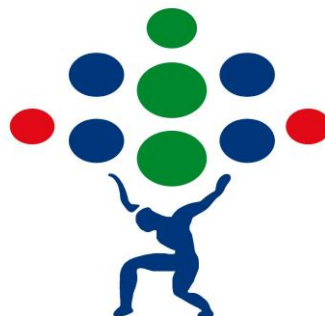




UNIVERSIDAD PRIVADA
DOMINGO SAVIO

INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE GRADO

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN
SISTEMA DE MICROGENERACION
PARA EL CONSUMO DE UNA PLANTA
INDUSTRIAL (FRIGORIFICO DE AVES).**

RODRIGO VILLEGAS PRADO

**Santa Cruz de la Sierra - Bolivia
2021**



INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE GRADO

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN
SISTEMA DE MICROGENERACION
PARA EL CONSUMO DE UNA PLANTA
INDUSTRIAL (FRIGORIFICO DE AVES).**

RODRIGO VILLEGAS PRADO

**Proyecto de grado para optar al grado de Licenciatura en
Ingeniería Industrial**

**Santa Cruz de la Sierra - Bolivia
2021**

ABSTRACT

TITULO : “Estudio de factibilidad de un sistema de micro generación para el autoconsumo en una planta industrial (frigorífico de aves).

AUTOR: Rodrigo Villegas Prado

PROBLEMÁTICA

El presente estudio técnico, económico y financiero tiene como finalidad la generación de energía eléctrica requerida en el sistema de producción de la plana frigorífico de aves La Enconada de la empresa SOFIA Ltda.

OBJETIVO GENERAL

Realizar un “Estudio de factibilidad de un sistema de micro generación para el autoconsumo en la planta frigorífico de aves La Enconada (FAE) SOFIA Ltda.”.

CONTENIDO

Se desarrolla el presente estudio elaborando el marco conceptual y legal para este proyecto y la elaboración del estudio de la materia prima determinando los requerimientos para la conversión de la energía química de gas en energía eléctrica en los grupos generadores. En el estudio de mercado se establece la demanda de energía eléctrica como base para el levantamiento de carga de energía requerida para la fuerza motriz de los equipos de la planta frigorífico.

El tamaño de mercado permite determinar el tamaño óptimo de la planta de micro generación cuya capacidad es empleada para determinar la planificación de la producción y planes agregados sobre la cual se determina el plan de requerimiento de materiales para la vida del proyecto (10 años).

Se determina la inversión total de la planta es de 4.753.161,6 \$us de la cual el 60 % será financiado por un ente financiero y el 40 % de aporte propio deduciéndose una tasa de interés de 8 % y 13 % respectivamente, la tasa ponderada resultante es del 11 % con la cual se actualizan los flujos netos del flujo de caja con financiamiento y con la tasa del 14 % se actualizan los flujos netos del flujo de caja sin financiamiento cuyos indicadores de evaluación es favorable ligeramente si este es financiado y no es rentable si este se ejecuta mediante fondos propios, denotando el efecto palanca sobre el proyecto.

CARRERA	: Ingeniería Industrial
PROFESOR GUIA	: Ing. Herlan Alejo Lamas
DESCRIPTORES O TEMAS	: Estudio técnico, económico y financiero
PERIODO DE INVESTIGACION	: De marzo hasta septiembre de 2019
E-MAIL DEL O LOS AUTORES	: Rodrigo.villegas@gmail.com

Agradecimientos

*En primer lugar A **Dios** Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.*

*En segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia, a mi **PADRE-NAPOLEON VILLEGAS R.**, a mi **MADRE – FRANSISCICA PRADO G.** a mis hijitas, a mi esposa y a mis hermanos (as) por haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me ha ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.*

Rodrigo Villegas Prado

Dedicatoria

Dedicado especialmente a mis padres por ser el pilar fundamental en todo, brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, como de la vida, por su incondicional apoyo de mis hermanos (as), a mis docentes con quienes adquirí mucho conocimiento y experiencia durante el tiempo que estuve en la universidad Domingo Savio, así mismo a la UPDS por haberme permitido realizar mis estudios académicos y formarme profesionalmente.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a todas las personas que aportaron con su granito de arena en conocimiento y apoyo incondicional.

