30kgs de peso y hasta las 23 semanas (160 días) de edad aproximadamente 105 kgs de peso. [6]

V.3.1 Características principales

Corral más largo que ancho, Ancho: 3,50 metros Largo: 5,80 metros Área total 20 metros cuadrados Densidad 20 cerdos por corral. Construir pensando en ventilación para los cerdos En las instalaciones de engorde ingresan los cerdos que vienen del área de destete o crecimiento es decir cuando tienen 10 a 11 semanas de edad y cuando han alcanzado un peso de 30 a 35 kgs. Los corrales o pista de engorde estará en lo posible techada y dispondrá de piso de concreto, con una pendiente de 5%, para facilitar el lavado de los corrales, que serán rectangulares, con una densidad de población de 1 metro cuadrado por cerdo, alojando un mínimo de 15 cerdos hasta un máximo de 20 cerdos por corral. La medida recomendada para un corral con estas características es de 3 metros de ancho por 7 metros de largo, incluyendo el área de deyección. El objetivo principal de esta área será el de defecar los cerdos para que el resto del corral permanezca limpio, además del ahorro de agua para lavado de las instalaciones, ya que la limpieza de la pista de engorde, en el mejor de los casos, se hace hasta 3 veces por semana. En las pistas de engorde es imprescindible una excelente ventilación, así como la calidad del aire, altura de los techos, comederos automáticos y disponibilidad permanente de agua fresca. [6]

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

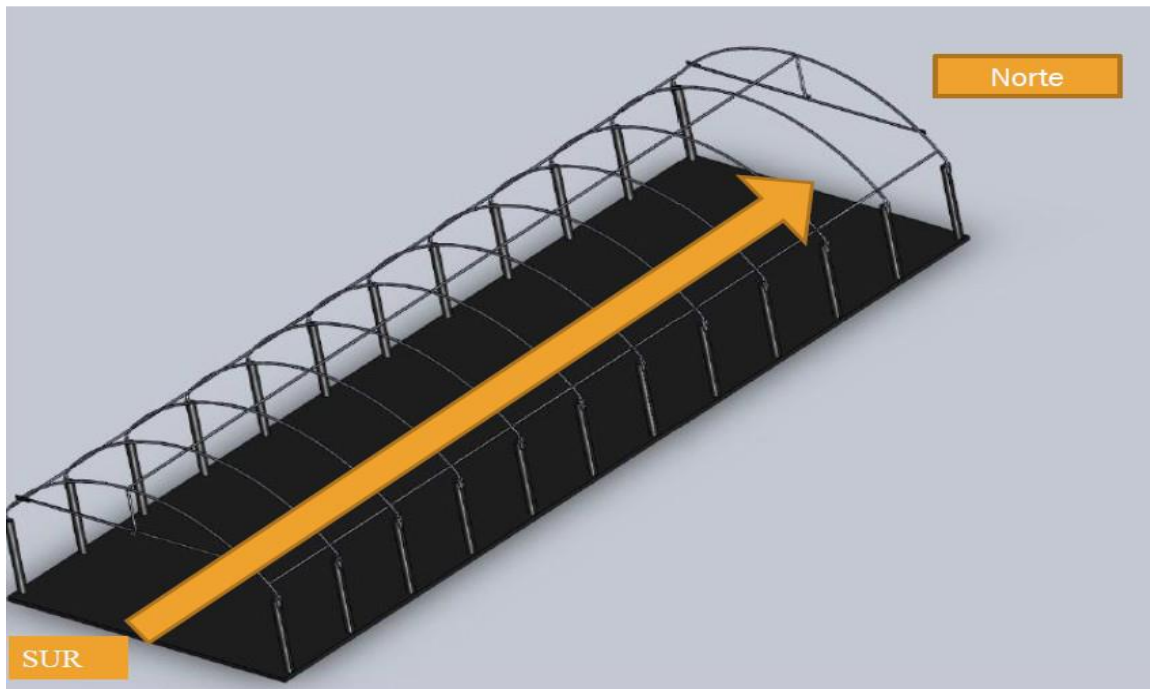


Figura 1: Orientación de la estructura norte sur. [18]

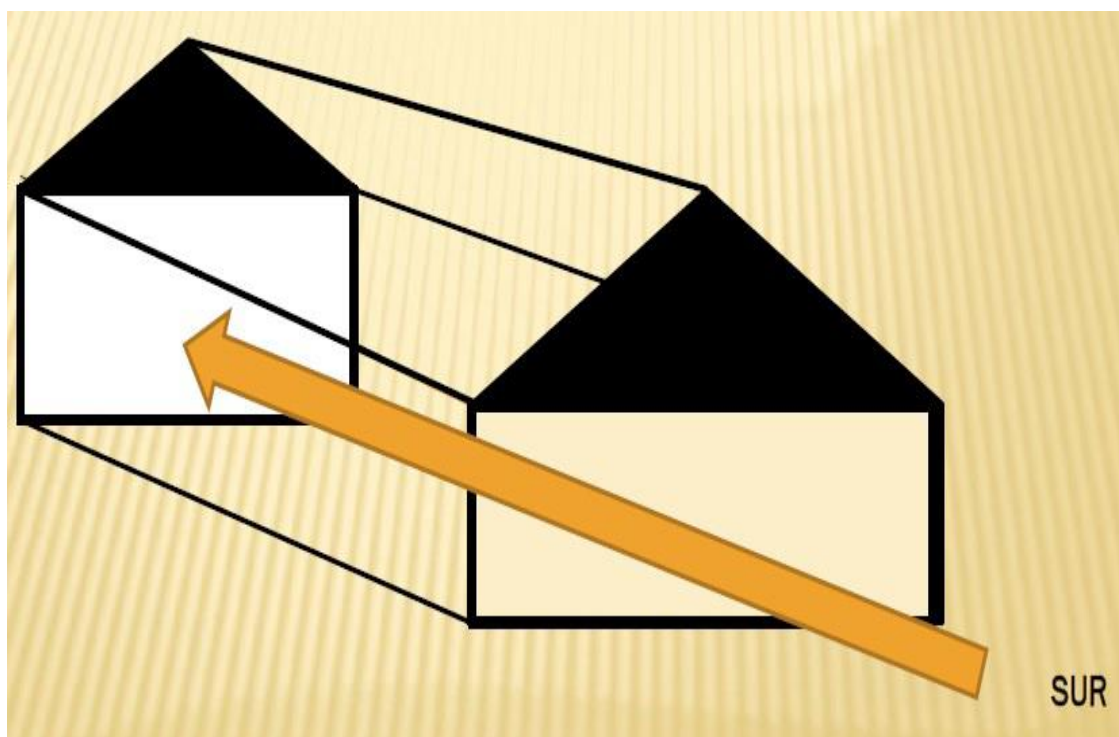


Figura 2: Orientación de la estructura sur norte. [18]

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

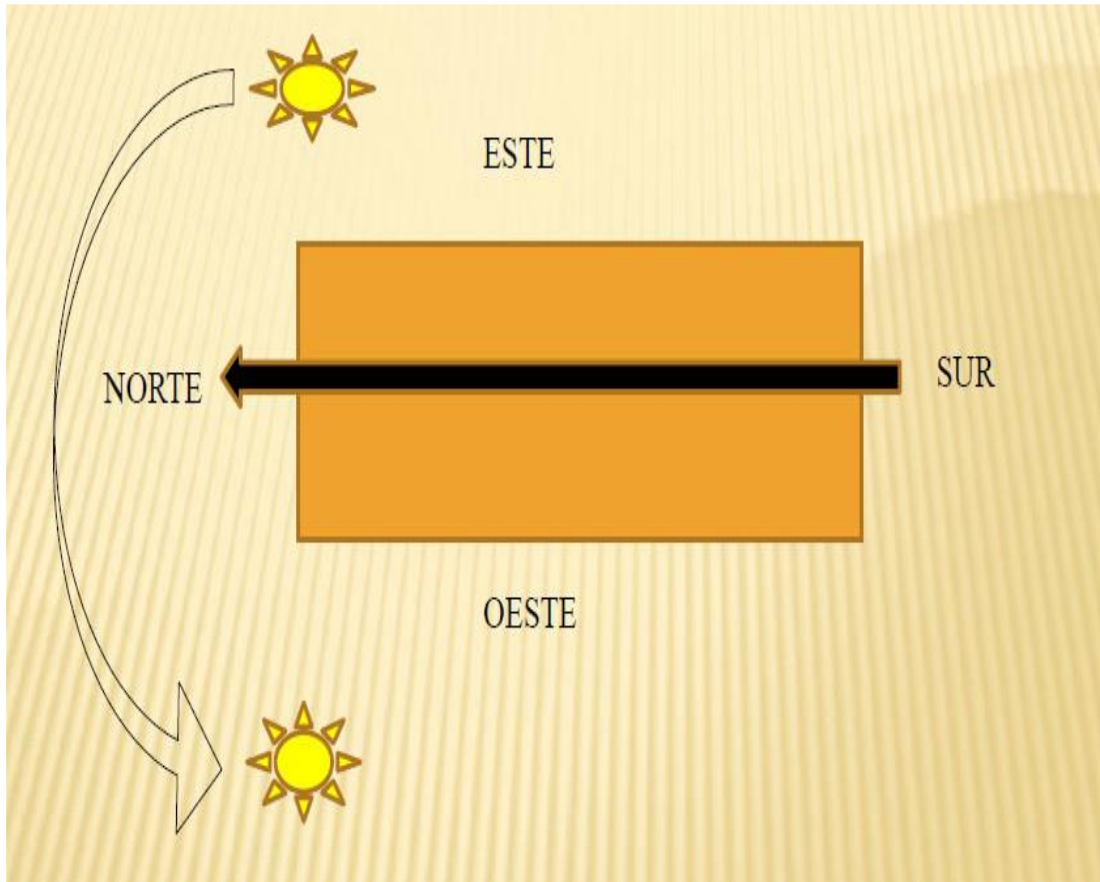


Figura 3: Orientación de la estructura oriente occidente. [18]

VI. Generación de energía por biomasa

VI.1 Definición de biomasa

La directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo define la biomasa como:” Fracción biodegradable

De los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de actividades agrarias (incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal), de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la agricultura, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales” [17].

VI.2 Recurso biomásico

En muchas ocasiones, la biomasa se elimina por la instalación que la produce, porque entorpece las labores agrarias o ganaderas que la generan. Cuando esto ocurre, se desperdicia una fuente de energía importante, se puede considerar que, aproximadamente, un kilogramo de biomasa permite obtener 3.500 [kcal] y en un litro de gasolina tiene aproximadamente 10.000 [kcal], por cada tres kilogramos que desperdiciamos de biomasa, se desaprovecha el equivalente a un litro de gasolina [21].

VI.3 Fuentes de biomasa

Las fuentes de biomasa que pueden ser utilizadas para la producción de energía son muy variadas y comprenden un amplio rango de materiales, desde los desechos de las ciudades hasta los desechos de procesos industriales, forestales y agrícolas.

Los residuos agrícolas como la leña y el carbón, han sido usados en procesos artesanales como por ejemplo la cocción de alimentos y en pequeñas actividades productivas como la panadería y el secado de granos.

Las granjas producen un gran volumen de estiércol de animales, los cuales son esparcidos por los campos con el inconveniente de la sobre fertilización y contaminación de cuencas hidrográficas.

Existen también cultivos agrícolas que pueden ser utilizados en la producción de energía como lo son: maíz, sorgo, caña de azúcar, trigo y otras plantas como la palma [21].

VI.4 Digestión anaerobia

La digestión anaerobia es el proceso biológico por el cual algunos grupos de bacterias, entrelazados en ausencia de oxígeno, realizan su metabolismo degradando la materia orgánica de la que disponen como nutriente, produciendo una combinación de metano, dióxido de carbono y trazas de otros compuestos, que recibe el nombre de biogás [17].

VI.5 Biogás

El biogás es una mezcla gaseosa, formada principalmente por metano y dióxido de carbono, conteniendo también trazas de otros gases, amoníaco y ácido sulfhídrico. Las proporciones en las cuales se hallan en el biogás, están dadas en la siguiente tabla [17].

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

Componente	Fórm.	Unidad	Tipo de biogás		
			Aguas residuales	Residuos agrícolas	vertederos
Metano	CH ₄	% en vol.	65-75	45-75	45-55
Dióxido de carbono	CO ₂	% en vol.	20-35	25-55	25-30
Monóxido de carbono	CO	% en vol.	<0,2	<0,2	<0,2
Nitrógeno	N ₂	% en vol.	3,4	0,01-5	10-25
Oxígeno	O ₂	% en vol.	0,5	0,01-2	1-5
Hidrógeno	H ₂	% en vol.	trazas	0,5	0,00
Ácido sulfhídrico	H ₂ S	mg/Nm ³	<8000	10-30	<8000
Azufre mercaptano	S	mg/Nm ³	0,00	<0,1-30	n.a.
Azufre total	S	mg/Nm ³	n.a.	n.a.	n.a.
Amoniaco	NH ₃	mg/Nm ³	trazas	0.001-2,5	trazas
Siloxanos		mg/Nm ³	<0,1-5	trazas	<0,1-5
CFC		mg/Nm ³	0	20-1000	n.a.
Benceno, tolueno, xileno		mg/Nm ³	<0,1-5	0,00	<0,1-5

Tabla 2 Componentes de biogás [23]

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

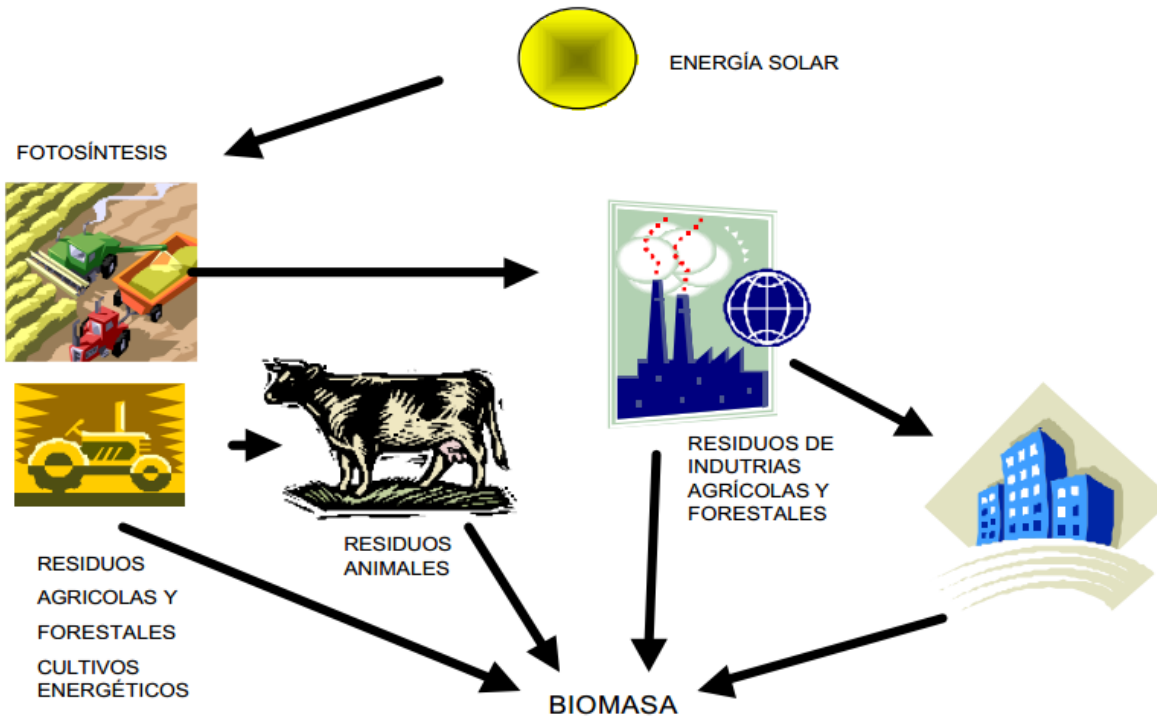


Figura 4: Esquemático de producción de biomasa a partir de la temperatura [21]

VI.6 Algunas características de la biomasa

- Los recursos biomásicos se presentan en diferentes estados físicos que determinan la factibilidad técnica y económica de los procesos de conversión de energía que se utilizan en cada caso en particular. Por ejemplo: los desechos animales indican el uso de procesos anaeróbicos o bioquímicos.
- Las características físico-químicas de la biomasa determinan el tipo de combustible que se puede generar.
- El poder calórico por unidad de masa es el parámetro que determina la energía disponible en la biomasa y está relacionado directamente con su contenido de humedad, por lo que un elevado porcentaje de humedad reduce la eficiencia de la combustión es aconsejable que el grado de humedad sea inferior al 15% (biomasa seca) si se utiliza biomasa seca pueden lograrse rendimientos del 80% [21].

VI.7 Biodigestores

Los biodigestores conocidos también como plantas (productoras o de producción) de biogás, son recintos o tanques cerrados donde la materia orgánica y el agua residual permanecen un periodo de tiempo para lograr su descomposición produciendo biogás y bioabono.

La técnica anaeróbica utilizada en el procesamiento de los desechos agrícolas, industriales y urbanos orgánicos, es una forma muy económica y efectiva, para el tratamiento de estos desechos y a su vez utilizarlos como energías alternativas. Para diseñar, construir y operar plantas de biogás (llamadas biodigestores) es necesario conocer los procesos fundamentales involucrados en la fermentación del metano [21].

Este proceso anaeróbico involucra la actividad de cuatro diferentes comunidades bacterianas. Así, el biogás se obtiene al descomponerse la materia orgánica debido a la acción de cuatro tipos de bacterias, en ausencia de oxígeno, llamada fermentación anaeróbica.

Los tipos de bacterias presentes en el proceso son las siguientes:

- a) Las hidrolíticas, que producen ácido acético, de compuestos monocarbonados, ácidos grasos orgánicos y otros compuestos policarbonados.
- b) Las acetogénicas, productoras de hidrógeno.
- c) Las homoacetogénicas, que pueden convertir una cantidad considerable de compuestos multicarbonados o monocarbonados en ácido acético.
- d) Las metanogénicas, productoras del gas metano, principal componente del biogás, con una proporción de 40 a 70 % de metano (CH_4), de 30 a 60 % de dióxido de carbono (CO_2). [21]

El sustrato o afluente es el material de partida en la producción de biogás. En principio, todos los materiales orgánicos pueden fermentar o ser digeridos. Sin embargo, sólo algunos pueden ser utilizados como sustratos en plantas de producción sencillas. Excremento y orina de vacas, cerdos y posiblemente aves de corral son algunos ejemplos. A veces, también pueden usarse los desperdicios de las plantas de producción de alimentos.

Cuando se llena una planta de biogás, el excremento sólido debe diluirse con aproximadamente la misma cantidad de líquido, en lo posible orina. La máxima producción de gas que se puede conseguir a partir de una cantidad dada de materia prima depende del sustrato que se utilice [21].

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

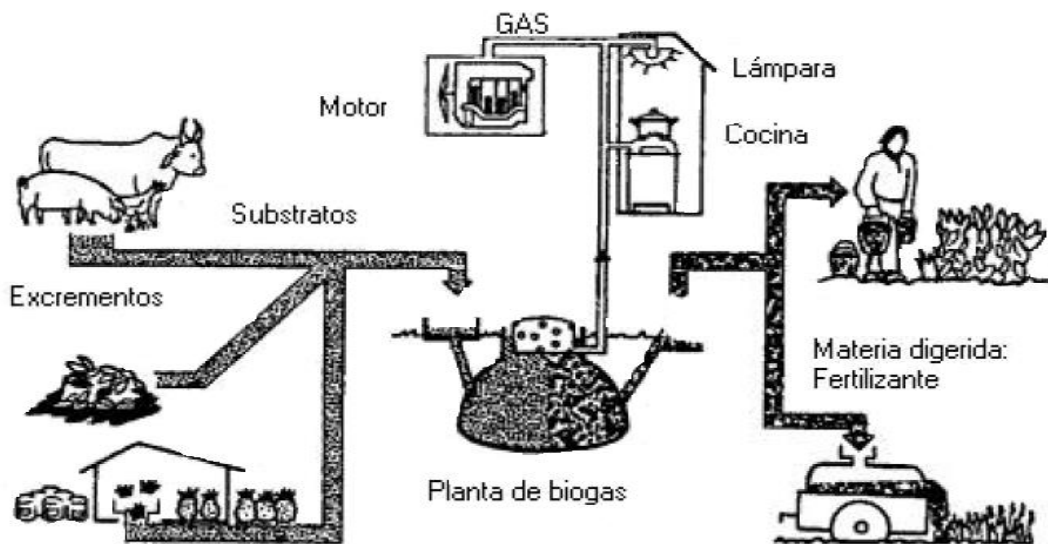


Figura 5: Sistema típico de biogás

Los materiales que ingresan y abandonan el biodigestor se denominan afluente y efluente respectivamente. El proceso de digestión que ocurre en el interior del biodigestor libera la energía química contenida en la materia orgánica, la cual se convierte en biogás. La materia que abandona el biodigestor llamada efluente constituye un gran abono orgánico.

En la figura 5 se puede apreciar un sistema típico de biogás donde se tiene los diferentes desechos orgánicos producidos en la industria y la agricultura, los cuales ingresan al biodigestor donde se fermentan para producir biogás para ser utilizado en la cocción, iluminación, generación, etc. y el efluente utilizado como abono. [21]

VI.8 Tipos de biodigestores.

Existen diversos tipos o modelos de biodigestores los cuales varían en forma y tamaño de acuerdo a su aplicación o caso específico.

En general los biodigestores son recipientes cerrados donde en ausencia total de oxígeno, los microorganismos que son estrictamente anaeróbicos, descomponen la materia orgánica, produciendo metano más otros gases. Por lo tanto, se requiere que el biodigestor esté completamente sellado para facilitar el crecimiento de bacterias anaeróbicas, además para evitar pérdida del gas producido. [21]

Los biodigestores constan de dos partes fundamentales:

- La cámara de fermentación donde la biomasa sufre la descomposición por parte de las bacterias anaeróbicas produciendo un gas combustible, llamado biogás, compuesto en su mayoría por metano.
- La segunda es la cámara donde se almacena el gas.