Rodrigo Villegas Prado

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I	PÁG.
INTRODUCCIÓN	
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.3.1. Diagrama causa efecto	4
1.3.2. Esquema de la solución	5
1.4. OBJETIVOS	6
1.4.1. Objetivo General	6
1.4.2. Objetivos Específicos	7
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	7
1.5.1. Justificación Técnica	7
1.5.2. Justificación Económica	8
1.5.2.1. Beneficios para el consumidor (FAE Sofía Ltda.)	8
1.5.2.2. Beneficios para la planta generadora de energía eléctrica	11
1.5.3. Justificación Social	11
1.5.4. Justificación personal	12
1.6. LIMITES	12
1.6.1. Límite Geográfico	12
1.6.2. Límite Temporal	13
1.6.3. Límite Sustantivo	13
1.7. METODOLOGÍA	13
1.7.1. Tipo de Estudio	13
1.7.2. Investigación cualitativa	14
1.7.3. Método cuantitativo	14
1.8. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	15
1.8.1. Estudio retrospectivos	15

1.8.2.	Descriptivo	15
1.9.	FUENTES DE INFORMACIÓN	15
1.9.1.	Fuentes Primarias	15
1.9.2.	Fuentes Secundarias	15

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	MARCO REFERENCIAL	16
2.2.	FAENEO DE POLLOS	16
2.2.1.	Etapas del faeneo de pollos	16
2.2.2.	Recepción de pollos	16
2.2.3.	Colgado	17
2.2.4.	Escaldado	17
2.2.5.	Pelado	17
2.2.6.	Eviscerado	18
2.2.7.	Proceso de enfriamiento pre chiller y chiller	18
2.2.8.	Empaque	18
2.3.	SERVICIOS AUXILIARES	18
2.3.1.	Generación de vapor	19
2.3.2.	Refrigeración industrial	19
2.3.3.	Enfriamiento de agua-Chiller	19
2.3.4.	Máquinas de corriente alterna	20
2.3.5.	Alternador	20
2.4.	RESEÑA HISTÓRICA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	21
2.4.1.	Definición de la energía eléctrica	21
2.4.2.	Micro generación.....	22
2.4.3.	Proceso de funcionamiento de un generador de energía eléctrica	23
2.4.4.	Motor de combustión interna.....	25
2.4.5.	Parámetros geométricos	25

2.4.6.	Volumen de a cámara de combustión	26
2.4.7.	Relación de compresión	26
2.4.8.	Número y diámetro de válvulas	27
2.4.9.	Número de cilindros	27
2.4.10.	Disposición de los cilindros	27
2.4.11..	Cilindrada total	27
2.4.12..	Longitud y diámetro de colectores.....	28
2.5..	PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO.....	28
2.5.1.	Régimen de velocidad lineal media de pistón	28
2.5.2.	Grado de carga	29
2.5.3.	Grado de aire y rendimiento volumétrico.....	30
2.5.4.	Grado de combustible y poder calorífico	31
2.5.4.1.	Poder calorífico superior (PCS).....	32
2.5.4.2.	Poder calorífico inferior (PCI)	32
2.5.4.3.	Presión de admisión.....	33
2.5.4.4.	Potencia efectiva.....	33
2.5.4.5.	Trabajo efectivo.....	34
2.5.4.6.	Rendimiento efectivo.....	34
2.5.4.7.	Consumo específico.....	35
2.5.5.	Parámetros de funcionamiento	35
2.5.5.1.	Parámetros indicados y efectivos.....	35
2.6.	SISTEMA DE REFRIGERACION PARA MOTOR DE COMBUSTIÓN..	36
2.6.1.	Alternador.....	37
2.6.2.	Depósito de combustible y bancada.....	37
2.6.3.	Sistema de control.....	37
2.6.4.	Interruptor automático de salida.....	37
2.6.5.	Regulación del motor	37
2.6.6.	Autoconsumo	38

2.7.	MOTORES A GAS NATURAL	39
2.7.1.	Gas natural.....	39
2.7.2.	Emisiones contaminantes	39
2.7.3.	Media tensión.....	40
2.7.4.	Baja tensión	40
2.7.5.	La ley de ohm.....	40
2.7.6.	Resistencia eléctrica	41
2.8.	TRANSFORMADORES	42
2.8.1.	Potencia activa	42
2.8.2.	Ecuación de la potencia en línea monofásica	42
2.8.3.	Ecuación para cálculo de potencia en línea trifásica.....	43
2.8.4.	Potencia aparente	43
2.8.5.	Ecuación para el cálculo de la potencia aparente	44
2.8.6.	Potencia reactiva.....	44
2.8.6.1	Ecuación para el cálculo de potencia reactiva	44
2.8.7.	Factor de potencia.....	45
2.8.7.1	Ecuación para el cálculo del factor de potencia en la línea.....	46
2.8.8.	Intensidad de corriente.....	46
2.8.8.1.	Ecuación para el cálculo de la intensidad de corriente trifásica	47
2.8.9.	Tensión eléctrica	47
2.8.10.	Tensión continua.....	48
2.8.11.	Tensión alterna.....	48
2.8.12.	Diferencia de potencial (tensión o voltaje).....	48
2.9.	INSTALACIONES MONOFÁSICAS	49
2.9.1	Instalaciones trifásicas	49
2.9.2	Línea neutra	49
2.9.3	Caídas de tensión	50
2.9.4	Frecuencia	52

2.9.5	Motores de alta eficiencia.....	53
2.10	LUMINARIAS DE ALTO RENDIMIENTO	55
2.11	EFEECTO JOULE	56
2.12	DEMANDA Y DEMANDA MÀXIMA KW)	56
2.12.1	Costo de la demanda máxima.....	57
2.12.2	Factor de carga	57
2.12.3	Ecuación de la demanda promedio	58
2.12.4	Gestión de carga	58
2.13	AÑO ELECTRICO	59
2.13.1	horas punta y fuera de punta	60
2.13.2	Finalidad de la medición en horas punta y fuera de punta	60
2.13.3	Despacho de generación de energía eléctrica del SIN	61
2.14	MARCO CONCEPTUAL	61
2.14.1	Proyecto de factibilidad	62
2.14.2	Perfil de proyecto	62
2.14.3	Empresa.....	62
2.14.4.	Mercado	62
2.14.5	Oferta	63
2.14.6.	Demanda	63
2.14.7.	Proyección	63
2.14.8.	Punto de equilibrio	64
2.14.9.	Utilidad	64
2.14.10.	Precios	64
2.15.	TAMAÑO DEL PROYECTO.....	65
2.15.1.	Localización del proyecto	65
2.15.2.	Macro localización.....	66
2.15.3.	Micro localización	66
2.15.4.	Factores localizaciones	66

2.16.	PROCESOS.....	67
2.17.	INVERSIÓN	67
2.17.1.	Inversión fija	67
2.17.2	Inversión diferida.....	68
2.17.3	Capital de operación	68
2.18.	COSTOS	68
2.18.1.	Costos Fijo	68
2.18.2.	Costos Variables	69
2.18.3.	Costo unitario	69
2.18.4.	Ingreso	69
2.19.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	69
2.19.1.	Valor Actual Neto (VAN).....	69
2.20.	ORGANIZACIÓN.....	70

CAPÍTULO III

MATERIA PRIMA

3.1.	INTRODUCCION	71
3.1.1	Micro generación	71
3.2.	PROPIEDADES DEL GAS.....	72
3.2.1	Gas natural.....	73
3.3.	CROMATOGRAFÍA DE GAS	74
3.3.1.	Calidad del gas natural.....	76
3.3.2.	Uso industrial del gas natural	77
3.4.	DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN BOLIVIA.....	78
3.5.	CONSUMO DE GAS EN PLANTA SOFÍA	82
3.5.1.	Demanda histórica de consumo de gas natural anual.....	84

CAPITULO IV

ESTUDIO DE MERCADO

4.1.	INTRODUCCION	85
4.2.	DEMANDA DE ENERGÍA	86
4.2.1.	Determinación de la demanda máxima	86
4.2.2.	Centros de consumo	88
4.2.2.1	Consumo eléctrico de refrigeración en Chiller.....	88
4.2.2.2	Consumo eléctrico en cámaras de conservación	88
4.2.2.3	Consumo eléctrico en cámaras de congelamiento.....	89
4.2.2.4	Consumo eléctrico en el faeno	89
4.2.2.5	Consumo eléctrico en proceso de subproducto	89
4.2.2.6	Consumo eléctrico en sala de bombas de agua	90
4.2.2.7	Consumo eléctrico en el departamento de mantenimiento	90
4.2.2.8	Consumo eléctrico en el lavado de envases	90
4.2.2.9	Consumo eléctrico en el departamento de administración.....	90
4.2.2.10	Consumo eléctrico en el tratamiento de agua	90
4.3.	OFERTA (CRE).....	91
4.4.	DEMANDA POTENCIAL	92
4.4.1.	Proyección de la demanda.....	94