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

Aparte de estas se tiene otras partes que varían según el tipo de biodigestor, estas son:

- La pila de carga, es por donde ingresa el afluente al biodigestor, este afluente se debe de preparar con una relación determinada de agua o líquidos orgánicos dependiendo el tipo de biomasa que se utiliza.
- La pila de descarga, es por donde se obtiene el efluente que es un excelente abono orgánico, para ser esparcido en los terrenos de cultivo.
- El agitador el cual se utiliza para remover las natas que se forman en la superficie del digestor.
- La tubería del gas, es por donde sale el gas del biodigestor para luego ser quemado. [21]

VI.9 Entre los tipos de biodigestores están:

VI.9.1 Biodigestor tipo cobertor de laguna:

Este consiste en cubrir parte de un pantano o laguna, para aprovechar la biomasa presente en los sedimentos del pantano. La figura 6, muestra la técnica utilizada para el aprovechamiento de la biomasa de la laguna utilizando un biodigestor anaeróbico [21]

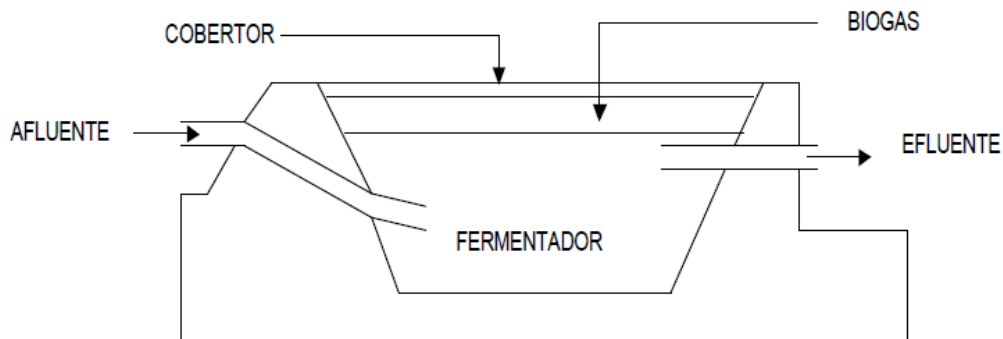


Figura 6: Biodigestor Tipo Cobertor de Laguna [21]

VI.9.2 Biodigestor Convencional:

El dispositivo más simple de este tipo está formado por un recipiente cerrado, de base cónica saliente, dotado con un conducto lateral para la entrada de los residuos, otro superior de escape del gas y un tercero inferior para evacuar los demás productos de la digestión, en la figura 7 se muestra el esquema de un biodigestor convencional. [21]

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

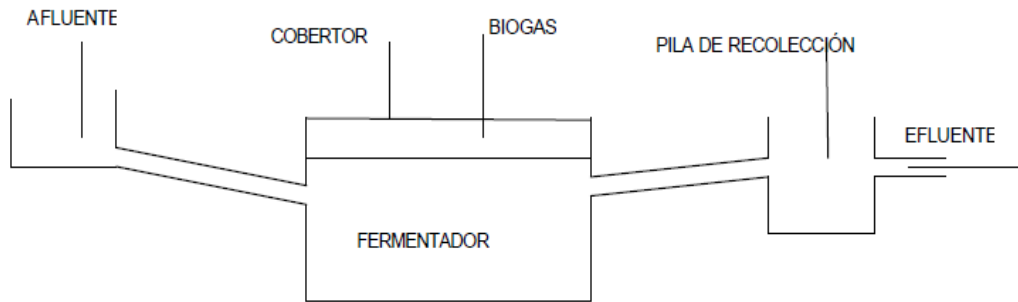


Figura 7: Biodigestor Convencional [21]

VI.9.3 Biodigestor con agitador:

Estos biodigestores son más perfeccionados, disponen de un agitador y de un calefactor que regulan la homogeneidad y la temperatura del proceso. En la figura 8 se muestra un biodigestor con agitador. [21]

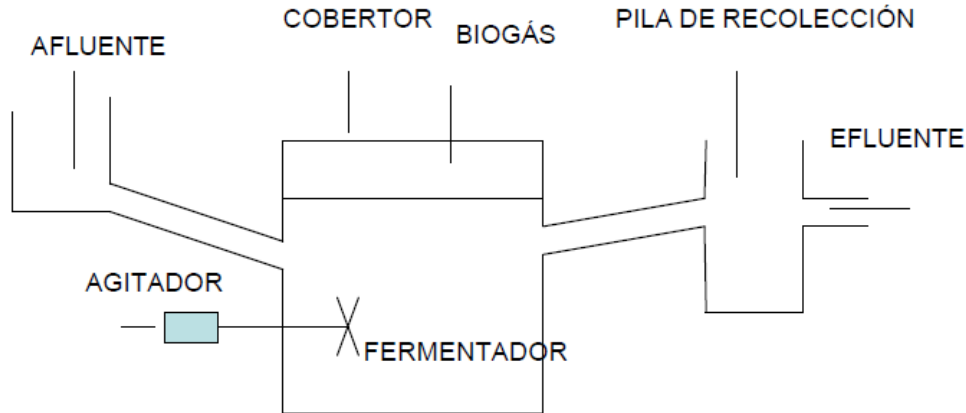


Figura 8: Biodigestor con agitador [21]

VI.9.4 Biodigestor de filtro anaeróbico:

En la figura 9 se puede observar un biodigestor con filtro anaeróbico estos cuentan además de agitador y calefactor de otros sistemas para enriquecer la flora bacteriana. [21]

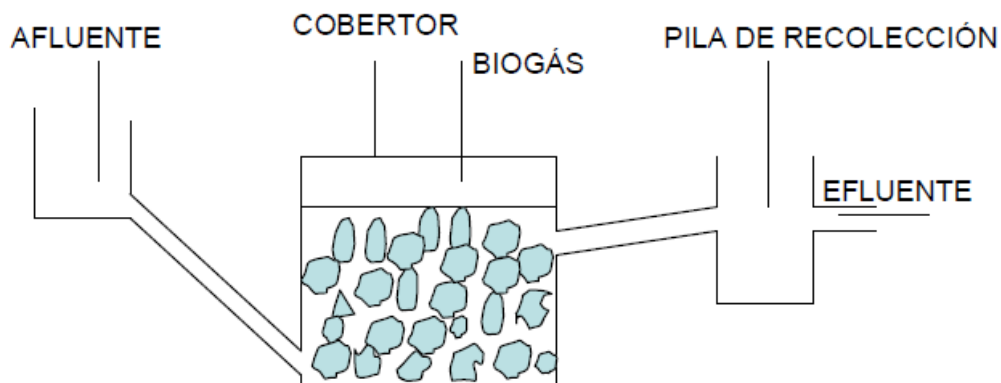


Figura 9: Biodigestor de filtro anaeróbico [21]

VI.9.5 Biodigestor de contacto anaeróbico:

Este tipo de biodigestor cuenta con una pila de sedimentación de efluente para la eliminación de sólidos suspendidos, incluyendo microorganismos, los cuales son separados y devueltos al biodigestor, este tipo de biodigestor se muestra en la figura 10. [21]

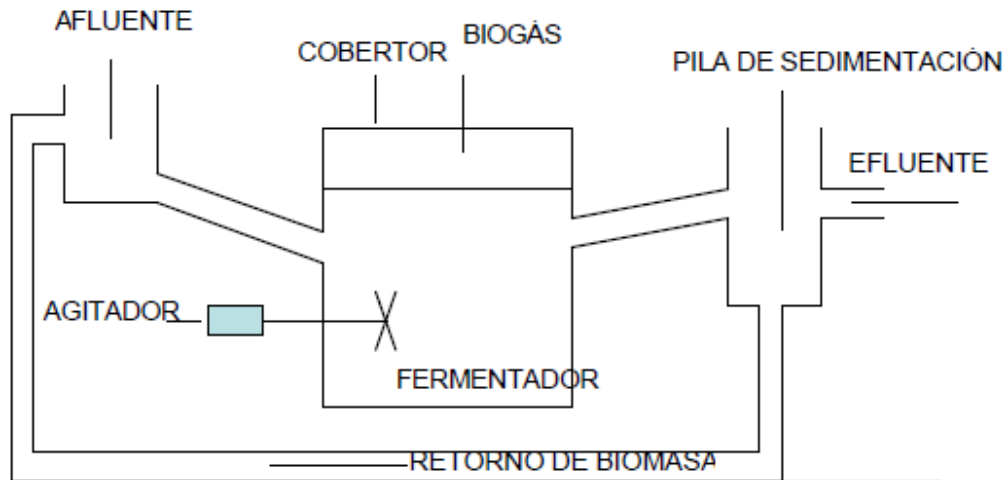


Figura 10: Biodigestor de Contacto Anaeróbico con agitador [21]

VI.9.6 Los de relleno sanitario:

Este tipo corresponde a los rellenos sanitarios donde por el proceso de tratado de la basura queda como dentro de una gran bolsa, como se muestra en la figura 11, donde se introduce tubería para la extracción del biogás. [21]

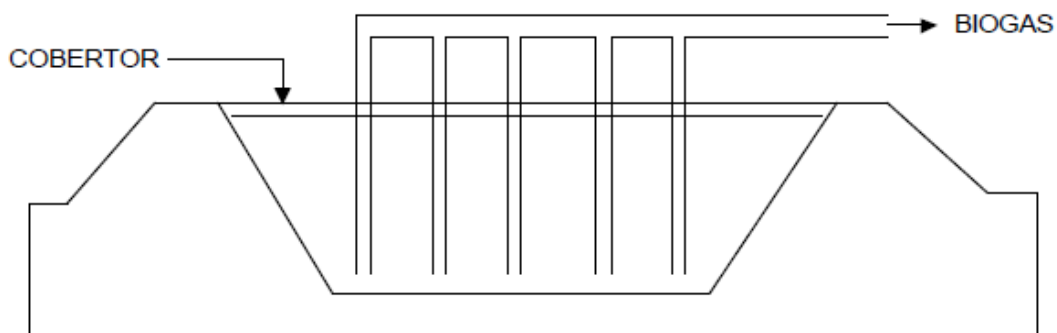


Figura 11: Relleno Sanitario. [21]

VI.9.7 La planta balón o biodigestor tubular:

La planta de balón se compone de un tubular en material plástico (polietileno, PVC, plastilona, entre otros, y una combinación de éstos) completamente sellado, la entrada y la salida están sujetas directamente a las paredes de la planta la figura 12 muestra un esquema de esta tipología. La parte inferior de la planta, en un 75% del volumen constituye la masa de fermentación, y en la parte superior, el 25% restante, se almacena el biogás. Este tipo de

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

planta se recomienda para aquellos sitios donde predominan las temperaturas altas y constantes. [21]



Figura 12: Planta balón o biodigestor tubular [21]

De estos tipos de biodigestores se decidió utilizar para la granja en la que se está trabajando el biodigestor convencional puesto que es el que mejor se amolda a la necesidad de no solo generar biogás, sino que también después de este proceso se puede utilizar la materia restante como abono ya que este biodigestor nos permite recoger esta materia en la parte de la pila de recolección. [21]

VI.10 Temperatura y tiempo de retención

el rango de temperatura y el periodo de retención dentro del biodigestor, clasifican la fermentación de la siguiente manera. [25]

o Fermentación psicofílica, para un rango de temperatura entre 10 y 20°C y más de 100 días de retención.

o Fermentación mesofílica, para un rango de temperatura entre 20 y 35°C y aproximadamente 30 a 40 días de retención.

o Fermentación termofílica, para un rango de temperatura entre 50 y 60°C y más de 8 días de retención. Este tipo de fermentación no es apropiada para plantas sencillas. [25]

VI.11 Relación C/N

Los materiales de fermentación están compuestos en su mayor parte por carbono (C) y también contienen nitrógeno (N), entonces se establece la relación entre ellos (C/N), la cual influye sobre la producción de gas. Una relación de 20:1 hasta 30:1 es aceptable, aunque el valor ideal es de 16; mezclas de materiales de fermentación con alto contenido de nitrógeno (como, por ejemplo, el estiércol de gallina) con material de fermentación con alto contenido de carbono (como el tamo de arroz) generan una elevada producción de gas. La tabla 3, muestra las relaciones C/N para varios productos residuales Generadores de energía a partir de biogás. [25]

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

Sustancia	Relación C/N
Orina	0.80
Estiércol equino	25
Estiércol vacuno	18
Alfalfa	16-20
Algas marinas	19
Aserrín	511
Basura	25
Cáscaras de papa	25
Paja seca de trigo	87
Paja seca de arroz	67
Tallo del maíz	53
Hojas secas	41
Estiércol de aves	32
Pasto	27
Estiércol ovino	29
Estiércol de cerdos	13
Excretas frescas humanas	2.90

Tabla 3 Relaciones C/N de varios productos residuales [25]

Para conseguir un buen rendimiento de gas en forma constante durante la fermentación, se deben combinar proporciones adecuadas de materiales con bajo y alto rendimientos y diferentes velocidades de generación; la relación C/N de la combinación puede ser calculada como:

$$K = \frac{\sum C_i X_i}{\sum N_i X_i} \quad (1)$$

Donde, K es la relación C/N de la combinación de materias escogidas para la carga, N es el porcentaje de nitrógeno de la materia i, C es el porcentaje de Carbono de la materia i, y X es el peso de la materia i. [25]

VI.12 Niveles de amoníaco

Este parámetro es importante cuando se utilizan determinados materiales que contienen un alto porcentaje, como es el caso de los estiércoles de aves. Se recomienda que los niveles dentro de los digestores se mantengan por debajo de los 2000 mg/l, para lo cual se aumentan las diluciones de entrada del material. [25]

VI.13 **pH**

Está en función de la concentración de CO₂ en el gas, de la concentración de ácidos volátiles y de la propia alcalinidad de la materia prima. Las bacterias responsables del mecanismo de producción de biogás son altamente sensibles a cambios en el pH, oscilando entre 6 y 8 (es deseable un valor entre 7 y 7.2). El pH del lodo de fermentación indica si el proceso de fermentación transcurre sin problemas, y su medición indica el comportamiento de la carga de fermentación dentro del digestor, para la producción de biogás, como es mostrado en la tabla 4. [25]

pH	Comportamiento
7 – 7.2	Óptimo
6.2	Retarda la acidificación
7.6	Retarda la amonización

Tabla 4 Comportamiento de la carga de fermentación dentro del biodigestor, de acuerdo con el valor. [25]

VI.14 **Contenido de agua de la mezcla**

Las bacterias y otros microorganismos no pueden funcionar efectivamente cuando el contenido de agua de la mezcla es demasiado bajo, y la cantidad de biogás producido será pequeña. Cuando la mezcla es demasiado diluida, se puede digerir relativamente poca materia orgánica y la producción del biogás es limitada. El uso primordialmente de excreta humana y orines, estiércol, y desechos de agricultura, como alimento para el digestor, deberá conllevar a una razón de biomasa a agua entre 1:1 y 1:2; y por cada 100 Kg de heces y orina, se requerirán entre 100 y 200 litros de agua. Cuando el material de alimento consta principalmente de residuos vegetales, se requiere más agua, en una razón de 1:3 o 1:4. La actividad de mezclar, debe realizarse en forma adecuada y uniforme en el tanque del digestor para promover una digestión efectiva, especialmente si se utiliza biomasa cruda con alto contenido leñoso. [25]

VI.15 **Materiales orgánicos**

Las actividades pecuarias y agrícolas, producen materiales orgánicos que pueden ser tratados mediante el proceso anaeróbico, como se muestra en la tabla 5. Otros materiales orgánicos de origen animal también pueden emplearse como sustrato para la obtención de biogás y bioabono, cuyas características se muestran en la tabla 6. Los residuos vegetales, Tabla 7, como paja, pasto y desechos de verdura, pueden fermentarse anaeróticamente debiendo previamente triturarse para evitar la formación de capa flotante y dar un tratamiento especial en plantas donde se hace una sola carga hasta que el material se descompone. [25]

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

Datos básicos	Ganado	
	Porcino	Vacuno
Cantidad de estiércol fresco/24 horas en porcentaje de peso vivo (PV)	3%	6%
Porcentaje de sólidos volátiles (SV) en estiércol fresco	20%	16%
Cantidad de estiércol por 500 Kg de PV	15 Kg	30 Kg
Cantidad de sólidos volátiles por 500 Kg de PV	3 Kg	4.8 Kg
Producción de Biogás por 100 Kg de PV	0.25 m3	0.21 m3
Producción de Biogás por Kg de SV	0.42 m3	0.22 m3

Tabla 5 Características de los estiércoles. [25]

Origen	Cantidad diaria		% material de fermentación		Litros de biogás por un kg de sólidos orgánicos
	Estiércol en % del peso vivo	Orina en % del peso vivo	% Sólidos totales	% Sólidos orgánicos	
Caprinos y ovinos	3	1.5	30	20	200
Equinos	5	4.0	25	15	250
Avícola	4.5	4.5	20	17	400

Tabla 6 Características de otros materiales orgánicos de origen animal, utilizados para carga en biodigestores. [25]

Material fresco	% sólidos totales	% sólidos orgánicos	Litros de biogás por un kg de sólidos orgánicos
Paja de arroz	89	93	220
Paja de trigo	82	94	250
Paja de maíz	80	91	410
Hierba fresca	24	89	410
Jacinto de agua	7	75	325
Bagazo	65	78	160
Desecho de verdura	12	86	350

Tabla 7 Residuos vegetales y posible producción de biogás.

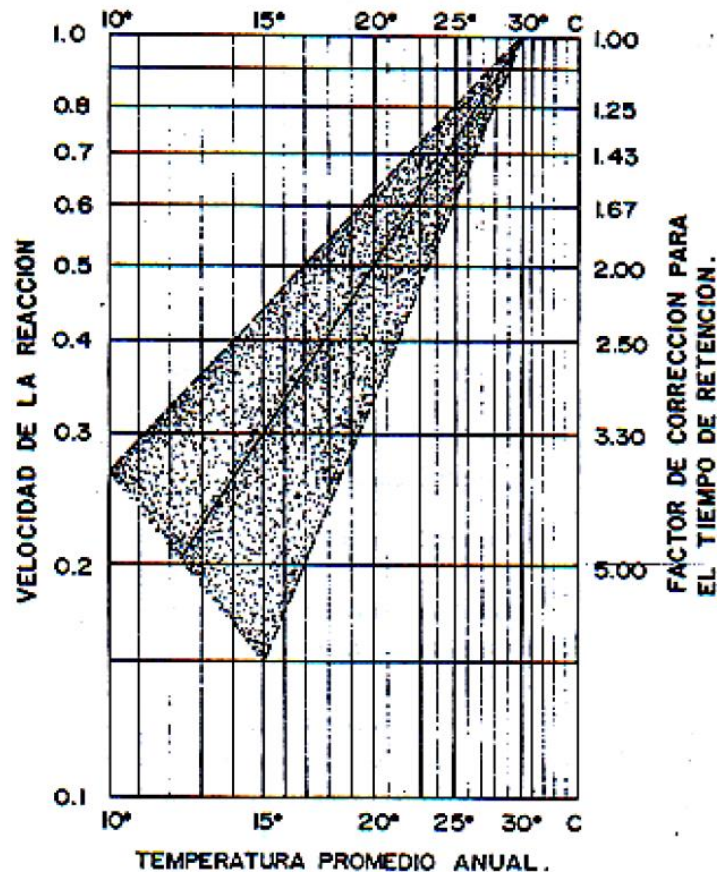


Figura 13: Influencia de la temperatura sobre el tiempo de retención. [25]

VI.16 Metodología para el diseño del biodigestor

procedimiento metodológico empleado para realizar el diseño de un biodigestor, selección del sitio de construcción, cantidad de gas a producir, y determinación de las dimensiones de la planta. [25]

- Consecución del alojamiento pecuario, la porqueriza, con base en la cual se diseñará el biodigestor. Las siguientes especificaciones deben determinarse. [25]
 - o Área interna.
 - o Número de cerdos
 - o Ubicación.
 - o Condiciones climáticas, entre ellas la temperatura promedio.

Para la realización se seleccionó hipotéticamente el alojamiento pecuario disponible en la finca el paraíso, centro porcicultor el picure, del municipio de Fortul departamento de Arauca. Sus características de acuerdo con las especificaciones mencionadas anteriormente, son: [25]

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

- **Área Interna:** 340.75 m²
- **Número de cerdos:** 200 cerdos, clasificados como cebo.
- **Ubicación:** finca el paraíso, centro porcicultor el picure, del municipio de Fortul departamento de Arauca.
- **Temperatura promedio:** 26 °C. [25]

Para calcular la producción de biogás es necesario conocer el porcentaje de sólidos totales (%ST) y el porcentaje de sólidos volátiles del desecho (%SV); donde, los sólidos totales se definen como el peso seco de la materia prima, porción que permanece cuando el material es secado a una temperatura de 105 °C, mientras que los sólidos volátiles se definen como la porción de los sólidos totales que son volatilizados a 550 °C. [25]

Estas definiciones sugieren entonces el cálculo del volumen a partir de la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Volumen de gas } m^3 \text{ CH}_4}{\text{Kg de desecho}} = \frac{\%ST}{100} \times \frac{\%SV}{100} \times \frac{m^3 \text{ biogás}}{\text{Kg}} \times \%CH_4 \quad (2)$$

Siendo necesario conocer el porcentaje de sólidos totales y volátiles, así como el volumen de gas en m³ por Kg, en cada tipo de desecho, y el porcentaje de metano (%CH₄) en el biogás. Algunas fuentes bibliográficas pueden suministrar estos valores, que a continuación son mostrados en las tablas 8 y 9. [25]

Material (residuos secos)	% Humedad (H)	% Sólidos totales (%ST)	% Nitrógeno (N)	% Carbono (C)	% Sólidos volátiles (%SV)	C/N
Gallinaza	65.0	35.0	6.3	94.5	65.0	15.0
Bovinaza	86.0	14.0	1.7	30.8	80.0	18.0
Porquinaza	87.0	13.0	3.8	76.0	85.0	20.0
Basura de mercado	1.0	99.0	3.0	54.7	77.0	18.0
Papel periódico	7.0	93.0	0.1	5.0	97.1	813.0
Desechos agrícolas	7.2	37.0	1.2	90.0	63.0	75.0
Humanaza	73.0	27.0	6.0	50.0	92.0	8.0
Orina	94.0	6.0	18.0	14.0	75.0	0.8

Tabla 8 Valores del porcentajes de sólidos totales y sólidos volátiles. [25]

Material	Proporción (%)	M ³ de biogás / Kg de materia	CH ₄ (%)
Gallinaza	100	0.3111	59.8
Bovinaza	100	0.0871	65.2
Porquinaza	100	0.3234	65.0
Basura de cocina	100	0.2110	61.9
Residuos de papel	100	0.2178	67.1
Desechos agrícolas	100	0.2999	60.0

Tabla 9 Biogás producido en función de los sólidos volátiles. [25]

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

La mezcla para alimentar un biodigestor debe tener entre el 7 y 9% de sólidos, aunque generalmente se trabaja con el promedio, es decir el 8%; para el cálculo en la obtención de una mezcla con un 8% de sólidos es necesario conocer el volumen, la densidad y el contenido de humedad de la materia prima, de tal forma que el peso de la materia prima a utilizar será.

$$Wr = Vr \times Dr \quad (3)$$

Donde, Wr es el peso de la materia prima, Vr es el volumen de la materia prima, y Dr es la densidad de la materia prima estimada, pesando un volumen conocido de la materia prima y dividiéndola por el peso de este volumen. Entonces, el volumen de la mezcla con el 8% de sólidos $V_{8\%}$, puede ser calculado como:

$$V_{8\%} = 0.192Wr (1 - H) \quad (4)$$

Donde, H es el contenido de humedad (en fracción).