CAPÍTULO V

TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

5.1.	TAMAÑO	96
5.1.1.	Tamaño óptimo	97
5.1.2.	Demanda de potencia	97
5.2.	LOCALIZACIÓN	100
5.2.1.	Macro Localización.....	100
5.2.2..	Micro Localización.....	102

CAPITULO VI

INGENIERIA DEL PROYECTO

6.1.	INTRODUCCION	106
6.2.	GENERACIÓN DE ENERGÍA	106
6.3.	PROCESO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	107
6.3.1.	Generación mediante combustión a gas natural	108
6.3.2.	Admisión de gas natural y oxígeno	109
6.3.3.	Combustión	110
6.4.	BALANCE DE ENERGÍA	111
6.4.1.	Exceso de aire	112
6.5.	BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA	113
6.5.1.	Balance de masa	114
6.5.2.	Cálculo de aire	115
6.6.	REQUERIMIENTO DE MAQUINARIA	117
6.6.1.	Generador eléctrico	115
6.6.2.	Transformador estacionario de potencia	119
6.6.3.	Confiabilidad del equipo	119
6.6.4.	Descripción de máquinas requeridas del proyecto	120
6.7.	PLAN DE PRODUCCIÓN	123
6.8.	DEMANDA DE ENERGÍA EN LA PLANTA FAE	124
6.8.1.	Demanda de potencia.	125
6.8.2.	Gestión de carga.	126
6.9.	REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	127
6.9.1.	Cálculo de la potencia activa de la planta FAE.	128
6.9.2.	Potencia aparente	129
6.9.3.	Potencia reactiva.....	129
6.9.4.	Factor de potencia reactiva	130
6.9.5.	Factor de carga	132
6.9.6.	Disponibilidad de potencia en transformadores	134

6.10.	REQUERIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA	134
6.10.1.	Infraestructura grupos generadores	134
6.10.2.	Infraestructura para transformadores de potencia	134
6.10.3.	Infraestructura para la sala de control y oficinas	135
6.10.4.	Infraestructura portería e ingreso de personal	136
6.10.5.	Infraestructura enmallado perímetro la planta.....	136
6.11.	REQUERIMIENTO DE PERSONAL.....	137

CAPITULO VII

INVERSIONES DEL PROYECTO

7.1.	INVERSIONES	138
7.2.	INVERSIÓN FIJA	138
7.2.1.	Terreno	138
7.2.2.	Obras civiles.....	139
7.2.3.	Maquinaria y equipos de producción.....	139
7.2.4.	Muebles y enseres	140
7.2.5.	Inversión en equipos de oficina	141
7.2.6.	Inversión en equipos de comunicación	141
7.2.7.	Inversión en vehículos	141
7.2.8.	Instalaciones complementarias	142
7.2.9.	Equipos de seguridad.....	143
7.2.10.	Herramientas.....	144
7.2.11.	Imprevistos.....	145
7.2.12.	Resumen de inversión fija.....	145
7.3.	INVERSIÓN DIFERIDA.....	145
7.3.1.	Constitución de sociedad	146
7.3.2.	Estudio realizado	146
7.3.3.	Diseño final	147
7.3.4.	Gastos preoperativos	147

7.4.	CAPITAL DE TRABAJO	147
7.5.	INVERSION TOTAL DEL PROYECTO	148

CAPITULO VIII

FINANCIAMIENTO

8.1.	ESTRUCTURA DE CAPITLA DEL PROYECTO	149
8.2.	ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO	150
8.2.1.	Análisis de las alternativas de crédito	150
8.2.2.	Características y condiciones particulares del crédito elegido	151
8.2.3.	Servicio de la deuda.....	152
8.3.	CUADRO DE FUENTES Y USOS.....	153

CAPITULO IX

PRESUPUESTO DE COSTOS E INGRESOS

9.1.	INTRODUCCIÓN	154
9.2.	COSTOS FIJOS	154
9.2.1.	Sueldos y salarios de la mano de obra indirecta.....	154
9.2.2.	Costo de seguros	155
9.2.3.	Costo de mantenimiento	155
9.2.4.	Costo de depreciación	156
9.2.5.	Costo de comunicación	157
9.2.6.	Amortización de la inversión diferida.....	157
9.2.7.	Costo de ropa de trabajo.....	158
9.2.8.	Costo de combustible para vehículo	158
9.2.9.	Amortización e intereses del préstamo	158
9.2.10.	Imprevistos.....	159
9.2.11.	Costos fijos proyectados	159
9.3.	COSTOS VARIABLES	160
9.3.1.	Costos proyectados de gas.....	160