- El diseño propio del Biodigestor, requiere de los siguientes pasos.
 - o Posible carga orgánica (biomasa).
 - o Cantidad de mezcla de agua (Ma).
 - o Determinación del tiempo de retención (Tr).
 - o Determinación de las dimensiones del biodigestor.
 - o Dimensionamiento del tanque de compensación (Vc) y almacenamiento del gas (Vg).

Se ha sugerido un método teórico para la estimación de la biomasa diaria, con la cual se realizaría el dimensionamiento del biodigestor, que es explicado a continuación.

VI.17 Estimación de la posible carga orgánica o biomasa

Está representada en la producción diaria de estiércol, y es presentada en la tabla 10.

Semoviente	Cantidad Q	Edad	Peso vivo promedio, [Kg] PV	PV total para cada clasificación Q x PV	Estimado (aproximadamente el 2% PV) [Kg/día] MB = 0.02 x Q x PV
Cerdos de ceba	200	90 - 110 días	70	14000	280

Tabla 10 Estimación de la posible carga orgánica o biomasa [MB] (representada en la producción diaria de estiércol)

VI.18 Estimación de la cantidad de mezcla de agua (Ma)

La cantidad de mezcla de agua es calculada a partir del sólido total (st). El total de estiércol es estimado como un 16% del total de estiércol diario, y la mezcla de agua se estima con un 8% del sólido total. El sólido total está definido como la suma del total del estiércol diario y la cantidad de mezcla de agua. Estos cálculos son mostrados a continuación:

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

$$\text{Total estiércol} = 0.16(\text{Total estiércol diario}) \quad (5)$$

$$\text{Total estiércol} = 0.16 \times 280 = 44.8 \text{ [Kg]} \quad (6)$$

$$\frac{\text{total estiercol}}{(\text{total estiercol diario} + Ma)} = \frac{8}{100} \quad (7)$$

$$\frac{44.8}{(280 + Ma)} = 0.08 \quad (8)$$

$$Ma = \frac{44.8}{0.08} - 280 = 280 \text{ Kg/día} \quad (9)$$

VI.19 Estimación de la biomasa diaria

La biomasa diaria es calculada como el total de estiércol diario y mezcla de agua

$$\text{Biomasa diaria} = \text{Total estiércol diario} + \text{Cantidad de mezcla de agua} \quad (10)$$

$$\text{Biomasa diaria} = 280 + 280 = 560 \text{ [Kg / día]} = 0.56 \text{ [m}^3 \text{ / día]}. \quad (11)$$

VI.20 Dimensionamiento inicial del biodigestor, a partir del volumen de diseño para almacenamiento de la biomasa durante el tiempo de retención.

Es necesario definir un tiempo de retención (T_r) para la estimación del volumen de diseño (V_d). El tiempo de retorno es calculado a partir del tiempo de retención ideal afectado por un factor de corrección, acorde a la temperatura promedio del sitio de ubicación del alojamiento pecuario, el cual es proporcionado en la imagen 13, y cuya lectura es mostrada en la imagen 14. Se toma como tiempo ideal de retorno 20 días. Entonces el volumen necesario corresponde al volumen capaz de almacenar la biomasa diaria concentrada durante el tiempo de retención.

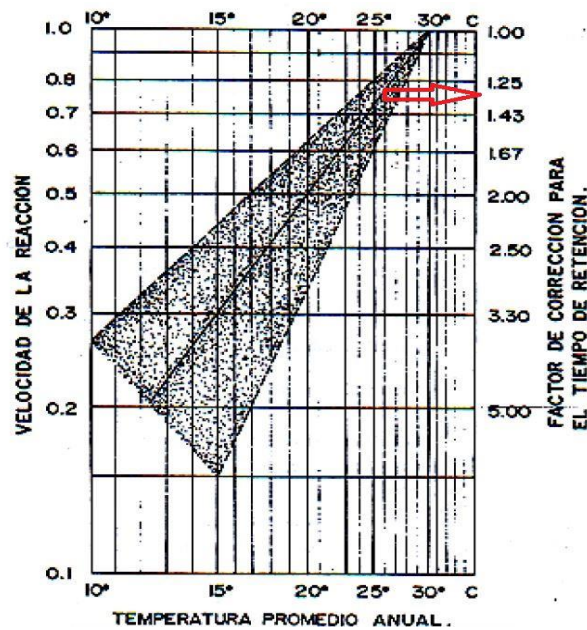


Figura 14: Lectura del factor de corrección para el tiempo de retención.

$$\text{Tiempo de retención ideal} = 20 \text{ días} \quad (12)$$

$$\text{Factor de corrección} = 1.3 \text{ [imagen 14]} \quad (13)$$

$$\text{Tr} = 20 \times \text{Factor de corrección} \quad (14)$$

$$\text{Tr} = 20 \times 1.3 = 26 \text{ días} \quad (15)$$

$$\text{Volumen necesario} = \text{Biomasa diaria} \times \text{Tr} \quad (16)$$

$$\text{Volumen necesario} = 0.56 \times 26 = 14.56 \text{ m}^3 \quad (17)$$

$$\text{Volumen de diseño} = \text{Vd} = 15 \text{ m}^3 \quad (18)$$

VI.21 Unidades generadoras utilizadas en la generación de eléctrica por medio de biogás

Para las aplicaciones de generación eléctrica por medio de biogás, se alimenta el motor de combustión interna con biogás, que está conectado a un generador. Estos motores pueden consumir GLP, gasolina o diésel. [21]

VI.21.1 Motores a gas:

Los motores a gas mecánicamente son idénticos a los motores de combustión a gasolina, la diferencia radica en la admisión del combustible. En los motores a gas, esta admisión se realiza por medio de una válvula que regula la presión con la que se inyecta el gas licuado directamente en el carburador.

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

Las modificaciones que se deben realizar a este motor para utilizarlo en la generación de electricidad a partir del consumo de biogás, es modificar levemente la presión de inyección del gas, para que se ajuste a las condiciones del biogás. El porcentaje de sustitución de biogás por gas GLP es del 100%. Así, se puede realizar una conexión de la tubería de biogás al sistema, de modo que el equipo pueda operar con ambos combustibles.

Por el tipo de sistema de alimentación, estas adaptaciones no permiten una regulación automática de la mezcla y la carga, por lo que el ajuste del motor se debe de realizar de forma manual desde la válvula de control del biogás, colocada en la línea de admisión.

Se recomienda que las cargas aplicadas sean constantes, para evitar los problemas de regulación del motor y por tanto una ineficiente calidad de la energía suministrado por el generador. Para el caso de cargas variables el flujo de gas hacia el motor se debe regular por medio de un sistema de control especialmente diseñado, que garantice el flujo del gas al motor para responder a las diferentes demandas de potencia generados por las cargas aplicadas. [21]

VI.21.2 Motores a gasolina

El motor a gasolina puede ser operado con biogás realizándole una simple adaptación, que consiste en colocar entre el filtro del aire y el carburador una “T” por donde se suministra el gas al sistema.

Se debe de tener ciertas consideraciones para que un motor a gasolina, alimentado con biogás opere satisfactoriamente:

- Evitar el paso de gasolina cuando el motor va a operar o está operando con biogás, esto con el fin de evitar un gasto innecesario de combustible. Para lograrlo se debe de colocar una válvula para controlar el paso de la gasolina al carburador.
- Garantizar un suministro de biogás a presión constante.
- El filtro del aire debe de mantenerse limpio para mantener una constante relación entre la mezcla de biogás y aire que nos garantiza una operación estable del motor
- Colocar una válvula para controlar la admisión del gas al motor. [21]

Al ser alimentado con biogás, directamente al múltiple de admisión el motor no permite una regulación automática de la mezcla y la carga, por lo que el ajuste del motor se debe de realizar de forma manual desde la válvula de control del biogás, colocada en la línea de admisión.

Se recomienda que las cargas aplicadas sean constantes, para evitar los problemas de regulación del motor y por tanto una ineficiente calidad de la energía suministrada por el generador.

Para el caso de cargas variables, el flujo de gas hacia el motor se debe regular con un sistema de control especialmente diseñado, que garantice que el flujo del gas que se inyecte en el motor pueda responder a las diferentes demandas de potencia debido a las variaciones de carga eléctrica, provocada por el constante entrar y salir de cargas. [21]

VI.21.3 Motores a diésel

Los motores a diésel, se pueden operar con una sustitución del diésel por biogás hasta un 70%, y un consumo de diésel del 30% restante por lo que el motor no sufre ninguna alteración al consumir los dos tipos de combustible al mismo tiempo.

Para realizar estas adaptaciones se debe de colocar una “T” entre el filtro y el sistema de admisión del aire, donde se conecta la tubería del biogás. Se debe de instalar una válvula en esta tubería para regular el suministro del biogás y ajustarlo al porcentaje requerido de operación. [21]

VI.21.4 Unidad generadora diesel de 30 kVA.

Esta unidad consiste en un motor diesel acoplado en forma directa a un generador eléctrico, tiene una capacidad de 30kVA, es monofásico y opera con voltaje de salida de 120/240 voltios, cuenta con las siguientes protecciones y accesorios:

- Un interruptor principal de carga.
- Protecciones eléctricas y mecánicas.
- Un panel de control para el monitoreo de sus parámetros eléctricos tanto del generador como del motor
- Un tanque para el almacenamiento del diesel.
- Un sistema de enfriamiento.

Al motor del sistema de generación se le realizan una modificación para que pueda operar tanto con diesel como con biogás, estas modificaciones se realizan cuando se inicie el proyecto piloto. Debido a que la mezcla entre el diesel y el biogás se realiza directamente dentro de la cámara de combustión, esta modificación no interfiere en la regulación de potencia del motor debido a las variaciones de las cargas eléctricas aplicadas.

esta modificación consiste en una “T” que se ubica entre el depurador y el sistema de admisión del aire, en el otro extremo de la “T” se coloca la válvula de regulación de entrada del biogás para ajustar la mezcla de biogás con el diesel. La regulación de esta válvula se realiza en forma manual. Para determinar el máximo suministro de biogás a la cámara de combustión del motor, esta operación se realiza mediante prueba y error, escuchando el motor y observando la vibración del mismo ya que porcentajes superiores al 70% de sustitución del biogás por diesel, hace a que el motor se apague, provocando un cambio en el sonido normal del motor y un aumento en las vibraciones del mismo.

Una vez ajustada esta válvula se debe de colocar una marca para evitar variaciones máximas en la mezcla de biogas con respecto al diesel, que puede ocasionar daños al motor. [21]

VI.22 Generador mpower diésel 19 KVA

Descripción

Modelo KDE19STA3

Frecuencia Nominal (Hz) 60

Potencia Nominal (KVA) 19

Potencia Máxima (KVA) 21

Voltaje Nominal (V) 127/220

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

Corriente Nominal (A) 49.9
Velocidad Nominal (rpm) 1800
Tipo de Panel Panel digital
Voltaje de Salida (V) 127/240
Tomas de Corriente Dos tomas monofásicas
Polo de Conexión Disponible
Nivel de Sonido (Carga cero-Carga completa)[db(A)/7m] 72
Tipo de Estructura Súper silencioso
Capacidad de Tanque de Combustible (L) 38
Tiempo de Funcionamiento Continuo (hr) 7
Dimensiones Totales (LxWxH)(mm) 1540x845x925 / 1540x700x810 (sin llantas)
Peso en Seco (Kg) 442

CARACTERISTICAS DE GENERADOR

Modelo del Generador KFS19
Numero de Polos 2
Modo Bucle Trifásico, 4 hilos, conexión en Y
Modo de Excitación Sin escobillas, Auto excitación y voltaje constante (AVR)
Factor de Potencia ($\cos\phi$) 0.8(lag)
Grado de Aislamiento F

CARACTERISTICAS DE MOTOR

Modelo de Motor KM376AG
Tipo de Motor Tres cilindros, en línea, 4 tiempos, cámara de turbulencia, enfriado por agua
Diámetro x Carrera (mm) 76x77
Desplazamiento Total (L) 1.048
Relación de Compresión 21.5:1
Potencia Nominal (Kw-hp) 17.5-23.46
Capacidad de Liquido de Refrigeración (motor)(L) 6
Tanque del Radiador (L) 5
Sistema de Lubricación Salpicado a presión
Tipo de Aceite de Lubricación SAE10W-30,15W-40(arriba de CD grade)
Capacidad de Lubricante (L) 4.8
Sistema de Arranque 12V Encendido eléctrico
Capacidad de Encendido del Motor (V-Kw) 12V 1.4Kw
Capacidad de Generador de Carga (V-A) 14V 25A
Capacidad de Batería (V-Ah) 12V 65Ah
Tipo de Combustible 0# (verano), -10# (invierno), -35# (helada) Diesel
Consumo de Combustible (g/KW.h) ≤ 320

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ



Figura 15: Motor generador de 19 KVA vista frontal [26]



Figura 16: Motor generador de 19 KVA vista frontal puertas abiertas [26]

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ



Figura 17: Motor generador de 19 KVA vista lateral y frontal [26]

VII. Estructuras de media y baja tensión implementadas.

VII.1 Acometida aérea de baja tensión con cable antifraude desde red abierta

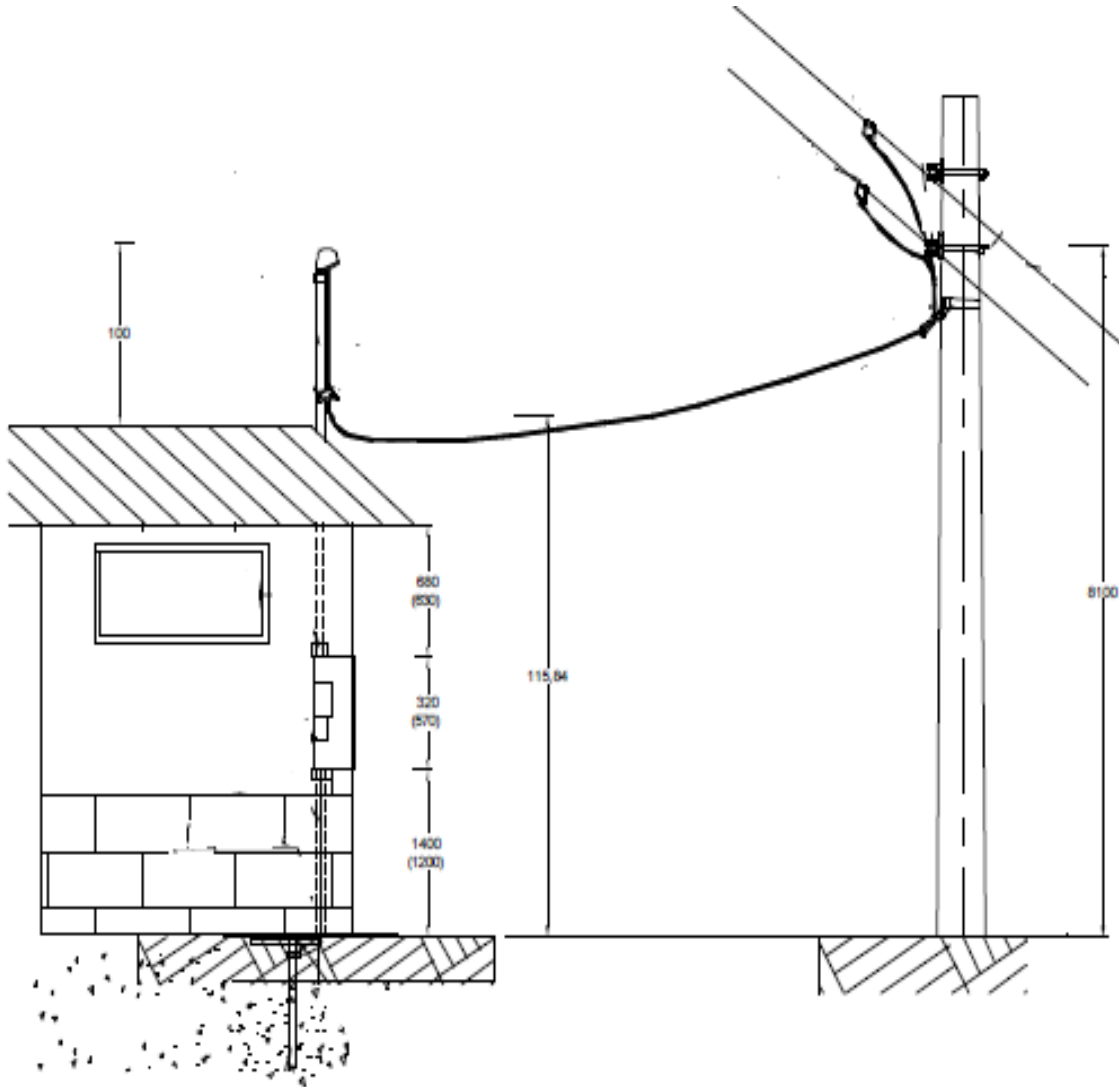


Figura 18: acometida aérea de baja tensión [7]

Descripción

- 1- Altura mínima de la acometida sobre nivel de piso:
 - En puntos de retención o hasta la parte inferior de la curva de goteo: 3000 mm
 - En sitios cultivados de pastos, bosques y huertas, transitadas por vehículos: 5 500 mm.
2. Las alturas indicadas son para instalaciones monofásicas y entre paréntesis las trifásicas.

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

3. La caja de medidor con puerta plana monofásica y trifásica son para empotrar y la caja de medidor con puerta removible monofásica se instalará sobrepuesta en poste o parcialmente empotrada.

4. El calibre de la acometida depende de la carga

5- En los casos que el poste de derivación de acometida no lo tengan, se adicionará un estribo MN 2901 y un conector MT 41057- [7]


		ACOMETIDA AÉREA DE BAJA TENSIÓN CON CABLE ANTIFRAUDE DESDE RED ABIERTA				T 5019		
		FUENTE: IPSE NCT 350				Revisó	Aprobó	Página
Actualizó	Dibujó	Revisión	Fecha	Revisó	Aprobó	Página		
GPI LTDA	Ma. Afanador R	RV 00	09/09/2005	Dirección Topma	Enelar	187 de 210		
T501900	Acometida Aerea						T5019	
COD	DESCRIPCION						CANTIDAD	
MT40806	SOPORTE DE ANCLAJE DE ACOMETIDAS - TENSIÓN DE TRABAJO 220KG						1	
MT40807	ALAMBRE DESNUDO DE COBRE, CALIBRE 8 AWG						2	
MT40808	CINTA DE ACERO INOXIDABLE DE 1/2"						2	
MT40809	HEBILLA DE ACERO INOXIDABLE PARA CINTA DE ACERO INOXIDABLE 12.7 mm (1/2")						2	
MT40810	VARILLA PUESTA A TIERRA CON CONECTOR 5/8"X 1500 mm						1	
MT40811	PERCHA DE HIERRO FORJADAS Y GALVANIZADAS EN CALIENTE. UN PUESTO.						2	
MT40812	ESPÁRRAGO DE HIERRO GALVANIZADO ROSCADO EN TODA SU LONGITUD, 4 TUERCAS. DIAMETRO 5/8" LONGITUD 254mm						2	
MT40813	AISLADOR TIPO CARRETE ANSI 53-3						2	
MT40814	TUBO CONDUIT GALVANIZADO TIPO IMC DIÁMETRO 1"						1,5	
MT40815	CABLE DE COBRE AISLADO (PE) CON NEUTRO CONCÉNTRICO 600V 2X 8AWG ACOMETIDAS						12	
MT40816	CONECTOR TIPO TORNILLO PARA PUESTA A TIERRA						1	
MT40817	SENSOR PARA ACOMETIDAS TIPO CUÑA CALIBRE 4-28 mm						1	
MT40818	TUBERÍA CONDUIT PVC TIPO DB DIÁMETRO 1/2"						1,5	
MT40819	BOQUILLA GALVANIZADA DE 1"						1	
MT40820	CAPACETE GALVANIZADO 1"						2	
MT40821	Conector tipo cuña para acometidas de nivel I 4-8 AWG						2	
MT40822	ESTRIBO PARA NIVEL II						2	

Tabla 11 Acometida aérea de baja tensión con cable antifraude desde red abierta [7]

VII.2 Lar292 línea rural 13,2 – 11,4 – 7,6 – 6,6 kv estructura bifilar en alineamiento

NORMA TÉCNICA

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

Elaborado por:	Revisado por:
DPTO NORMAS	COMITÉ DE NORMAS
Revisión #:	Entrada en vigencia:
LAR 291	02/11/2004

Tabla 12 Norma técnica [8]

LISTA DE MATERIALES				
SIMB.	CANT.	CÓDIGO SAP	ESP. TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
a2	2	6762360	ET-253	Aislador de pin ANSI 55 – 5
c4	1	6762481	ET-401	Cruceta de madera inmunizada de 2,5 m
d5	2	6762474	ET-405	Diagonal metálica en varilla tipo 2
p4	1	6762451	ET-201	Poste de concreto de 12 m 510 Kg (2)
r1	2	6762123	ET-413	Porta aislador pasante para cruceta de madera 11.4 – 13.2 KV
t10	2	6762213	ET-457	Tornillo de acero galvanizado de 5/8"x 5"
t11	1	6762251	ET-457	Tornillo de acero galvanizado de 5/8"x 8"
z19	1	6762174	ET-436	Abrazadera en U tipo 1

Tabla 13 Lista de materiales estructura bifilar en alineamiento [8]