9.3.2.	Costo de la mano de obra directa	160
9.3.3.	Costo variable del agua.....	161
9.3.4.	Resumen de los costos variables	161
9.4.	COSTOS TOTALES Y UNITARIOS	162
9.4.	INGRESOS	162
9.6.	PUNTO DE EQUILIBRIO	163

CAPITULO X

EVALUACION ECONÓMICA Y FINANCIERA

10.1	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	164
10.1.1	Determinación de costos del capital de mercado	164
10.2	ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	165
10.3	EVALUACIÓN FINANCIERA	166
10.4	EVALUACIÓN ECONÓMICA	168
10.4.1.	Valor Actual Neto	168
10.4.2.	Tasa interna de retorno	170
10.4.3.	Periodo de recuperación de la inversión	171
10.5.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	172
10.5.1.	Análisis de sensibilidad técnica	173

CAPITULO XI

ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

11.1.	DESCRIPCIÓN Y TIPO DE EMPRESA	176
11.2.	ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	179
11.3.	MANUAL DE FUNCIONES	179
11.3.1.	Administrador	180
11.3.2.	Secretaria	181
11.3.3.	Jefe de planta	182
11.3.4.	Técnicos electromecánicos	183

CAPITULO XII

IMPACTO AMBIENTAL

12.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	185
12.2.	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS	186
12.3.	VALORACIÓN DE IMPACTOS	187
12.4.	RESUMEN EJECUTIVO DE IMPACTO AMBIENTAL	187
12.4.1.	Plan de manejo ambiental	187

CAPITULO XIII

SEGURIDAD INDUSTRIAL

13.1.	PRECAUCIONES DE OPERACIÓN	189
13.2.	PRECAUCIONES EN PROCESO DE MANTENIMIENTO	190
13.3.	RIESGOS DE INCENDIO, QUEMADURAS Y EXPLOSIÓN	192

CAPITULO IX

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1.	CONCLUSIONES.....	193
14.2.	RECOMENDACIONES	195

BIBLIOGRAFIA

WEBLOGRAFIA

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁG.
CUADRO N° I.1	CONSUMO DE ENERGIA EN FRIGORÍFICO FAE 2
CUADRO N° I.2	PÉRDIDAS ECONÓMICAS AÑO POR CORTES DE ENERGIA 8
CUADRO N° I.3	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICA DEL COSTO DE ENERGIA CON UN ÍNDICE DE INCREMENTO ANUAL DEL 4 % DE CRE..... 9
CUADRO N° I.4	IMPORTE DE PAGO DE CONSUMO DE ENERGIA EN 10 AÑOS 9
CUADRO N° I.5	IMPORTE POR PAGO DE CONSUMO DE ENERGIA EN DIEZ AÑOS A LA CRE..... 10
CUADRO N° I.6	AHORRO EN COSTO DE ENERGIA..... 11
CUADRO N° II.1	HORAS PUNTA Y FUERA DE PUNTA 60
CUADRO N° III.1	COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL 72
CUADRO N° III.2	CONSUMO MENSUAL DE GAS AÑO 2017 83
CUADRO N° III.3	CONSUMO HISTORICO DE GAS EN FAE 84
CUADRO N° III.4	PROYECCIÓN DE GAS Y ENERGÍA PARA GRUPOS ELECTRÓGENO (2021-2030) 84
CUADRO N° IV.1	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN KWH DEL FRIGORÍFICO DE AVES LA ENCONADA (2020) 91
CUADRO N° IV.2	DATOS HISTÓRICOS DE LA DEMANDA DE ENERGÍA (2015-2020) 92
CUADRO N° IV 3	DEMANDA PROYECTADA DE ENERGÍA (2021-2030) 94
CUADRO N° V.1	CONSUMO DE ENERGÍA AÑO 2020 96
CUADRO N° V.2	GESTIÓN DE CARGA DE FAENO ELECTRICO OCTUBRE 2019 A NOVIEMBRE 2020..... 98
CUADRO N° V.3	FACTORES DE LOCALIZACIÓN Y PONDERACIONES... 104