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

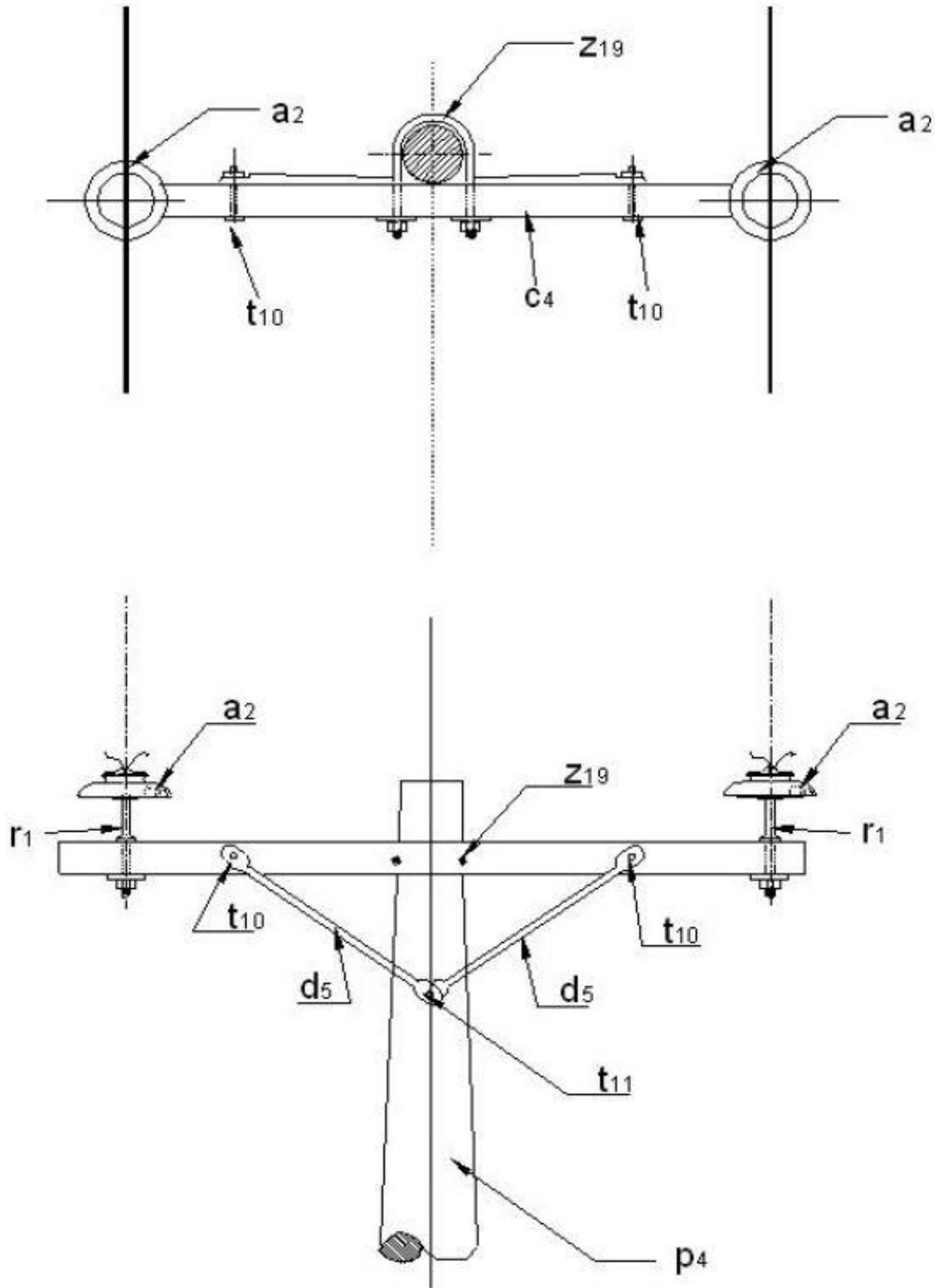


Figura 19: estructura bifilar en alineamiento [8]

VII.3 Lar291 línea rural 13,2 – 11,4 – 7,6 – 6,6 kv estructura bifilar terminal

NORMA TÉCNICA

Elaborado por:	Revisado por:
DPTO NORMAS	COMITÉ DE NORMAS
Revisión #:	Entrada en vigencia:
LAR 291	02/11/2004

Tabla 14 Norma técnica [9]

LISTA DE MATERIALES				
SINM.	CANT	CÓDIGO SAP	ESP. TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
a1	4	6762327	ET-252	Aislador de suspensión ANSI 52-1
c4	2	6762481	ET-401	Cruceta de madera inmunizada de 2,5 m
d5	4	6762474	ET-405	Diagonal metálica en varilla tipo 2
g1	2	6762180	ET-350	Grapa terminal tipo recto para cables entre 3/0 AWG – 266,8 kcmil
j8	1			Templete (1)
n5	2	6762181	ET-461	Perno de ojo tipo 5
p5	1	6762452	ET-201	Poste de concreto de 12 m , 750 kg (2)
t1	2	6762183	ET-455	Espárrago de 5/8" x 18"
t10	4	6762213	ET-457	Tornillo de acero galvanizado de 5/8" x 5"
t11	1	6762251	ET-457	Tornillo de acero galvanizado de 5/8" x 8"

Tabla 15 Lista de materiales estructura bifilar terminal [9]

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

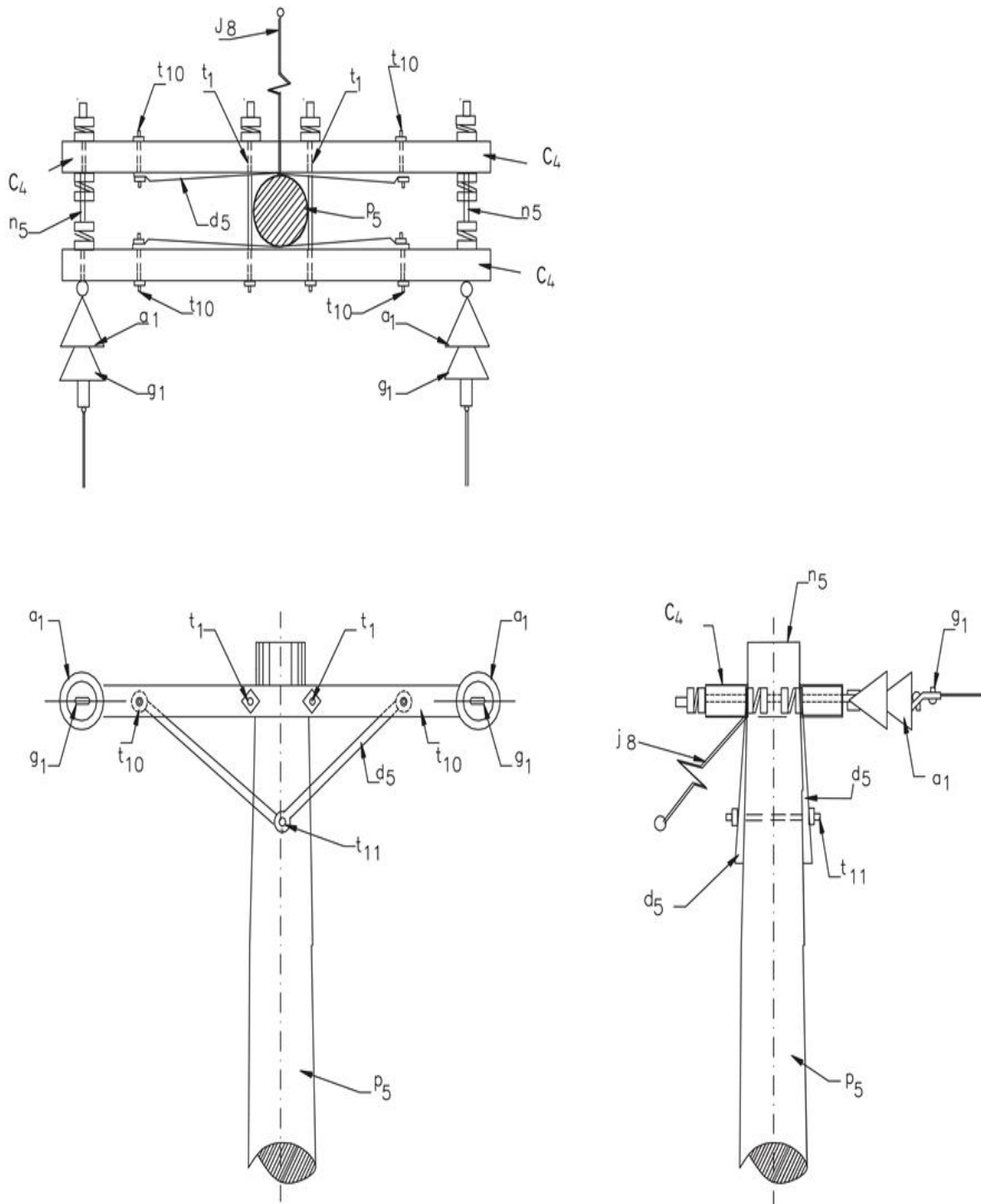


Figura 20: estructura bifilar terminal [9]

VII.4 Lar293 línea rural 13,2 – 11,4 – 7,6 – 6,6 kv. retención doble para circuitos bifilares

NORMA TÉCNICA

Elaborado por:	Revisado por:
DPTO NORMAS	COMITÉ DE NORMAS
Revisión #:	Entrada en vigencia:
LAR 293	02/11/2004

Tabla 16 Norma técnica [10]

LISTA DE MATERIALES				
SINM.	CANT	CÓDIGO SAP	ESP. TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
a1	8	6762327		Aislador de suspensión ANSI 52-1
c4	2	6762481	ET-401	Cruceta de madera de 2,5 m
d5	4	6762474	ET-405	Diagonal metálica en varilla tipo 2
g0	4	6762316	ET-350	Grapa terminal tipo recto para cables entre 6 AWG - 3/0 AWG
m7	2	6762209	ET-454	Tuerca de ojo alargado 5/8"
n5	2	6762181	ET-461	Perno de ojo tipo 5 (5/8" x 545 mm)
p5	1	6762452	ET-201	Poste de concreto de 12 m , 750 kg (1)
s19	4	6762145	ET-303	Conector de compresión en ranuras paralelas (2)
t1	2	6762183	ET-455	Espárrago de 5/8" x 18"
t10	4	6762213	ET-457	Tornillo de acero galvanizado de 5/8" x 5"
t11	1	6762251	ET-457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 8" (3)

Tabla 17 Lista de materiales estructura de retención doble para circuitos bifilares [10]

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

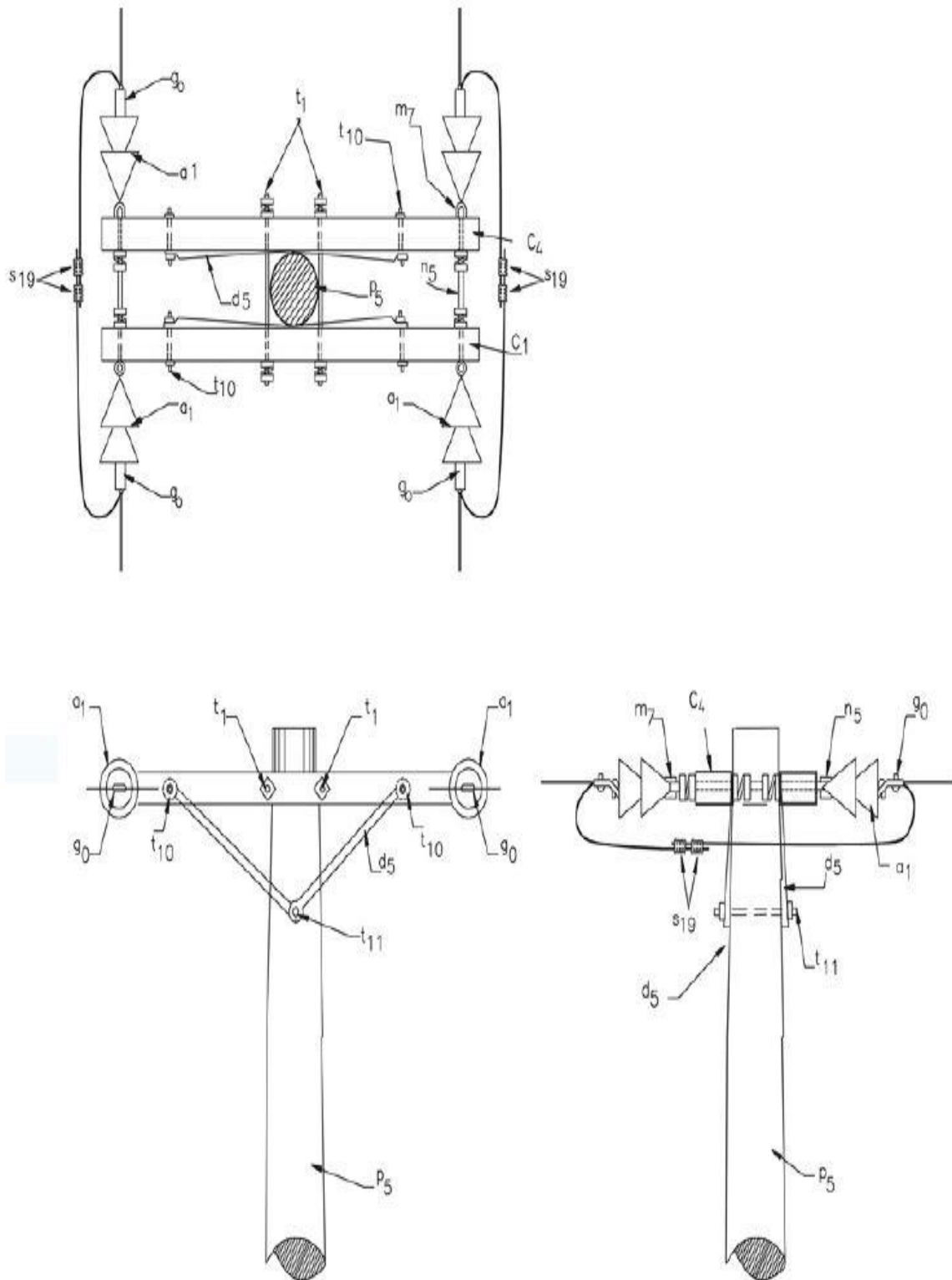


Figura 21: Retención doble para circuitos bifilares [10]

VII.5 Retenida terminal o en ángulo poste a varilla de anclaje

	RETENIDA TERMINAL O EN ÁNGULO POSTE A VARILLA DE ANCLAJE				A 5069		
	FUENTE: IPSE NC 752						
	Actualizó	Dibujó	Revisión	Fecha	Revisó	Aprobó	Página
	GPI LTDA	Ma. Afanador R	RV 00	9/09/2005	Dirección Topma	Enelar	137 de 210
A506900	Suministro, transporte e instalación de retenida terminal o en ángulo poste a varilla de anclaje					A5069	
COD	DESCRIPCION					CANTIDAD	
MN2601	VARILLA DE ANCLAJE. DIÁMETRO 16 mm (5/8") LONGITUD DE 1.8 m.					1	
MN1201	COLLARIN SIN SALIDA, EN PLATINA DE HIERRO GALVANIZADO. DIAMETRO DEL POSTE 12 -					1	
MN1101	GUARDA CABO DE ACERO GALVANIZADO PARA CABLE DE ACERO 3/8" VARILLA DE ANCLAJE CON OJO DE 1/2" A 5/8"					1	
MN0771	GRAPA PRENSADORA EN ACERO GALVANIZADO DIÁMETRO CABLE 1/4"-3/8" PARA TEMPLETES					3	
MN0631	AISLADOR TIPO TENSOR ANSI 54-2 RESISTENCIA MECÁNICA 10000 lb					1	

Tabla 18 Poste a varilla de anclaje [7]

LISTA DE MATERIALES

SÍMB.	CANT.	CÓDIGO SAP	ESP. TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
a ₄	1	6762217	ET-255	Aislador tipo tensor ANSI 54-4 ⁽¹⁾
f ₁	1	6762182	<u>ET464</u>	Varilla de anclaje
g ₁₁	4		<u>ET467</u>	Grapa prensadora de tres tornillos
g ₈	1	6762241	<u>ET466</u>	Guardacabo tipo 2
j ₆	20	6762124	<u>ET123</u>	Metros de cable de acero galvanizado de 3/8"
v ₁	1	6764024 6762461	ET-486	Vigueta de anclaje para templete
z ₂	1	6762501	<u>ET433</u>	Abrazadera sin salida tipo 2

Tabla 19 Lista de materiales, poste a varilla de anclaje [7]

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

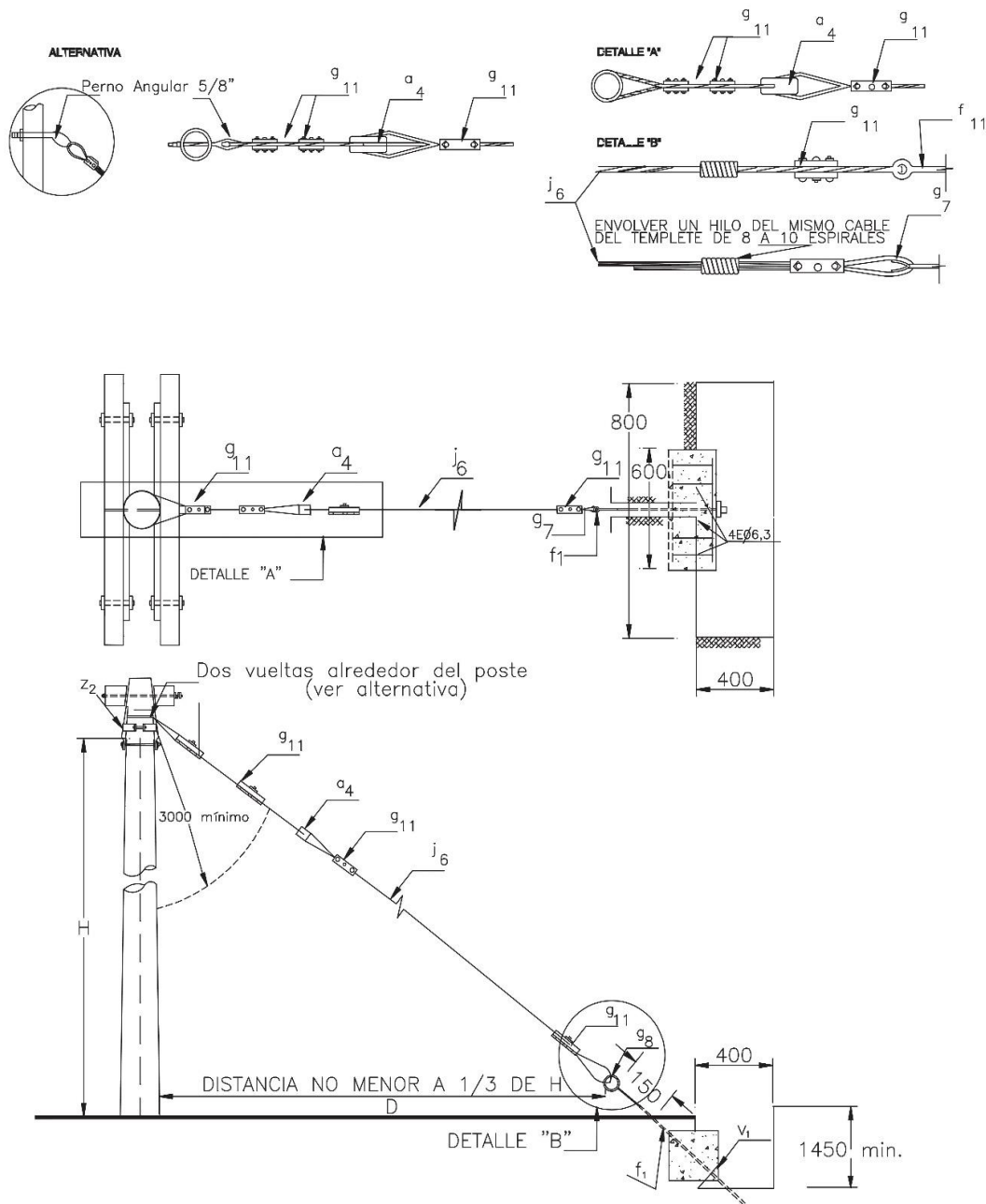


Figura 22: poste a varilla de anclaje [7]

Nota: Dimensiones en milímetros.

El aislador se debe seleccionar de acuerdo al nivel de tensión del circuito así:

	ANSI
Hasta 600 V	54-1
De 13.2 Kv	54-2
Hasta 34.5 KV	54-4

Tabla 20 Norma ANSI [7]

VII.6 Ctr505-1 centro de distribución rural. montaje de transformador bifilar y final de circuito bifilar de M.T. con acometida en B.T.

NORMA TÉCNICA

Elaborado por:	Revisado por:
DPTO NORMAS	DPTO D, N R
Revisión #:	Entrada en vigencia:
CTR 505-1	22/09/2009

Tabla 21 Norma técnica [11]

SÍMB.	CANT.	CÓDIGO SAP	ESP. TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
a1	4	6762327	E-MT-011	Aislador de suspensión ANSI 52-1
c4	3	6762481	ET-401	Cruceta de madera de 2,5 m
CM3	1	6762422	ET-900	Caja de medidor trifásico con puerta plana
d1	6	6762466	ET-405	Diagonal metálica en varilla tipo 1
EB0	1,5		ET-610	Metros de tubería PVC tipo liviano de ½"
f2	1	6762280	ET-490	Varilla de puesta a tierra 5/8" x 2,44 m
f3	1		ET-490	Conector para varilla de puesta a tierra 5/8"
f26	2	66	ET-505	Fusible Dual (3)
g0	2	6762316	ET-350	Grapa terminal tipo recto para cables entre 3/0 AWG - 6 AWG
g5	2	6762151	ET-352	Grapa para operar en caliente
j3	1	6762433	ET-450	Metros de cinta de acero inoxidable 5/8"x 0,03"
j'3	1	6764362	ET-450	Hebilla de acero inoxidable 5/8"
j8	1			Templete
n5	2	6762181	ET-461	Perno de ojo tipo 5 (5/8" x 545 mm)
o33	11		ET-121	Metros de alambre de cobre calibre 4 AWG
o35	2		ET-121	Metros de alambre de cobre calibre 8 AWG
o45	4	6762340	ET-122	Metros de cable desnudo de cobre calibre 4 AWG
o60	8		ET-111	Metros de cable bifásico aislado 600V con neutro concéntrico 2x4+1x4 AWG. (2)
P	2	6781248	ET-500	DPS - Descargador de sobretensión óxido metálico 12 kV, 10 kA
p14	1	6762455	ET-202	Poste de madera 12 m pesado (1)

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

s	2	6762115	E-MT-001	Cortacircuitos de cañuela 100 A , 15 kV
s26	1			Conector tipo tornillo para puesta a tierra
s96	2		ET-356	Conector tipo cuña con estribo 2/0 - 2 AWG
T	1		E-MT-009	Transformador de distribución bifilar 11,4 kV ó 13,2 kV - 120/240 V: 10kVA, 15 kVA ó 25 Kva
t10	4	6762213	ET-457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 5"
t11	2	6764023	ET-457	Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 8"
t5	2	6762212	ET-456	Tornillo de carruaje 5/8" x 1 1/2"
u	1			Accesorios para puesta a tierra
x3	3		ET-601	Metros de tubo galvanizado de 1 ½"
x13	1		ET-601	Boquilla galvanizada de 1 ½"
x23	1		ET-601	Capacete galvanizado de 1 ½"
y60	1		ET-613	Boquilla en PVC de ½"
z8	2	6762236	ET-431	Abrazadera de una salida tipo 3
z21	1	6762175	ET-436	Abrazadera en U tipo 3
t2	2	6762255	ET-455	Esparrago de 16 x 508 mm(5/8"X20")

Tabla 22 Lista de materiales, montaje de transformador bifilar [11]

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

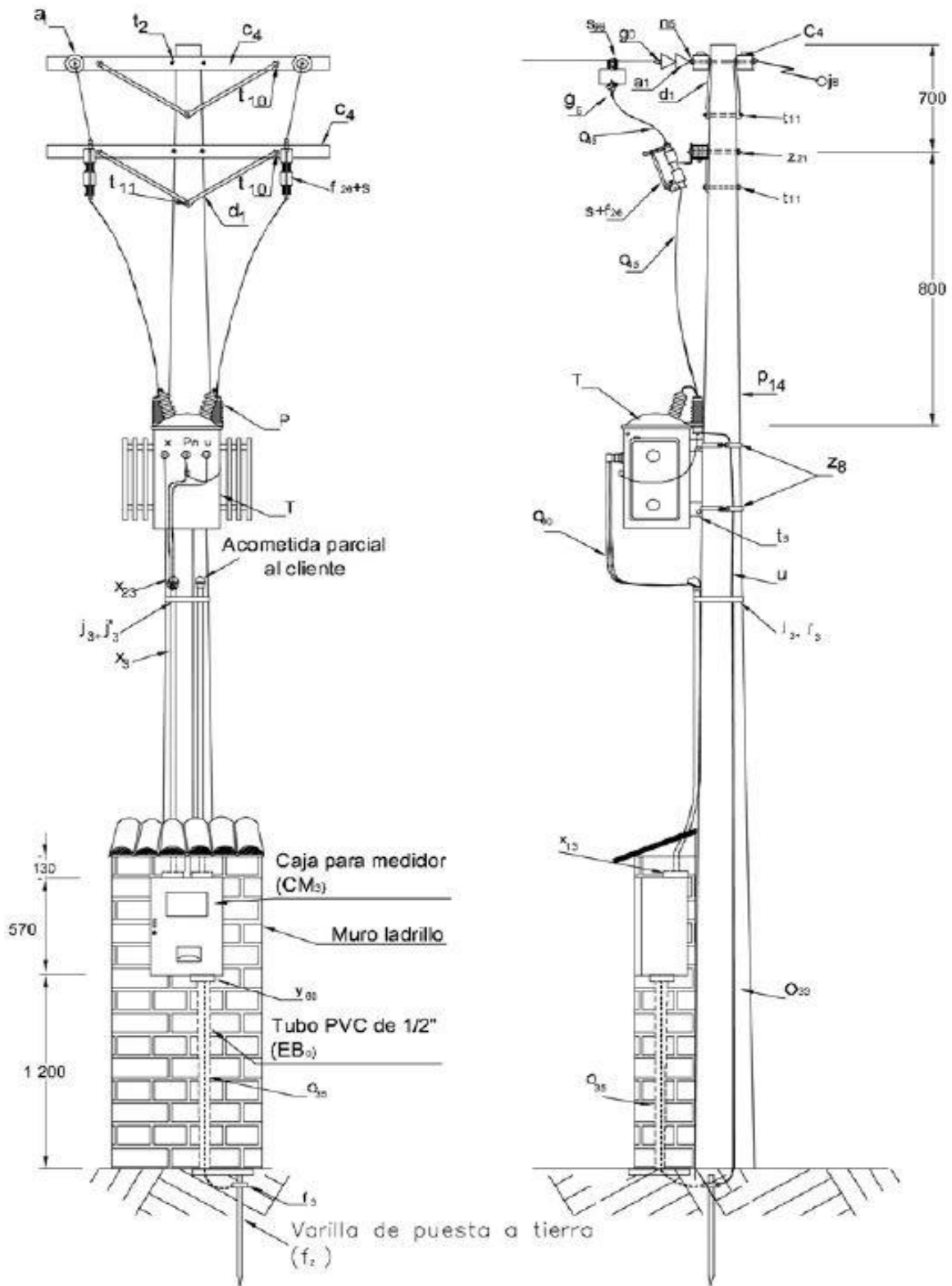


Figura 23: montaje de transformador bifilar y final de circuito bifilar de M.T. con acometida en B.T. [11]

VII.7 Aire acondicionado



Figura 24: Aire acondicionado. [15]

ANWO
ESPECIALISTAS EN CLIMATIZACIÓN

SPLIT MURO 9.000 BTU/HR, INVERTER, ECOLOGICO

Características Especificaciones

Capacidad frío/calor	9.000 / 9.500 Btu/h
Caudal Aire Interior	520 m3/hr
Voltaje	220-240/50 V/Ph.Hz
Consumo frío / calor	1.090 / 1.030 w
Decibel In / Out	35/55 db
Dimensiones (Ancho/Alto/P)	710x250x195 mm. Interior
	700x535x235 mm. Exterior
Peso Int / Ext	8/27 kg.
Aplicacion Área	13-22 mt2
Web Fabricante	www.anwo.cl

FAQ
Catálogo

Figura 25: Características aire acondicionado. [15]

Aire acondicionado marca ANWO 9000BTU

Frijo y Calor

Control Remoto

Refrigerante ecológico R410A

Tuberías de cobre recocido de 3mt de largo

Cubre aprox 20m²

\$900.000

VII.8 Extractor de aire

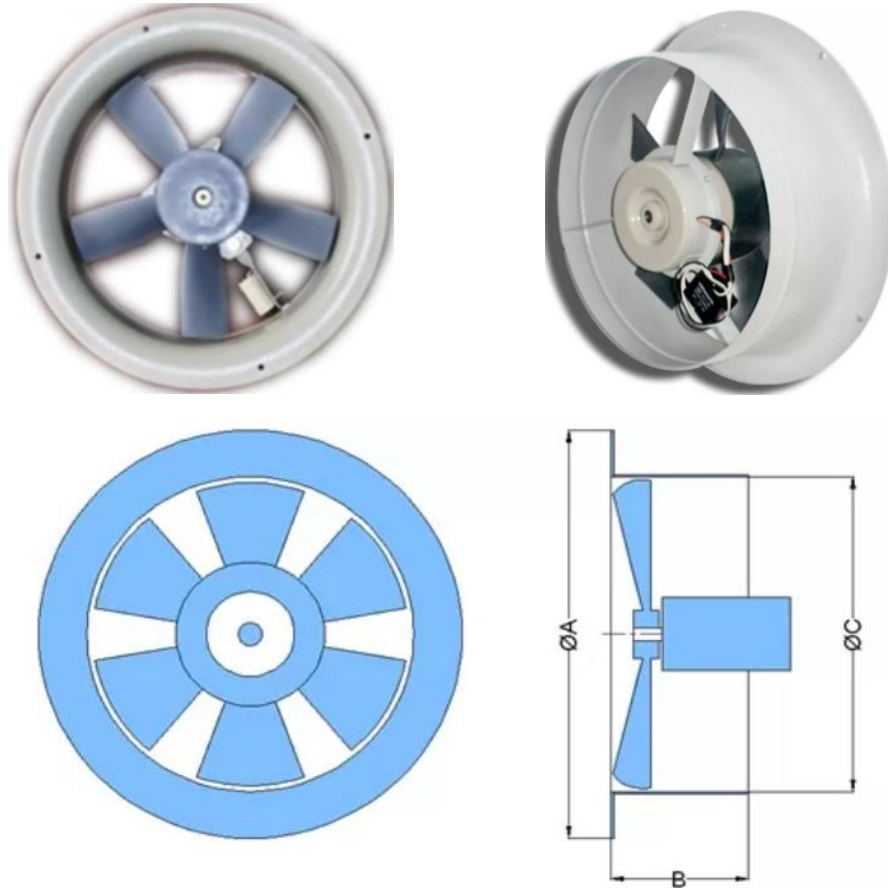


Figura 26: Ventilador extractor [27]

A= 52CM B= 19CM C= 40CM

extractor de 16 pulgadas

aspa plastica de 5 aletas

motor sellado montado en rodamientos (balineras)

potencia: 1/10 hp

caudal: 1,7 m³xseg

revoluciones x minuto: 1700 rpm

voltaje: 110v

amperaje: 1,3 amp

\$263.000

VII.9 Bomba centrífuga de 1 hp en acero inoxidable marca pedrollo 110/220vac



Figura 27: Electro bomba [12]

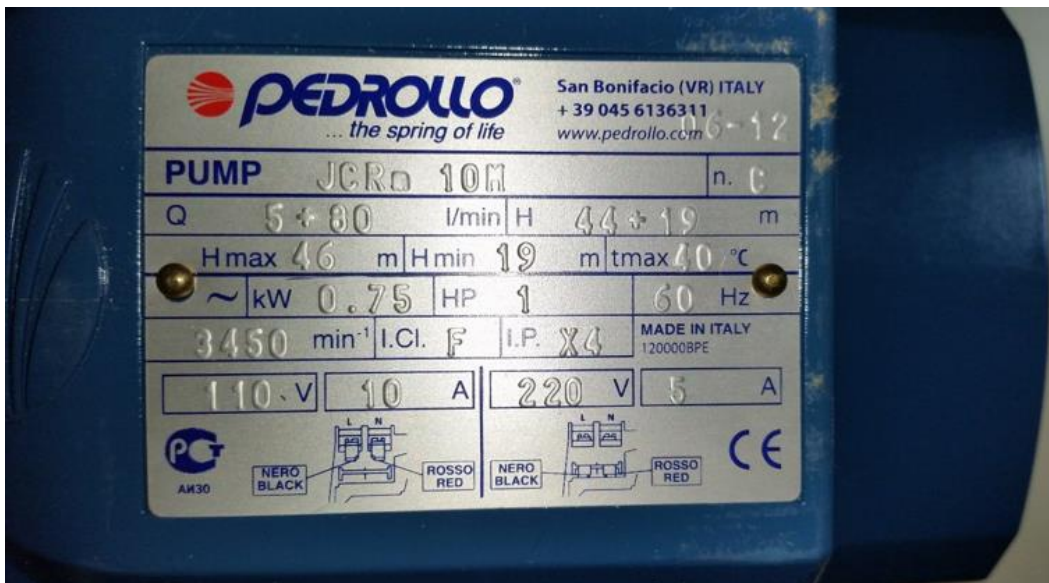
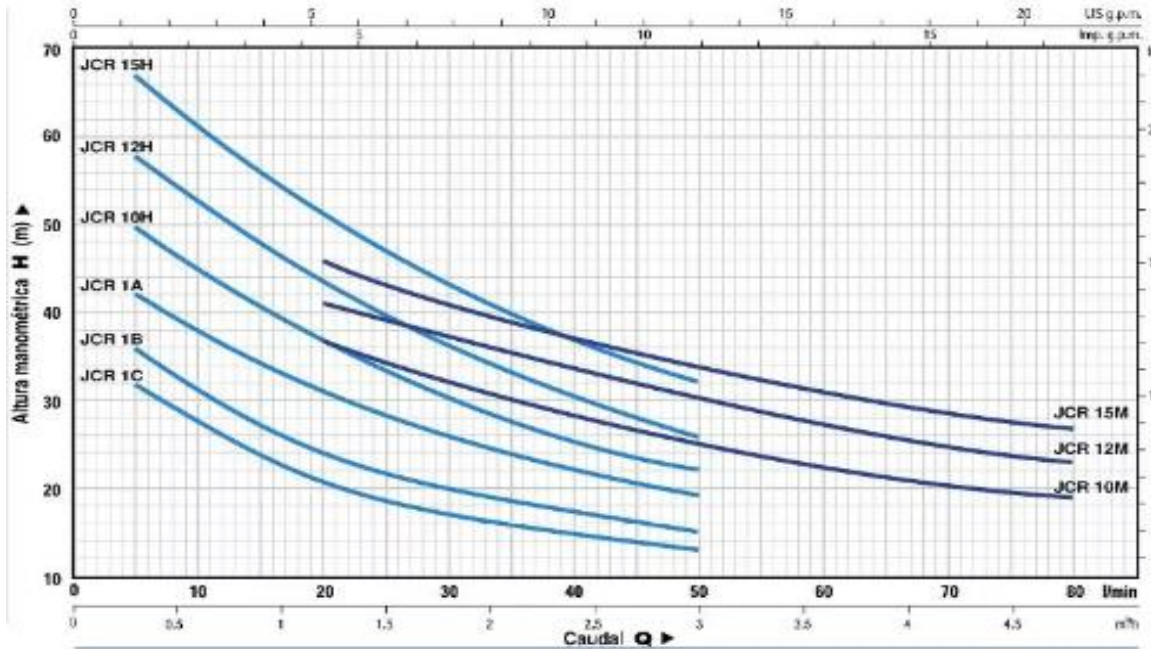


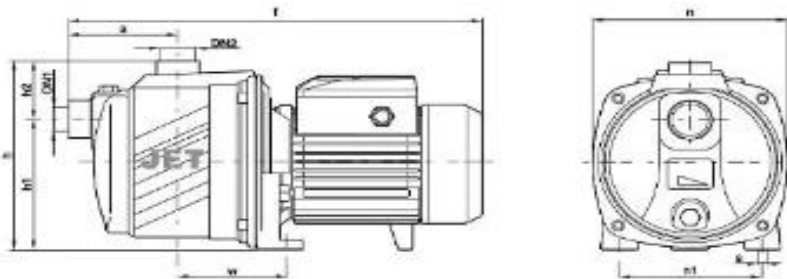
Figura 28: Placa característica electro bomba [12]

\$850.000

VII.10 Curva característica



MODELO BOMBA		POTENCIA		Q															
Monofásica	Trifásica	kW	HP	m³/h	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8		
				l/min	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80		
JCRm 1C	JCR 1C	0.37	0.50	H m	35	32	27	24	21	19	17	16	15	13					
JCRm 1B	JCR 1B	0.50	0.70		41	36	31	27	24	22	20	19	17	15					
JCRm 1A	JCR 1A	0.60	0.85		47	42	38	34	31	28.5	26	24	22	19					
JCRm 10H	JCR 10H	0.75	1		56	50	45	41	37	33	30	27	25	22					
JCRm 12H	JCR 12H	0.90	1.25		64	58	53	48	44	40	36	33	31	26					
JCRm 15H	JCR 15H	1.1	1.5		72	67	61	56	51	47	43	40	37	32					
JCRm 10M	JCR 10M	0.75	1		45	44	41	39	37	35	32	30	28	25	22	21	19		
JCRm 12M	JCR 12M	0.90	1.25		50	48	45	43	41	39	37	36	34	30	27	25	23		
JCRm 15M	JCR 15M	1.1	1.5		55	53	50	48	46	43	41	39	37	34	31	29	27		



MODELO BOMBA		DN1	DN2	DIMENSIONES mm									
Monofásica	Trifásica			a	f	h	h1	h2	n	n1	w	s	
JCRm 1C	JCR 1C	1"	1"	30	345	174	122	52	160	120	95	0	
JCRm 1B	JCR 1B	1"	1"	30	345	174	122	52	160	120	95	0	
JCRm 1A	—	1"	1"	30	345	174	122	52	160	120	95	0	
JCRm 10H	JCR 10H	1 1/4"	1"	117	405	205	145	55	180	135	110	30	
JCRm 12H	JCR 12H	1 1/4"	1"	117	405	205	145	55	180	135	110	30	
JCRm 15H	JCR 15H	1 1/4"	1"	117	405	205	145	55	180	135	110	30	
JCRm 10M	JCR 10M	1 1/2"	1"	117	405	205	145	55	180	135	110	30	
JCRm 12M	JCR 12M	1 1/2"	1"	117	405	205	145	55	180	135	110	30	
JCRm 15M	JCR 15M	1 1/2"	1"	117	405	205	145	55	180	135	110	30	

Figura 29: Curva característica electro bomba [12]

VII.11 **Bascula eléctrica**



Figura 30: Bascula eléctrica [13]

La escala de la encuesta ACCU-ARM de Osborne es la escala de clasificación del sistema de gestión del crecimiento de Weight Watcher. La báscula de medición mide el peso de cada cerdo cada vez que pasa a través de la escala entre las "zonas" de alimentación y riego. La escala se clasifica para la alimentación de fase objetivo y se puede configurar para ordenar automáticamente los animales para el mercado. [13]

El controlador de la báscula detecta y almacena rápidamente el peso y ordena los animales según las decisiones de clasificación que se pueden tomar directamente en la balanza o con la aplicación del software Daily Weigh en una PC. Se pueden agregar características adicionales a Survey Scale, como un kit de marcación por aspersión para ayudar a identificar visualmente a los animales. Las básculas de estudio también están listas para RFID y pueden ayudar a controlar las tasas de crecimiento de los animales individuales. [13]

Este modelo de Survey Scale está construido con 304 piezas de metal de acero inoxidable.

VII.12 **Compuerta de emergencia**



Figura 31: Compuerta de emergencia bascula [13]

By-Pass Gate permite el libre acceso a las plumas de alimentación y agua en el Sistema de Administración del Crecimiento Weight Watcher si ocurre un evento de emergencia. La puerta se abre automáticamente si una balanza de medición pierde potencia o presión de aire y garantiza que los animales siempre tengan acceso a la alimentación y al agua. [13]

Esta puerta By-Pass está galvanizada en caliente y se requiere con cada báscula.

VIII. Sistema dosificador de alimento

VIII.1 Diagrama en bloque del sistema de almacenamiento y dosificación del alimento

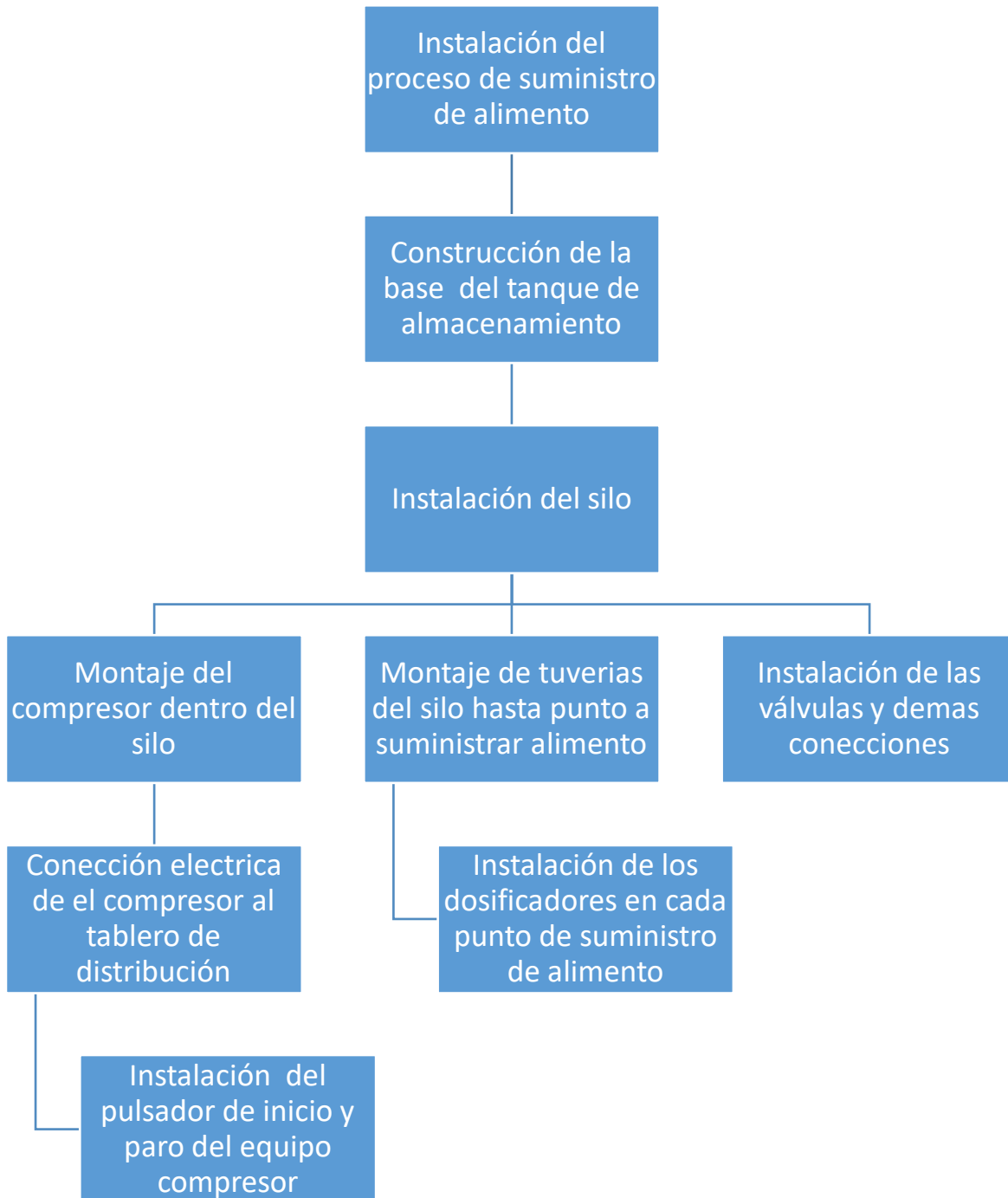


Figura 32: Diagrama del sistema de dosificación de alimentos (Fuente autor)

VIII.2 Diagrama en bloques del proceso de dosificación

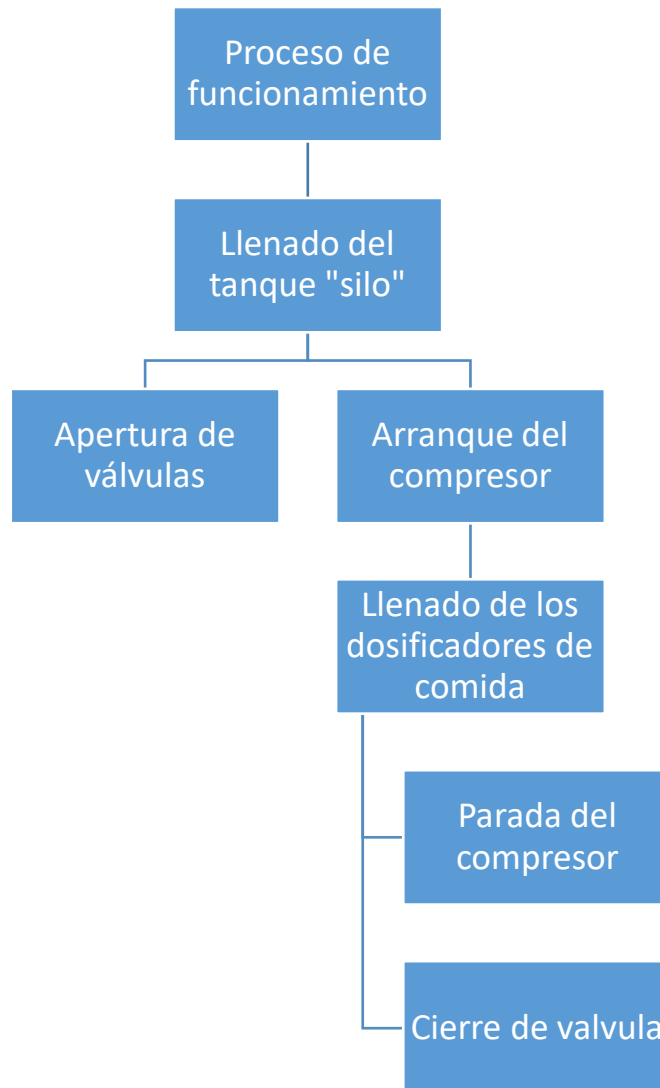


Figura 33: Diagrama del proceso de funcionamiento dosificador de alimentos

VIII.3 Silo

Existen silos de diversas capacidades de almacenamiento, en eurogan hay de 5, 7, 10, 13, y 16 Toneladas etc, el cual es funcional para el almacenamiento y distribución de alimento concentrado.