CUADRO N° VI.1	AIRE DE COMBUSTIÓN NECESARIO PARA EL GAS NATURAL.....	112
CUADRO N° VI.2	CONSUMO DE GAS NATURAL	113
CUADRO N° VI.3	COMPOSICIÓN ENERGÉTICA DEL GAS.....	114
CUADRO N° VI.4	BALANCE DE MASA DE COMBUSTIÓN AL 100 % DE AIRE	114
CUADRO N° VI.5	COMPOSICIÓN DEL GAS DE COMBUSTIÓN CON AIRE AL 100 %.....	116
CUADRO N° VI.6	DATOS TÉCNICOS EL GENERADOR	118
CUADRO N° VI.7	DATOS TÉCNICOS DEL TRANSFORMADOR.....	119
CUADRO N° VI.8	DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIAS	120
CUADRO N° VI.9	PLAN ANUAL DE PRODUCCIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA	124
CUADRO N° VI.10	POTENCIA DE CARGA Y REQUERIMIENTO DE GAS NATURAL.....	127
CUADRO N° VI.11	PROYECCIÓN DE CONSUMO DE GAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	128
CUADRO N° VI.12	CONSUMO DE GAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	128
CUADRO N° VI.13	FACTOR DE CARGA PARA EL AÑO 2020	133
CUADRO N° VI.14	CAPACIDAD DE TRANSFORMADORES.....	134
CUADRO N° VI.15	RESUMEN DEL LAYOUT DE LA PLANTA.....	137
CUADRO N° VI.16	REQUERIMIENTO DE PERSONAL.....	137
CUADRO N° VII.1	INVERSIÓN EN CONSTRUCCIONES CIVILES	139
CUADRO N° VII.2	INVERSIÓN EN MAQUINARIA Y EQUIPOS EXPRESADO EN DÓLARES	140
CUADRO N° VII.3	INVERSIÓN EN MUEBLES Y ENSERES	140
CUADRO N° VII.4	INVERSIÓN EN EQUIPOS DE OFICINA.	141
CUADRO N° VII.5	INVERSIÓN EN EQUIPOS DE COMUNICACIÓN.	141

CUADRO N° VII.6	INVERSIÓN EN VEHÍCULO	142
CUADRO N° VII.7	INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS	142
CUADRO N° VII.8	INVERSIÓN EN EQUIPOS DE SEGURIDAD	143
CUADRO N° VII.9	REQUERIMIENTO DE EXTINTORES	143
CUADRO N° VII.10	INVERSIÓN EN HERRAMIENTAS	144
CUADRO N° VII.11	RESUMEN DE INVERSION FIJA	145
CUADRO N° VII.12	RESUMEN DE INVERSION DIFERIDA	146
CUADRO N° VII.13	CONSTITUCION DE SOCIEDAD	146
CUADRO N° VII.14	GASTOS PRE - OPERATIVOS.....	147
CUADRO N° VII.15	CAPITAL DE TRABAJO	148
CUADRO N° VII.16	INVERSION TOTAL DEL PROYECTO	148
CUADRO N° VIII.1	ESTRUCTURA DE LA INVERSION (\$US)	149
CUADRO N° VIII.2	SERVICIO A LA DEUDA	152
CUADRO N° VIII.3	FUENTE Y USO DE FONDOS.....	153
CUADRO N° IX.1	CARGAS SOCIALES	154
CUADRO N° IX.2	COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA.....	155
CUADRO N° IX.3	COSTO DE SEGUROS.....	155
CUADRO N° IX.4	COSTO DE MANTENIMIENTO DE GENERADORES	156
CUADRO N° IX.5	COSTO DE MANTENIMIENTO DE OBRAS/VEHÍCULO ...	156
CUADRO N° IX.6	COSTO DE DEPRECIACIÓN ANUAL	157
CUADRO N° IX.7	COSTO DE AMORTIZACIÓN DIFERIDA.....	157
CUADRO N° IX.8	COSTO DE ROPA DE TRABAJO	158
CUADRO N° IX.9	COSTO DE COMBUSTIBLE.....	158
CUADRO N° IX.10	AMORTIZACION DE INTERESES DEL PRESTAMO.....	158
CUADRO N° IX.11	COSTOS FIJOS PROYECTADOS.....	159
CUADRO N° IX.12	COSTOS DE GAS NATURAL PROYECTADO	160
CUADRO N° IX.13	COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA	160
CUADRO N° IX.14	COSTOS DE AGUA PARA PROCESOS	161