Pueden instalarse en porcicultura, sin automatización para distribución manual y automatizado para cría o ceba.

VIII.4 Silo o tanque de almacenamiento



Figura 34: Silo de chapa galvanizada [24]

Silo de chapa lisa galvanizada.

Fabricados en su totalidad en chapa galvanizada.

Diámetros desde 1800 a 3050 cms. [24]

VIII.5 Compresor



Figura 35: Compresor [27]

Potencia del motor	3HP
Fases	1 / 2
Voltaje	110V-220v
CFM a 40 psi	12
RPM	3500
Número de Pistones	2
Presión Máxima	125 psi
Capacidad tanque	108 lts
Peso	87 kg
Uso	70% -30% Descanso

Tabla 23 Características del compresor

VIII.6 Dosificadores de alimento

Código. 1000 / 1045 / 1005 / 1009 / 1008 / 1004

Dosificador de alimento. Instalados en un transportador automático de pienso permiten la dosificación individual del ganado. La totalidad de dosificadores de varias líneas, pueden accionarse a un mismo tiempo para su apertura o cierre, bien mecánicamente o automáticamente. Especialmente recomendados en granjas de ganado porcino, ovino y vacuno. Fabricados totalmente en plástico de alta calidad, con tratamiento UV. [24]



Figura 36: Tipos de dosificadores [24]

Adaptador reductor dosificador a tubo de caída de Ø 60. Adaptador a tubo de transporte de Ø 75 Y DE Ø 90.

Varios modelos.

DOPY	2500.	Litros	de	capacidad	2,5	1.
DOPY	4500.	Litros	de	capacidad	4,5	1.
DOPY	7000.	Litros	de	capacidad	7,0	1.

DOPY 10000. Litros de capacidad 10,0 l. [24]

Modelo	2500	4500	7000	10000
Capacidad alimento (lts)	2,5	4,5	7	10
Altura (cm)	37	44	53	75
Diámetro (cm)	19	19	19	19
Peso (Kg)	0.85	0,97	1,1	1,5

Tabla 24 Características de los dosificadores [24]



Figura 37: Sistema de distribución de dosificadores [24]

VIII.7 **Bebedero porcino inox 1/2"**



Figura 38: Bebedero de acero inoxidable [28]

Bebedero porcino en acero inoxidable, fabricado de una sola pieza, tapa reguladora de caudal, con filtro desmontable incorporado, accionado por muelle interior de acero inoxidable.

\$9.500

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

IX.1.2 Tabla de corriente y protecciones en BT

TABLEROS	CIRCUITOS	PROTECCIÓN			CORRIENTE (A)			CORRIENTE TOTAL (A)	CORRIENTE (25%) (A)			CORRIENTE DE SEGURIDAD TOTAL (A)
		INTERRUPTOR TERMO MAGNÉTICO			F A S E R	F A S E S	F A S E T		F A S E R	F A S E S	F A S E T	
		POLOS	CORRIENTE NOMINAL	TIEMPO DE DISPARO								
A	1	1	20	100	1,32	0,00	0,00	1,32	1,64	0,00	0,00	1,64
	2	1	20	100	5,26	0,00	0,00	5,26	6,58	0,00	0,00	6,58
	5	1	20	100	14,04	0,00	0,00	14,04	17,54	0,00	0,00	17,54
	3	1	20	100	0,00	7,02	0,00	7,02	0,00	8,77	0,00	8,77
	4-6	2	20	100	9,82	9,82	0,00	19,63	12,27	12,27	0,00	24,54
	7-9	2	20	100	4,91	4,91	0,00	9,82	6,14	6,14	0,00	12,28
	8-10	2	20	100	6,36	6,36	0,00	12,72	7,95	7,95	0,00	15,90
	11	1	20	100	0,00	14,04	0,00	7,66	0,00	17,54	0,00	9,57
12-14	2	20	100	3,27	3,27	0,00	7,14	4,09	4,09	0,00	8,92	
P	AC	2	40	100	69,33	69,77	0,00	84,60	86,67	87,21	0,00	105,75

Tabla 26 Corriente y protecciones en BT, (fuente autor)

IX.1.3 Tabla de conductores y ductos

TABLERO	CIRCUITOS	CONDUCTORES ELÉCTRICOS							TUBERÍA					
		FASES	NEUTRO	TIERRA	CALIBRE (AWG)			MATERIAL	TIPO DE AISLAMIENTO	CANTIDAD (Ad.)	DIAMETRO (in)	MATERIAL (Ad.)	TIPO (Ad.)	FORMA (Ad.)
					FASE	NEUTRO	TIERRA							
A	1	1	1	1	12	12	12	Cobre	THHN	1	1/2	PVC	EB	LISO
	2	1	1	1	12	12	12	Cobre	THHN	1	1/2	PVC	EB	LISO
	5	1	1	1	12	12	12	Cobre	THHN	1	1/2	PVC	EB	LISO
	3	1	1	1	12	12	12	Cobre	THHN	1	1/2	PVC	EB	LISO
	4-6	2	1	1	12	12	12	Cobre	THHN	1	1/2	PVC	EB	LISO
	7-9	2	1	1	12	12	12	Cobre	THHN	1	1/2	PVC	EB	LISO
	8-10	2	1	1	12	12	12	Cobre	THHN	1	1/2	PVC	EB	LISO
	11	2	1	1	12	12	12	Cobre	THHN	1	1/2	PVC	EB	LISO
12-14	2	1	1	12	12	12	Cobre	THHN	1	1/2	PVC	EB	LISO	
P	AC	2	1	1	6	6	6	Cobre	THHN	1	1	PVC	EB	LISO

Tabla 27 Conductores y ductos, (fuente autor)

IX.1.4 tablero de distribución bifásico de 18 circuitos.



Figura 39 tablero de distribución bifásico de 18 circuitos

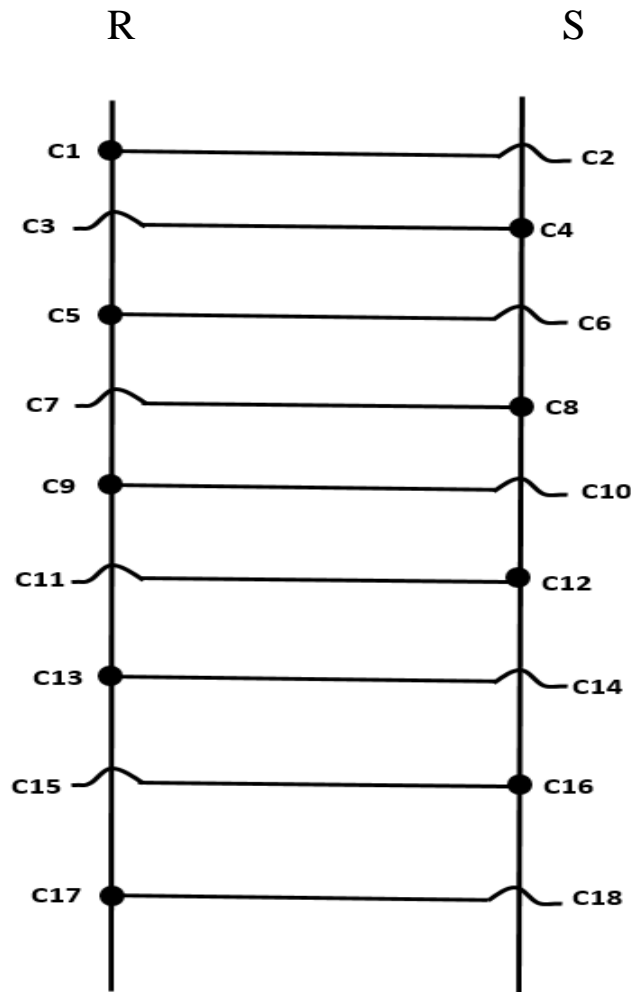


Figura 40 Diagrama ilustrativo de tablero de distribución bifásico de 18 circuitos. (fuente autor)

IX.1.5 Descripción de los circuitos.

- C 1 iluminación: 6 bombillos para iluminación, sala de juntas, laboratorio de muestras y cuarto de máquinas de 25 W, con 3 conductores (fase, neutro y tierra) THHN N° 12 AWG, con alta resistencia al calor, adecuado para lugares húmedos, protección con interruptor termo magnético de 1X20 A y tubería PVC de ½ in.
- C 2 iluminación: 6 bombillos para iluminación de 100 W, con 3 conductores (fase, neutro y tierra) THHN N° 12 AWG, con alta resistencia al calor, adecuado para lugares húmedos, protección con interruptor termo magnético de 1X20 A y tubería PVC de ½ in.

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

- C 5 toma corrientes: 8 toma corrientes normales de 200 W, con 3 conductores (fase, neutro y tierra) THHN N° 12 AWG, con alta resistencia al calor, adecuado para lugares húmedos, protección con interruptor termo magnético de 1X20 A y tubería PVC de ½ in.
- C 3 toma corrientes: 4 toma corrientes GFCI especial para lugares húmedos de 200 W, con 3 conductores (fase, neutro y tierra) THHN N° 12 AWG, con alta resistencia al calor, adecuado para lugares húmedos, protección con interruptor termo magnético de 1X20 A y tubería PVC de ½ in.
- C 4-6 Extractores: 6 extractores de 1 hp cada uno, con 4 conductores (2 fases, neutro y tierra) THHN N° 10 AWG, con alta resistencia al calor, adecuado para lugares húmedos, protección con interruptor termo magnético de 1X20 A y tubería PVC de ½ in.
- C 4-6 Toma corrientes especial: 6 extractores de 1 hp cada uno, con 4 conductores (2 fases, neutro y tierra) THHN N° 12 AWG, con alta resistencia al calor, adecuado para lugares húmedos, protección con interruptor termo magnético de 1X20 A y tubería PVC de ½ in.
- C 7-9 Toma corrientes especial: 1 compresor de 3 hp, con 4 conductores (2 fases, neutro y tierra) THHN N° 12 AWG, con alta resistencia al calor, adecuado para lugares húmedos, protección con interruptor termo magnético de 1X20 A y tubería PVC de ½ in.
- C 8-10 Toma corrientes especial: 2 aires acondicionados de 1450 W, con 4 conductores (2 fases, neutro y tierra) THHN N° 12 AWG, con alta resistencia al calor, adecuado para lugares húmedos, protección con interruptor termo magnético de 1X20 A y tubería PVC de ½ in.
- C 11 Toma corrientes especial: 1 bascula de 1600 W, con 3 conductores (fases, neutro y tierra) THHN N° 12 AWG, con alta resistencia al calor, adecuado para lugares húmedos, protección con interruptor termo magnético de 1X20 A y tubería PVC de ½ in.
- C 12-14 Toma corrientes especial: 2 electrobombas de 1 hp, con 4 conductores (2 fases, neutro y tierra) THHN N° 12 AWG, con alta resistencia al calor, adecuado para lugares húmedos, protección con interruptor termo magnético de 1X20 A y tubería PVC de ½ in.

IX.1.6 NTC 2050, Sección 220. cálculos de los circuitos alimentadores, ramales y acometidas

IX.1.7 PARTE D. Método de cálculo de cargas en instalaciones agrícolas.

Sección 220-40. Instalaciones Agrícolas: Edificaciones y otras cargas

a) Unidades de vivienda. La carga del alimentador o de la acometida de una vivienda en una explotación agrícola se debe calcular según lo establecido en la Parte B o C de esta Sección para unidades de vivienda. Si la vivienda tiene calefacción eléctrica y la explotación tiene sistemas eléctricos para el secado del grano, no se debe aplicar la Parte C de esta Sección para calcular la carga de la vivienda. [20]

IX.1.8 Parte B. Alimentadores y acometidas.

Cargas de tomacorrientes en edificaciones que no sean de viviendas. En edificaciones que no sean de viviendas, se permite añadir a las cargas de alumbrado cargas para tomacorrientes de no más de 180 VA por salida, según el Artículo 220-3.c). sujetas a los factores de demanda de la **Tabla 220-11** o también sujetas a los factores de demanda de la **Tabla 220-13**. [20]

Tabla 220-13. Factores de demanda para cargas de tomacorrientes en edificaciones no residenciales

Parte de la carga del tomacorriente a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda %
Primeros 10 000 VA o menos	100
A partir de 10 000 VA	50

Tabla 28 Factores de demanda para tomacorrientes en edificaciones no residenciales [20]

Motores. Las cargas de motores se deben calcular según los Artículos 430-24, 430-25 y 430-26.

430-24. Varios motores o un motor(es) y otra(s) carga(s). Los conductores de suministro de varios motores o un motor(es) y otra(s) carga(s) deben tener una capacidad de corriente como mínimo igual a la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores, más el 25 % de la capacidad de corriente del mayor motor del grupo, más la capacidad de corriente de todas las demás cargas, de acuerdo con lo establecido en la **Sección 220** y otras disposiciones aplicables de este *Código*. [20]

b) Edificaciones no residenciales. Para cada edificación de la explotación o para cada carga alimentada por dos o más circuitos ramales, la carga de los conductores del alimentador, de la acometida y del equipo de la acometida se debe calcular como mínimo según los factores de demanda de la **Tabla 220-40**. [20]

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

Tabla 220-40. Método para calcular las cargas de instalaciones agrícolas que no sean unidades de vivienda

Carga en A a 240 V máximo	Factor de demanda (%)
Cargas que se espera que funcionen sin diversidad, pero a no menos del 125 % de la corriente a plena carga del motor más grande y no menor a los primeros 60 A de carga.	100
Siguientes 60 A de todas las demás cargas.	50
Resto de las demás cargas.	25

Tabla 29 Métodos de calcular cargas de instalaciones agrícolas.

Como la corriente de seguridad (I_s) en la fase de mayor carga es de 90,75 A (1.25%) utilizo calibre # 6 AWG THHN 75 °C 65 A.

Por tabla 310-16 de la NTC 2050

IX.1.9 Selección de protección

$$I_p \leq I_s; \quad I_p \leq 90.75 \text{ A} * 0.5 = 45.375 \quad 40 \text{ A} \quad [1]$$

$$2 * 40 \text{ A} - 240 \text{ V}$$

IX.1.10 Selección de equipo de medida

E.M. Bifásico trifilar 240/120 [V]

P. instalada $40 * 240 = 9600 \text{ VA}$ [2]

P. instalable $65 * 240 = 15600 \text{ VA}$ [3]

IX.1.11 Regulación de tensión BT

$$\Delta V \% = \frac{2 * KVA * L * (r \cos \theta + X \sin \theta)}{10(KV)^2} \quad [4]$$

Esta expresión puede ser escrita como: $\Delta V \% = 2 * K * M$

Donde:

M: Momento eléctrico = KVA x L

KVA: Carga bifásica

L: Longitud de la red considerada, en Km.

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

K: Constante que depende de la tensión, la configuración del sistema, las características del conductor y del factor de potencia.

$$K = \frac{2*(r\cos\phi + X\sin\phi)}{10(KV)^2} \quad [5]$$

r: Resistencia unitaria del conductor (ohms/km), a 50° C

X: Reactancia inductiva (ohms/km)

Nota: Los valores de K se muestran en listados en las Tablas A.3.1.1 para BT del Anexo al Capítulo

Para calibre # 6 AWG

$$K = 3.1232 \left(\frac{\%}{KVA * m} \right)$$

$$K = \frac{2 * 3.1232\%}{KVA * 1000m} = 6.2464 * 10^{-3} \left(\frac{\%}{KVA * Km} \right)$$

$$M = 9.6KVA * 0.02Km = 0.192 KVA * Km$$

$$\Delta V \% = 6.2464 * 10^{-3} \frac{\%}{KVA * Km} * 0.192KVA * Km = 1.199 * 10^{-3}\%$$

IX.1.12 Pérdidas de potencia en BT

Cálculo de Pérdidas

El porcentaje de potencia perdida en la red está dado por el cociente entre la potencia perdida y la potencia transportada y se calcula según la siguiente expresión:

$$\Delta P(\%) = \frac{100 * P * L * r}{V^2 * Fp^2} \quad [6]$$

V = Voltaje de línea a línea en V

r = Resistencia del conductor de fase por kilómetro (Ohms/km)

L = Longitud de la red (km)

Fp = Factor de potencia

P = Potencia consumida por las cargas (kW)

Para calibre # 6 AWG

r = 1.61 ohm/Km

$$\Delta P(\%) = \frac{100\% * (9.6KVA * 0.95) * 0.02Km * 1.61ohm/Km}{(240V)^2 * (0.95)^2} = 0.5649 * 10^{-3}\%$$

IX.1.13 Cálculo del transformador

$$D_{\text{max. div}} = \left(\frac{\text{Demanda máxima 1 usuario}}{f \text{ de diversidad } n \text{ usuarios}} * n \text{ usuarios} \right) \quad [7]$$

$$D_{\text{max. div}} = \left(\frac{9.6 \text{ KVA}}{1} * 1 \right) = 9.6 \text{ KVA}$$

$$DMD \text{ años } n = DMD \text{ año } 0 * \left(1 + \frac{r}{100} \right)^n$$

r= 1% de la tasa de crecimiento anual

$$D_{\text{max. div para 8 Años}} = 9.6 \text{ KVA} * \left(1 + \frac{1}{100} \right)^8 = 10.395 \text{ KVA} \quad [8]$$

$$TRAFO = 10.395 \text{ KVA}$$

IX.1.14 Selección del transformador

Transformador de 15 KVA 13200/240/120 [V]

IX.1.15 Regulación de tensión MT

$$\Delta V \% = \frac{2 * KVA * L * (r \cos \phi + X \sin \phi)}{10(KV)^2} \quad [9]$$

Esta expresión puede ser escrita como: $\Delta V \% = 2 * K * M$

Donde:

M: Momento eléctrico = KVA x L

KVA: Carga bifásica

L: Longitud de la red considerada, en Km.

K: Constante que depende de la tensión, la configuración del sistema, las características del conductor y del factor de potencia.

$$K = \frac{2 * (r \cos \phi + X \sin \phi)}{10(KV)^2} \quad [10]$$

r: Resistencia unitaria del conductor (ohms/km), a 50° C

X: Reactancia inductiva (ohms/km)

Nota: Los valores de K se muestran en listados en las Tablas A.3.1.1 para MT del Anexo al Capítulo

Para conductor mono polar ACSR # 2

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

$K = 1.3543 \text{ MVA}\cdot\text{m}$

$$K = \frac{2 * 1.3543\%}{\text{MVA} * 1000\text{m}} = 2.7 * 10^{-3} \frac{\%}{\text{MVA} * \text{Km}}$$

$$M = (0.015\text{MVA}) * 0.3 \text{ Km} = 4.5 * 10^{-3} \text{ MVA} * \text{Km}$$

$$\Delta V \% = \left(2.7 * 10^{-3} \left(\frac{\%}{\text{MVA} * \text{Km}} \right) \right) * (4.5 * 10^{-3} (\text{MVA} * \text{Km})) = 12.1887 * 10^{-6} \%$$

IX.1.16 Pérdidas de potencia en MT

Cálculo de Pérdidas

El porcentaje de potencia perdida en la red está dado por el cociente entre la potencia perdida y la potencia transportada y se calcula según la siguiente expresión:

$$\Delta P(\%) = \frac{100 * P * L * r}{V^2 * Fp^2} \quad [11]$$

V = Voltaje de línea a línea en V

r = Resistencia del conductor de fase por kilómetro (Ohms/km)

L = Longitud de la red (km)

Fp = Factor de potencia

P = Potencia consumida por las cargas (kW)

Para conductor ACSR # 2

$$\Delta P(\%) = \frac{100\% * (15\text{KVA} * 0.95) * 0.3\text{Km} * 1.61\text{ohm/Km}}{(240\text{V})^2 * (0.95)^2} = 0.5649 * 10^{-3}\%$$

IX.1.17 Protección por media tensión

Fusibles:

$$I_{ns} = \frac{15000\text{KVA}}{13200\text{V}} = 1.13 \cong 1[\text{A}] \quad [12]$$

Fusibles: 2x1 [A]

$$I_{cc} = \left(\frac{1.13}{4} \right) * 100 = 28.25 \cong 30 [\text{A}] \quad [13]$$

DPS:

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

Los DPS se seleccionan por nivel de tensión.

Para un nivel de tensión de 13,2[kV].

DPS: **2x1 [KV], 30 [A].**

Cortacircuitos:

se elige para una tensión de 13,2[kV].

3x2 [kV], I Nominal = 1 [A].

IX.1.18 Protección por BT.

$$I_{ns} = \frac{15000}{240} = 26.24 A \quad [14]$$

$$I_{cc} = \left(\frac{26.24}{2}\right) * 100 = 62.5 [KA] \quad [15]$$

Protección: 2 x 60[A], 240[V],

IX.2 Transformador

Trasformadores de distribución monofásicos



Figura 41: Transformador monofásico de 15 KVA. [22]

Los Transformadores Monofásicos son fabricados con núcleo enrollada de tipo acorazado, diseñados para pérdidas bajas en hierro y cobre.

El tanque es cilíndrico y su tapa es asegurada con el sistema aro- tornillo, todos los contornos son redondeados y las superficies horizontales tiene ángulo de declives para evitar el represamiento de agua en su interior.

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

Cumplimos con las normas ANSI C-57.12.00, IEC-76 o NTC.

Características de los Transformadores Monofásicos de 15 KVA a 500 KVA Serie AT hasta 35KV/ Autoprotegidos 15Kva a 75 Kva series hasta 35 Kva. [22]

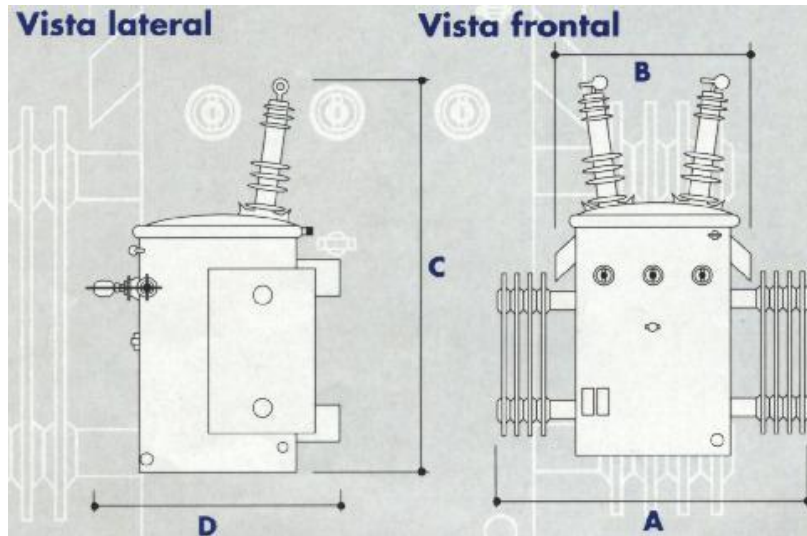


Figura 42: Transformador monofásico de 15 KVA, [22]

TRANSFORMADORES PARA 34,500						
KVA	Litros de aceite	Peso Kg. Aprox.	MEDIDAS (mm)			
			A	B	C	D
15	50	150	NA	480	870	590
25	95	230	NA	510	920	620
37.5	110	300	NA	570	920	680
50	115	350	NA	590	960	700
75	150	450	690*	610	1020	740
100	230	650	800*	680	1160	790
167.5	300	800	960*	740	1160	1060
250	350	1120	1120	760	1430	1020
333	540	1300	1350	780	1500	1080
500	550	1900	1360	920	1540	1160

Tabla 30 Características Transformador Trifásico De 15 KVA

X. Conclusiones

Como se observó en la elaboración de la presente tesis, “ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR”, se puede concluir que dicho trabajo posee como bases tres partes fundamentales. La primera parte una investigación del ciclo de vida de los cerdos. La segunda parte netamente investigativa de cómo debe ser la estructura o planta física donde se va a dar un crecimiento y desarrollo adecuado a los cerdos. La tercera parte y más importante es la aplicación de conocimientos teóricos recopilados y adquiridos a lo largo de la formación académica, ocupando como punto principal la “ELECTRIFICACIÓN DEL CENTRO PORCICULTOR” teniendo en cuenta la carga que va a tener la acometida hasta el transformador.

- Se realizó un análisis muy importante de cada paso en el proceso de ceba del cerdo, para así llegar al punto óptimo en producción, economía, estabilidad e higiene, entregando como resultado un producto de calidad y apto para el consumo humano.
- Se obtuvo el modelo a implementar en infraestructura, respetando las distancias, alturas, declinación, orientación geográfica y la temperatura para este tipo de producción agropecuaria.
- El diseño de la estructura civil, da una visualización amplia de la investigación, que obtiene un resultado muy importante en las metas propuestas.
- Se diseñó el sistema de generación de energía renovable por biogás, utilizando los desperdicios fecales y obteniendo un impacto ambiental positivo.
- Se diseñaron los sistemas eléctricos necesarios para la implementación de las distintas dependencias y circuitos ramales, que permiten una optimización del lugar dando como resultado una implementación óptima en la ceba de cerdos.
- Se elaboraron los distintos pasos que se deben seguir como un mecanismo para afianzar los conocimientos y conceptos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería eléctrica, lo cual permite a su vez identificar los parámetros que generan una variación entre los resultados en la elección de conductores, protecciones, equipo de medida y transformador.

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

- Los sistemas eléctricos y estructuras se formalizaron teniendo en cuenta las normas de ENELAR E.S.P., y NTC 2050.

- Se llevó a cabo una mejor asimilación de los problemas estructurales y físicos presentes en el proyecto, pretendiendo de esta manera que sea utilizada por parte de las familias campesinas del departamento de Arauca, tomando los conocimientos previos en la elaboración de proyectos que adelanta el agricultor sean rentables en la ceba de cerdos.

- El documento manifiesta de forma clara el proceso de caracterización de los pasos a seguir para iniciar este tipo de producción porcícola.

XI. Observaciones

- En la ubicación geográfica nos advierte que debemos tener en cuenta un rango del 4 al 5% de inclinación de norte a sur, teniendo como objetivo un drenaje adecuado para la limpieza y mantenimiento de la estructura física.
- En el presente proyecto se utilizaron la norma ENELAR E.S.P., y NTC 2050

XII. Bibliografía

(s.f.).

- [1] Cántora, I. (2013). *Universo Porcino*. Obtenido de INSTALACIONES PARA UN CRIADERO DE CERDOS DEDICADO A LA EXPLOTACIÓN SEMI-INTENSIVA: <http://www.produccion-animal.com.ar/>
- [10] Codensa. (Noviembre de 2004). Obtenido de <http://likinormas.micodensa.com:> http://likinormas.micodensa.com/Norma/lineas_aereas_rurales_distribucion/lineas_aereas_rurales_bifilares_13_2_11_4/lar293_linea_rural_13_2_11_4_7
- [11] Codensa. (Noviembre de 2004). Obtenido de <http://likinormas.micodensa.com:> http://likinormas.micodensa.com/Norma/centros_transformacion_redes_aereas_urbanos_rurales/centros_transformacion_aereos_rurales/ctr5051_centro_distribucion_rural_montaje_transformador_bifilar
- [12] PEDROLLO JCR SELF-PRIMING PUMP. (s.f.). Obtenido de <http://www.gmpumps.com:> <http://www.gmpumps.com/self-priming-pumps/pedrollo-self-priming-pumps/pedrollo-jcr-self-priming-pump/>
- [13] OSBORNE. (s.f.). Obtenido de <https://osbornelivestockequipment.com/product/accu-arm-survey-scale-304-ss/>: <https://osbornelivestockequipment.com>
- [14] Rymel. (s.f.). *CATALOGO DE TRANSFORMADORES*. Obtenido de <http://www.rymel.com.co:> <http://www.rymel.com.co/CatalogoProductos.pdf>
- [15] ANWO. (s.f.). Obtenido de <https://climaexpress.cl:> <https://climaexpress.cl/aire-acondicionado-inverter-la-mejor-tecnologia/>
- [16] ENELAR E.S.P. (4 de Abril de 2014). Obtenido de NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA LOS NIVELES I Y II.
- [17] Aguilar Contreras, C. A., & Blanco Cortés, J. E. (2016). *Estudio de la prefactibilidad para generación de energía eléctrica aprovechando la biomasa depositada en el rrelleno sanitario 'el carrasco' teniendo en cuenta las especificaciones de la energía a transportar*. Bucaramanga: uis.
- [18] HUERTA, R. C., & GASA, J. (13 de 01 de 2012). *Instalaciones para porcinos*. Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/libros_on_line/51-manual_porcino/01-BuenasPracticasCap1.pdf
- [19] Liang-rui, & Chen. (Julio de 2010). A Biological Swarm Chasing Algorithm for Tracking the PV Maximum Power Point. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 484-485.

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

- [2] porcicultura.com, p. (2017). Obtenido de porcicultura: <http://www.porcicultura.com/>
- [20] NTC_2050, NORMA TECNICA COLOMBIANA 2050. (25 de 11 de 1998). Obtenido de CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO: <http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc%2020500.pdf>
- [21] RAMÍREZ RODRÍGUEZ, L. D. (12 de 2004). Obtenido de Proyecto Generación Eléctrica Biogas Presentado: <http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb0426t.pdf>
- [22] RYMEL. (2017). Obtenido de RYMEL INGENIERIA ELÉCTRICA LMTD: <http://www.rymelcr.net/Monofasicos.html>
- [23] DEUBLEIN, D., & STEINHAUSER, A. (2008). Obtenido de Biogas from Wasrm and Renewable Resourses. Wiley-VCH, Wenheim.
- [23] Ramírez Rodríguez, L. D. (2004). *Generación eléctrica por medio de biogás*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- [24] Eurogan. (2017). Obtenido de MATERIAL GANADERO PARA SU GRANJA AVÍCOLA Y DE PORCINO: <http://www.eurogan.com/>
- [25] OLAYA ARBOLEDA, Y., & GONZÁLES SALCEDO, L. O. (07 de 2009). *FUNDAMENTOS PARA EL DISEÑO DE BIODIGESTORES*.
- [26] Mpower. (2017). Obtenido de www.Mpower.com.mx: <http://www.mpower.com.mx/11/4397/productos/energa/generador-di%EF%BF%BDsel-19-kva/>
- [27] EVANS. (2017). Obtenido de www.evans.com.co: <http://www.evans.com.co/producto/compresor-aire-lubricado-1-etapa-3-hp-motor-electrico-tanque-108-litros-125-psi-e150me300-108/>
- [27] Mercadolibre Colombia. (2017). Obtenido de Mercadolibre: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-454696903-extractor-de-aire-industrial-16-pulgadas-110v-_JM?source=gps
- [28] Tienda ganadera. (s.f.). Obtenido de www.tiendaganadera.com: <https://tiendaganadera.com/bebedero-chupete-inox/>
- [3] Solla , N. (s.f.). Obtenido de <http://www.solla.com/node/1602>: <http://www.solla.com/node/1602>
- [4] Porkcolombia. (s.f.). Obtenido de ASOCIACIÓN PORKCOLOMBIA FONDO NACIONAL DE LA PORCICULTURA: <https://asociados.porkcolombia.co/porcicultores>
- [5], m. (julio de 2012). Obtenido de Blog de WordPress.com: <https://micerditos.wordpress.com/historia-de-la-porcicultura/>

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

- [6]LAPAMPA. (s.f.). *MANEJO INTEGRAL DEL CERDO*. Obtenido de <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/Cuadernillo%201%20Instalaciones%20para%20produccion%20porcina.pdf>
- [7]ENELAR. E.S.P. (Abril de 2014). Obtenido de <http://www.enelar.com.co:>
<http://www.enelar.com.co/archivo/1358425368.pdf>
- [8]CODENSA. (Noviembre de 2004). Obtenido de <http://likinormas.micodensa.com:>
http://likinormas.micodensa.com/Norma/lineas_aereas_rurales_distribucion/lineas_aereas_rurales_bifilares_13_2_11_4/lar292_linea_rural_13_2_11_4
- [9]Codensa. (Noviembre de 2004). Obtenido de <http://likinormas.micodensa.com:>
http://likinormas.micodensa.com/Norma/lineas_aereas_rurales_distribucion/lineas_aereas_rurales_bifilares_13_2_11_4/lar291_linea_rural_13_2_11_4_7

XIII. Anexos**XIII.1.1 Tabla de capacidad de corriente al aire libre**


Sección transv.	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS,SA,SS,FEP*, FEPB*,MI,RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*,THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW, USE*	TIPOS TBS,SA,SS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm ²	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o kcmils
0,82	--	--	14	--	--	--	18
1,31	--	--	18	--	--	--	16
2,08	20*	20*	25	--	--	--	14
3,30	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,20	110	130	150	85	100	115	1
53,50	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,02	400	475	535	320	385	435	750
405,36	410	490	555	330	395	450	800
456,03	435	520	585	355	425	480	900

Tabla 31 Capacidad de corriente al aire libre [20]

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

XIII.1.2 Constante k para regulación de tensión. redes monofásicas
BT

	EMPRESA DE ENERGIA DE ARAUCA – ENELAR E.S.P.	Anexo a Cap. III
	NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA LOS NIVELES I Y II	Código: ND
	ANEXO TÉCNICO AL CAPÍTULO III	Fecha: Nov 05
		Versión 00
		Página 2 de 29


TIPO	APLICACIÓN	CALIBRE [AWG ó kcmil]	K [% / kVA-m]	In, aire [A]	In, Subt. [A]	Tensión de servicio [V]	MATERIAL	SISTEMA
Conductor antifraude PE-PVC	Acometida Aérea Antifraude	CTA 4	0.00204	100	91	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		CTA 6	0.00319	77	69	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		CTA 8	0.00501	57	53	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		CTA 10	0.00777	41	37	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		CMA 4	1.14524E-02	79	71	120	COBRE	1Φ2hilos
		CMA 6	1.83660E-02	58	52	120	COBRE	1Φ2hilos
		CMA 8	2.92502E-02	43	38	120	COBRE	1Φ2hilos
		CMA 10	4.58283E-02	33	29	120	COBRE	1Φ2hilos
		CMA 12	7.13750E-02	24	21	120	COBRE	1Φ2hilos
		CMA 14	1.11823E-01	18	16	120	COBRE	1Φ2hilos
Conductor Monopolar THW	Acometidas de BT subterráneas en ductos	500	2.65629E-04	-----	380	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		400	3.04584E-04	-----	335	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		350	3.35979E-04	-----	310	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		250	4.27666E-04	-----	255	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		4/0	4.81759E-04	-----	230	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		2/0	7.09272E-04	-----	175	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		1/0	8.64741E-04	-----	150	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		2	1.30761E-03	-----	115	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		4	2.01401E-03	-----	85	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		6	3.12320E-03	-----	65	208/120	COBRE	3Φ4hilos
8	4.92117E-03	-----	50	208/120	COBRE	3Φ4hilos		
Cable trenzado XLPE	Red aérea Trenzada en B.T	TRENZADO 4	29.8482E-04	150	-----	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		TRENZADO 2	19.0773E-04	160	-----	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		TRENZADO 1/0	12.3661E-04	205	-----	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		TRENZADO 2/0	9.98050E-04	240	-----	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		TRENZADO 4/0	6.58820E-04	325	-----	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos

Tabla 32 Constante k, Regulación de tensión. Redes monofásicas BT. ([16]ENELAR E.S.P., 2014)

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

XIII.1.3 Constante k para regulación de tensión MT

	EMPRESA DE ENERGÍA DE ARAUCA – ENELAR E.S.P.	Anexo a Cap. III
	NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	Código: ND
	PARA LOS NIVELES I Y II	Fecha: Nov 05
	ANEXO TÉCNICO AL CAPÍTULO III	Versión 00
		Página 4 de 29


TIPO	APLICACIÓN	CALIBRE [AWG ó kcmil]	k de regulación [% / MVA-m] (1)		In. [A]	Tensión servicio [V]	MATERIAL	SISTEMA		
			Bifásico (2)	Trifásico (3)						
Conductor monopolar en aluminio (ACSR)	Red de en Nivel II Aérea	336.4	0.3991154	0.1908421	530	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		336.4	0.3972642	0.1899165	530	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		300	0.4244574	0.2035131	490	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		300	0.4226062	0.2025875	500	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		266.8	0.4541914	0.2183802	460	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		4/0	0,6160917	0,2993303	340	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		3/0	0,7197688	0,3511690	300	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		2/0	0,8364068	0,4094879	270	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		1/0	0,9855312	0,4840502	230	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		2	1,3543453	0,6684568	180	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		4	1,9174223	0,9499955	140	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
					Trifásico (5)					
				336.4	-----	0.0282625	530	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos
				336.4	-----	0.0281270	530	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos
				300	-----	0.0301174	490	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos
				300	-----	0.0299819	500	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos
				266.8	-----	0.0322937	460	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos
				4/0	-----	0.0441440	340	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos
				3/0	-----	0.0517326	300	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos
				2/0	-----	0.0602699	270	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos
		1/0	-----	0.0711850	230	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		2	-----	0.0981802	180	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		4	-----	0.1393945	140	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos		

Tabla 33 Constante k, regulación de tensión. Redes monofásicas MT

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

XIII.1.4 Tabla de factor de diversidad para distintos estratos

	EMPRESA DE ENERGIA DE ARAUCA – ENELAR E.S.P.	Anexo a Cap. III
	NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA LOS NIVELES I Y II	Código: ND
		Fecha: Nov 05
	ANEXO TÉCNICO AL CAPÍTULO III	Versión 00
		Página 7 de 29

ANEXO A.3.2 FACTORES DE DIVERSIDAD

NUMERO DE USUARIOS	BAJO-BAJO BAJO MEDIO-BAJO	MEDIO	MEDIO-ALTO	ALTO
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,53	1,55	1,75	1,85
3	1,86	1,91	2,34	2,58
4	2,09	2,15	2,81	3,22
5	2,25	2,33	3,19	3,77
6	2,37	2,46	3,51	4,27
7	2,47	2,57	3,78	4,71
8	2,55	2,66	4,02	5,10
9	2,61	2,73	4,22	5,45
10	2,66	2,79	4,40	5,78
11	2,71	2,84	4,55	6,07
12	2,75	2,89	4,69	6,34
13	2,78	2,92	4,82	6,58
14	2,81	2,96	4,93	6,81
15	2,84	2,99	5,03	7,02
16	2,86	3,01	5,12	7,21
17	2,88	3,04	5,21	7,39
18	2,90	3,06	5,28	7,56
19	2,92	3,08	5,35	7,71
20	2,94	3,10	5,42	7,86
21	2,95	3,11	5,48	8,00
22	2,96	3,13	5,54	8,13
23	2,98	3,14	5,59	8,25
24	2,99	3,16	5,64	8,36
25	3,00	3,17	5,68	8,47
30	3,04	3,22	5,87	8,94
35	3,07	3,25	6,02	9,30
40	3,09	3,28	6,13	9,59
45	3,11	3,30	6,22	9,83
50	3,13	3,32	6,30	10,03
CONSTANTE	0,5506	0,6606	0,7010	0,9307

Bajo-Bajo (Rural) : Corresponde a Estrato 1 (Urbano) Medio (Rural) : Corresponde a Estrato 4 (Urbano)
 Bajo (Rural) : Corresponde a Estrato 2 (Urbano) Medio-Alto (Rural) : Corresponde a Estrato 5 (Urbano)
 Medio-Bajo (Rural) : Corresponde a Estrato 3 (Urbano) Alto (Rural) : Corresponde a Estrato 6 (Urbano)

Tabla 34 factor de diversidad para distintos estratos

XIII.1.5 Plano eléctrico en MT del departamento de Arauca

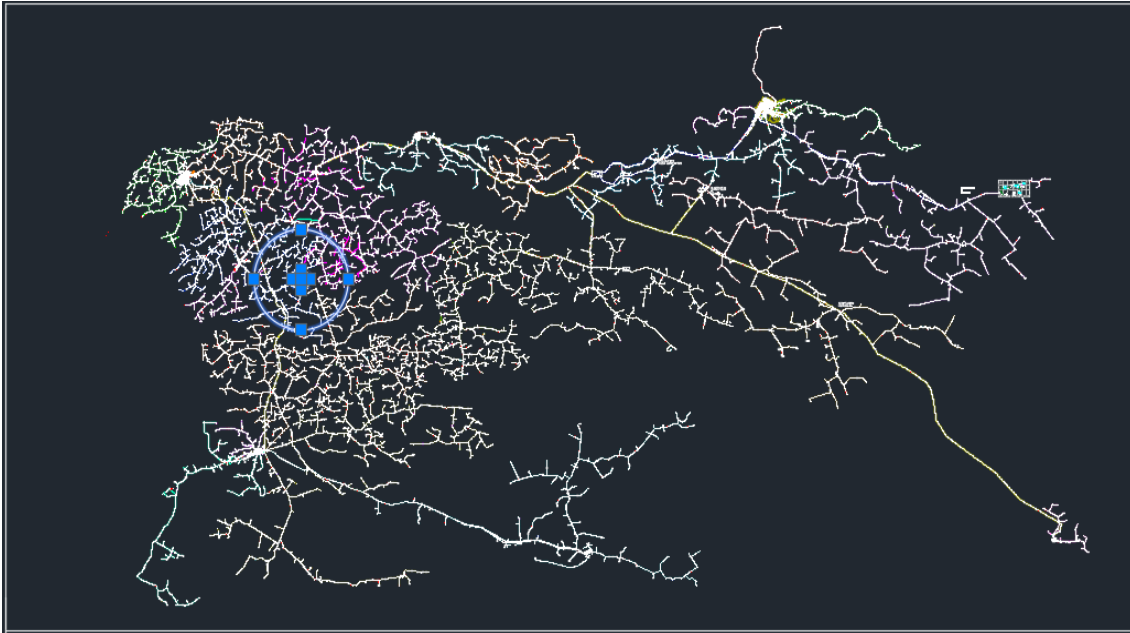


Figura 43: ubicación centro porcicultor el picure, red M.T. departamento de Arauca (fuente Enelar)

XIII.1.6 Ubicación del centro porcicultor el picure, plano eléctrico en MT municipio de Fortul