CUADRO N° IX.15	COSTOS VARIABLES PROYECTADOS	161
CUADRO N° IX.16	COSTOS TOTALES Y UNITARIO DE PRODUCCIÓN	162
CUADRO N° IX.17	INGRESOS PROYECTADOS	163
CUADRO N° IX.17	PUNTO DE EQUILIBRIO	163
CUADRO N° X.1	DETERMINACIÓN DE LA TASA DE ACTUALIZACIÓN	164
CUADRO N° X.2	ESTADO DE RESULTADO FINANCIERO	165
CUADRO N° X.3	ESTADO DE RESULTADO ECONÓMICO	166
CUADRO N° X.4	FLUJO DE FONDO CON FINANCIAMIENTO	167
CUADRO N° X.5	FLUJO DE FONDO SIN FINANCIAMIENTO	169
CUADRO N° X.6	VALOR ACTUAL NETO CON/SIN FINANCIAMIENTO	170
CUADRO N° X.7	TASA INTERNA DE RETORNO CON Y SIN FINANCIAMIENTO	170
CUADRO N° X.8	TIEMPO DE REPAGO	171
CUADRO N° X.9	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE LA INVERSIÓN INICIAL	172
CUADRO N° X.10	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE LOS COSTOS Y GASTOS EN + 10 %	173
CUADRO N° X.11	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EN LOS INGRESOS	173
CUADRO N° X.12	COSTOS EN INCREMENTO DEL 6 % DE LA TARIFA ANUAL DE C.R.E	174
CUADRO N° X.13	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EN INCREMENTO DEL 6 % DE LA TARIFA ANUAL DE C.R.E	174
CUADRO N° X.14	COSTOS EN INCREMENTO DEL 8 % DE LA TARIFA ANUAL DE C.R.E	175

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

	PÁG.
DIAGRAMA N° I.1 ARBOL DEL PROBLEMA	5
DIAGRAMA N° I.2 ARBOL DE SOLUCIÓN.....	6
DIAGRAMA N° III.1 CONSUMO MENSUAL DE GAS EN FAE-2020.....	83
DIAGRAMA N° V.1 DEMANDA DE POTENCIA NOV. 2019 A NOV.2020	98
DIAGRAMA N° VI.1 BALANCE DE ENERGÍA AL 100 % DE AIRE.....	112
DIAGRAMA N° VI.2 BALANCE DE MASA DE COMBUSTIÓN AL 100 % DE AIRE	116
DIAGRAMA N° VI.3 LAY OUT DE LA PLANTA.....	136
DIAGRAMA N° XI.3 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	179

ÍNDICE DE IMAGENES

	PÁG.
IMAGEN N° I.1 UBICACIÓN DE LA PLANTA FAE	13
IMAGEN N° II.1 GENERADOR ELÉCTRICO.....	24
IMAGEN N° II.2 DESPLAZAMIENTO DE PISTON	25
IMAGEN N° II.3 MOTORES DE REFRIGERACIÓN	36
IMAGEN N° II.4 SISTEMA DE MICROGENERACIÓN.....	38
IMAGEN N° III.1 CROMATOGRAFO DE GASES	75
IMAGEN N° VI.1 GENERACIÓN TERMOELÉCTRICA	108
IMAGEN N° VI.2 GENERADOR TERMoeLECTRICO MTU ONSITY	118
IMAGEN N° VI.3 GENERADOR TERMoeLECTRICO MTU ONSITY	122
IMAGEN N° VI.4 DISPOSICIÓN DE GRUPOS GENERADORES.....	122

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	PÁG.
GRÁFICO N° II.1	DEMANDA MÁXIMA 57
GRÁFICO N° II.2	CURVA DE CARGA MANEJO DE POTENCIA EN HORAS PUNTA 59
GRÁFICO N° II.3	AÑO ELÉCTRICO 60
GRÁFICO N° II.4	DESPACHO DE GENERADORES EN EL SIN 61
GRÁFICO N° IV.1	DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA 87
GRÁFICO N° IV.2	DATOS HISTÓRICOS DE LA DEMANDA DE ENERGÍA..... 93
GRÁFICO N° IV.3	DEMANDA PROYECTADA DE ENERGÍA..... 96

INTRODUCCIÓN