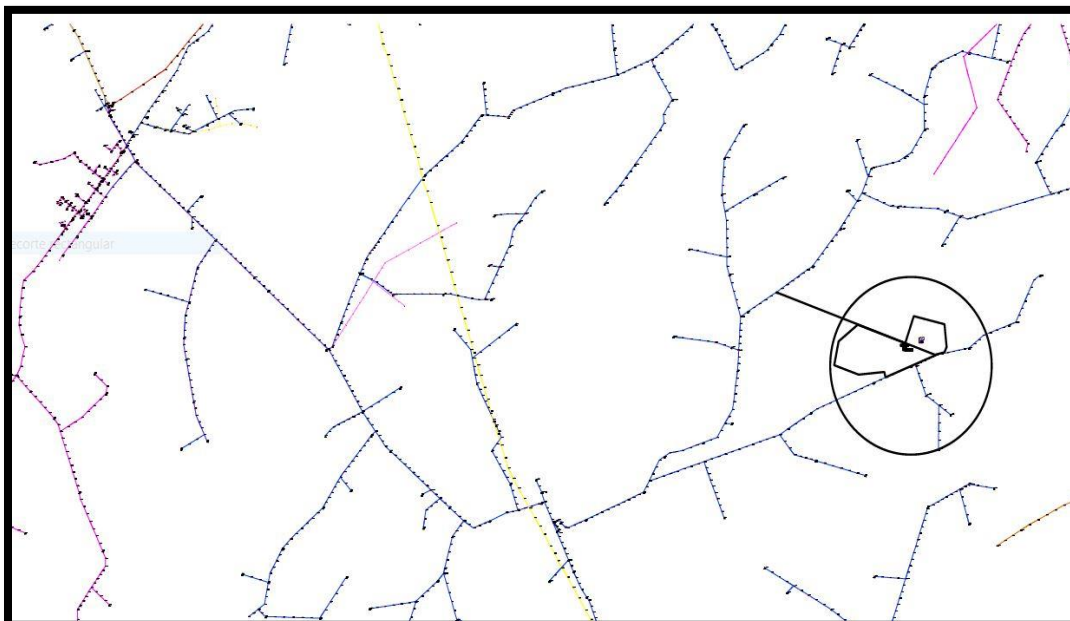
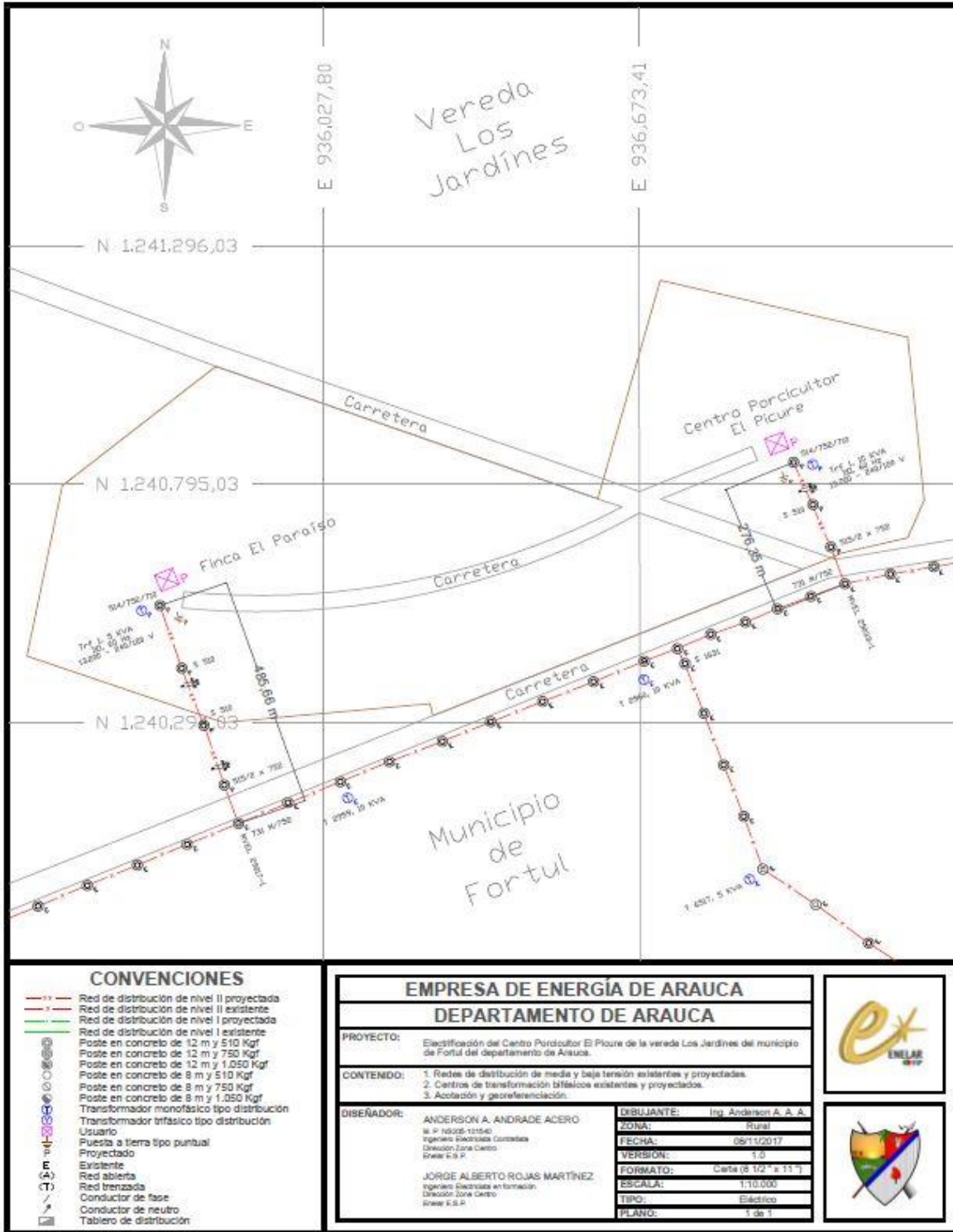


Figura 44: Ubicación del centro porcicultor, plano eléctrico en MT municipio de Fortul. (fuente autor)

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

XIII.1.7 Ubicación del centro porcicultor el picure, finca el paraíso, vereda los jardines, municipio de Fortul, departamento de Arauca.



CONVENCIONES

- Red de distribución de nivel II proyectada
- Red de distribución de nivel II existente
- Red de distribución de nivel I proyectada
- Red de distribución de nivel I existente
- ⊗ Poste en concreto de 12 m y 510 Kg
- ⊗ Poste en concreto de 12 m y 750 Kg
- ⊗ Poste en concreto de 12 m y 1.050 Kg
- ⊗ Poste en concreto de 8 m y 510 Kg
- ⊗ Poste en concreto de 8 m y 750 Kg
- ⊗ Poste en concreto de 8 m y 1.050 Kg
- ⊗ Transformador trifásico tipo distribución
- ⊗ Usuario
- ⊗ Puesta a tierra tipo puntual
- ⊗ Proyecto
- E Existente
- (A) Red abierta
- (T) Red trenzada
- / Conductor de fase
- ⊕ Conductor de neutro
- ⊕ Tablero de distribución

EMPRESA DE ENERGÍA DE ARAUCA	
DEPARTAMENTO DE ARAUCA	
PROYECTO:	Electrificación del Centro Porcicultor El Picure de la vereda Los Jardines del municipio de Fortul del departamento de Arauca.
CONTENIDO:	1. Redes de distribución de media y baja tensión existentes y proyectadas. 2. Centros de transformación bifásicos existentes y proyectados. 3. Aprobación y georeferenciación.
DISEÑADOR:	ANDERSON A. ANDRADE ACERO C.C. 9.162.025-1214-6 Ingeniero Electrónico Costado Dirección Zona Centro Inicar S.S.P.
DIBUJANTE:	Ing. Anderson A. A.
ZONA:	Rural
FECHA:	05/11/2017
VERSIÓN:	1.0
FORMATO:	Carta (8 1/2" x 11")
ESCALA:	1:10.000
TIPO:	Eléctrico
PLANO:	1 de 1



ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

Figura 45: Ubicación del centro porcicultor el picture, finca el paraíso, vereda los jardines, municipio de Fortul, departamento de Arauca. (fuente autor)

XIII.1.8 Centro porcicultor el picture, estructura civil

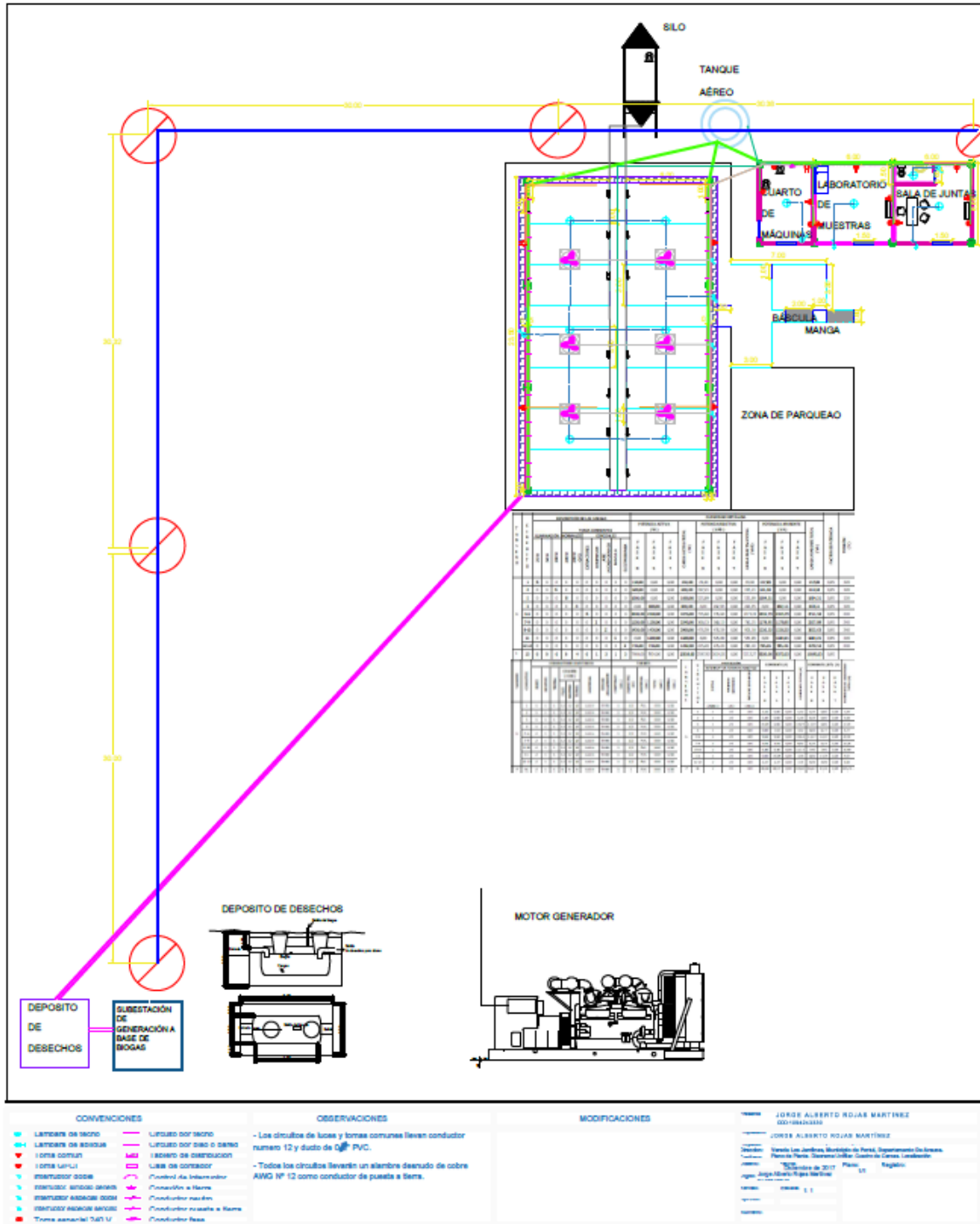


Figura 46: Centro porcicultor el picture, estructura civil. (fuente autor)

XIII.1.9 Diagrama unifilar del centro porcicultor el picure.

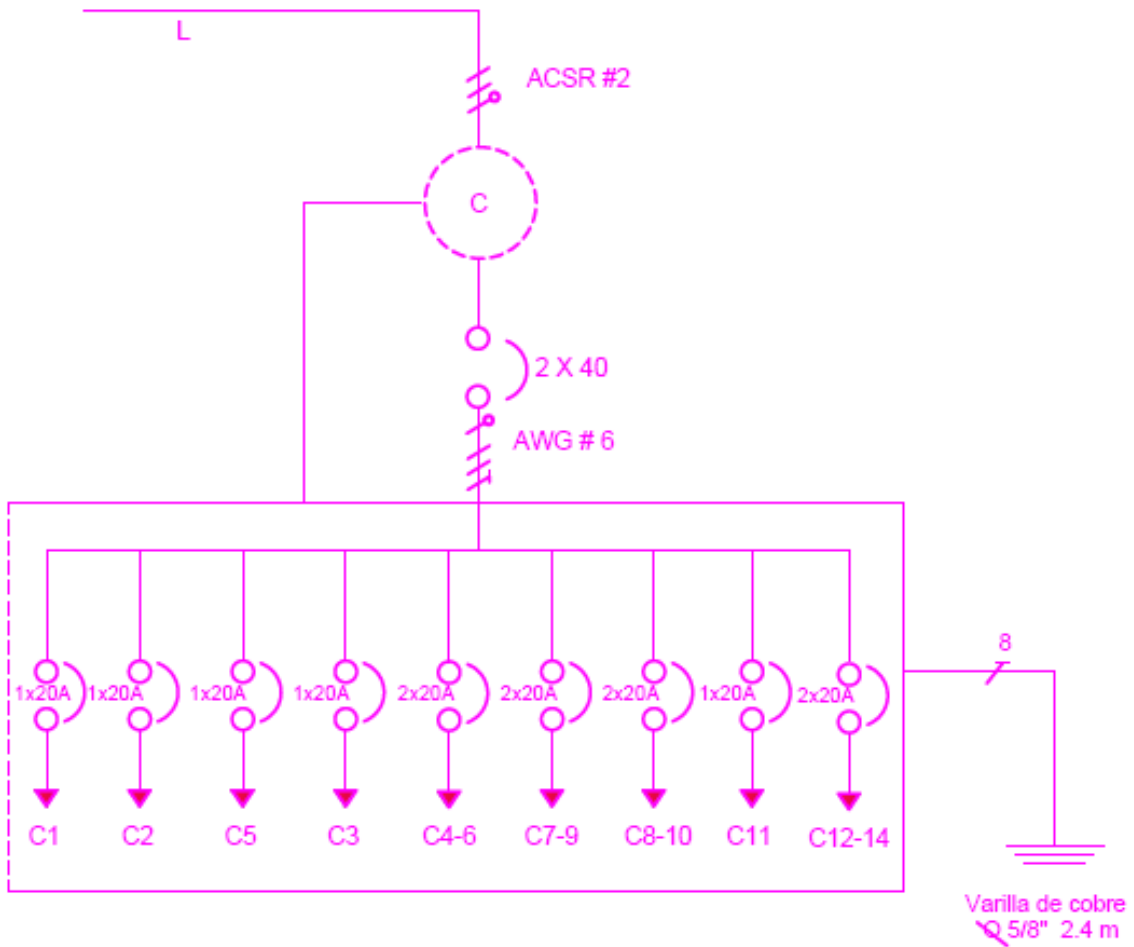


Figura 47: Diagrama unifilar del centro porcicultor el picure. (fuente autor)

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

ÍTEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL				VALOR UNITARIO	TOTAL	
				MATERIALES	MANO DE OBRA	E & H	TRANSPORTE			
PROYECTO: Electrificación del Centro Porcicultor El Picure de la vereda Los Jardines del municipio de Fortul del departamento de Arauca										
PRESUPUESTO GENERAL DE OBRAS										
RED DE MEDIA TENSION A 13 200 VOLTIOS										
1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO MT									
1.1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO ELÉCTRICO MT	Km	0,762	-	95.313	33.333	103.333	\$ 231.980	\$ 176.770,9	
2	APOYOS MT									
2.1	CONCRETO 3000 PSI (Incluye Material, Mano de Odra, y Herramientas y Equipo)	M3	3,51	333.900	79.637	12.170	367.650	\$ 793.357	\$ 2.784.681,5	
2.2	POSTE EN CONCRETO 12 M X 510 KG (Incluye suministro, transporte, u onces de limpieza u automata)	Und	7	709.140	38.627	9.440	326.300	\$ 1.083.507	\$ 7.584.548,0	
3	VESTIDA / ARMADA POSTES MT									
3.1	ESTRUCTURA 731 M REFERENCIA ICCEL (Incluye el Suministro, Transporte y Montaje de la Estructura)	Und	2	\$ 870.290,0	\$ 62.705,9	\$ 11.800,0	\$ 33.405,0	\$ 978.201	\$ 1.956.401,9	
3.2	ESTRUCTURA 513 ICCEL (Incluye el Suministro, Transporte y Montaje de la Estructura)	Und	2	\$ 605.926,0	\$ 62.705,9	\$ 11.800,0	\$ 37.335,0	\$ 717.767	\$ 1.435.533,9	
3.3	ESTRUCTURA 514 ICCEL (Incluye el Suministro, Transporte y Montaje de la Estructura)	Und	2	\$ 405.762,0	\$ 50.164,8	\$ 9.440,0	\$ 28.165,0	\$ 493.532	\$ 987.063,5	
3.4	ESTRUCTURA 710 ICCEL MONTAJE TRAFU LF CON PSI Y PROTECCIÓN DE TRASEO (Incluye Suministro, Transporte y Montaje de la Estructura)	Und	2	\$ 2.752.789,0	\$ 84.026,0	\$ 11.800,0	\$ 52.400,0	\$ 2.901.015	\$ 5.802.029,9	
3.5	ESTRUCTURA 5510 ICCEL (Incluye el Suministro, Transporte y Montaje de la Estructura)	Und	3	\$ 266.951,0	\$ 35.832,0	\$ 6.742,9	\$ 13.755,0	\$ 323.281	\$ 969.042,5	
4	TENDIDO RED MT									
4.1	CABLE ALSR 2 AWG (Incluye el tendido y tensionado en Red Primaria T. Hilo)	Km	1,570	1.708.000	566.444	37.500	218.247	\$ 2.530.190	\$ 3.971.742,5	
5	TEMPLATES MT									
5.1	TEMPLETE DIRECTO A TIERRA / MEDIA TENSION (Incluye Suministro, Transporte e Instalación)	Und	8	134.241	48.015	6.429	19.650	\$ 208.334	\$ 1.666.675,3	
SUBTOTALES				\$ 19.961.400,94	\$ 2.522.531,32	\$ 354.399,45	\$ 4.496.958,19		\$ 27.335.289,90	
TOTAL RED DE MEDIA TENSION A 13 200 VOLTIOS										
RED DE BAJA TENSION A 220/120 VOLTIOS										
6	VESTIDA / ARMADA POSTES BT									
6.1	ESTRUCTURA 617/619 CIRCUITO SECUNDARIO (Incluye el Suministro, Transporte y Montaje de la Estructura) (con cercha)	Und	2	\$ 39.282,5	\$ 25.082,4	\$ 4.720,0	\$ 5.240,0	\$ 74.325	\$ 148.649,8	
7	OTROS									
7.1	INSTALACIÓN DE USO FINAL VIVIENDA	Gl	1	3.400.000	1.500.000	300.000	200.000	\$ 5.400.000	\$ 5.400.000,0	
7.2	INSTALACIÓN DE USO FINAL CENTRO PORCICULTOR	Gl	1	12.000.000	4.500.000	500.000	400.000	\$ 17.400.000	\$ 17.400.000,0	
SUBTOTALES				\$ 15.478.565,00	\$ 6.050.164,76	\$ 809.440,00	\$ 610.480,00		\$ 22.948.649,76	
TOTAL RED DE BAJA TENSION A 220/120 VOLTIOS										
TRANSFORMACION 13200/220-120 VOLTIOS										
8	TRANSFORMADORES									
8.1	TRANSFORMADOR MONOFASICO 5 KVA 13200/240-120V (Incluye Suministro, Transporte e Instalación)	Und	1	\$ 2.004.480,0	\$ 339.448,2	\$ 30.000,0	\$ 64.190,0	\$ 2.438.118	\$ 2.438.118,2	
8.2	TRANSFORMADOR MONOFASICO 10KVA 13200/240-120V (Incluye Suministro, Transporte e Instalación)	Und	1	\$ 2.227.200,0	\$ 339.448,2	\$ 30.000,0	\$ 64.190,0	\$ 2.660.838	\$ 2.660.838,2	
SUBTOTALES				\$ 4.231.680,00	\$ 678.896,36	\$ 60.000,00	\$ 128.380,00		\$ 5.098.956,36	
TOTAL TRANSFORMACION 13200/220/120 VOLTIOS										
COSTOS DIRECTOS				\$ 39.671.645,94	\$ 9.251.592,45	\$ 1.223.839,45	\$ 5.235.818,19		\$ 55.382.896,03	
ADMINISTRACION								10%	\$ 5.538.288,00	
IMPREVISTOS								5%	\$ 2.769.144,80	
UTILIDAD								10%	\$ 5.538.288,00	
COSTOS INDIRECTOS									\$ 13.845.724,00	
SUBTOTAL 1 COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS									\$ 69.228.620,03	
								CERTIFICACIÓN RETIE	\$ 3.000.000,00	
								CONTRIBUCIÓN LEY 1106 DE 2006 Y LEY 1738 DE 2014:	5%	\$ 3.461.431,00
								VALOR TOTAL SOLICITADO	\$ 75.690.051,03	
TOTAL PROYECTO									\$ 75.690.051	

Tabla 35 Presupuesto electrificación del centro porcicultor el picure.

ELECTRIFICACIÓN DE UN CENTRO PORCICULTOR

AUTOR: JORGE ALBERTO ROJAS MARTÍNEZ

PRESUPUESTO			
PRODUCTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Aire acondicionado	2	\$900.000	\$1.800.000
Extractor de aire	8	\$263.000	\$2.104.000
Electrobomba	2	\$850.000	\$1.700.000
Bascula	1	\$5.000.000	\$5.000.000
Silo	1	\$7.000.000	\$7.000.000
Compresor	1	\$3.302.250	\$3.302.250
Dosificadores	14	\$15.000	\$210.000
Bebedero o chupete	28	\$9.500	\$266.000
Transformador de 30 KVA	1	\$2.291.900	\$2.291.900
Instalaciones de uso final	1	\$22.500.000	\$22.500.000
Biodigestor	1	\$8.000.000	\$8.000.000
Estructuras en BT	5	\$361.701	\$1.808.505
Generador MPOWER Diésel 19 KVA	1	\$15.000.000	\$15.000.000
Total			\$70.982.655

Tabla 36 Presupuesto electrificación centro porcicultor el picture con biogás.