



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS PEAK SHAVING EN LA EMPRESA
PROLATD.”**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero
Eléctrico en Sistemas Eléctricos de Potencia

Autores:

Quinatoa Lema Freddy David.

Chugcho Guato Segundo Daniel.

Tutor:

Ing. MSc. Gabriel Napoleón Pesantez Palacios

Latacunga - Ecuador

Julio 2019



DECLARACIÓN DE AUTORÍA



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Eléctrica

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Quinatoa Lema Freddy David con cedula de identidad N° 050396494-2 y Chugcho Guato Segundo Daniel con cedula de identidad N° 180393006-2 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: "ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS PEAK SHAVING EN LA EMPRESA PROLATD.", siendo Ing. MSc. Gabriel Napoleón Pesantez Palacios director del presente trabajo; y excuso expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Quinatoa Lema Freddy David
C. I. 050396494-2

Chugcho Guato Segundo Daniel
C. I. 180393006-2

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Eléctrica


AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS PEAK SHAVING EN LA EMPRESA PROLATD.”

De los señores; Quinatoa Lema Freddy David y Chugcho Guato Segundo Daniel, de la carrera de Ingeniería Eléctrica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, julio de 2019.



Ing. MSc. Gabriel Napoleón Pesantez Palacios

Tutor del proyecto de Investigación

C.I. 030189388-9

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CTYA); por cuanto, los postulantes: Quinatoa Lema Freddy David y Chugcho Guato Segundo Daniel con el título de Proyecto de Investigación: "ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS PEAK SHAVING EN LA EMPRESA PROLATD." han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, julio de 2019.

Para constancia firmar:

Lector 1
Ing. MSc. Edwin Lema
C.C: 030224135-1

Lector 2
Ing. MSc. Carlos Quinatoa
C.C: 050328786-4

Lector 3
Ing. MSc. Franklin Vásquez
C.C: 171043449-7

AVAL DE LA EMPRESA


PROLATD

CERTIFICADO

En calidad de Jefe de Producción de la Empresa PROLATD, yo Edgar Quinatoa certifico que los Sres. Quinatoa Lema Freddy David, con C.I.050396494-2, y Chugcho Guato Segundo Daniel, con C.I.180393006-2, de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la carrera de Ingeniería Eléctrica realizó el Proyecto de investigación con el tema "ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS PEAK SHAVING EN LA EMPRESA PROLATD." En las instalaciones, aportando con requerimientos para mejora de los procesos productivos de la Empresa.

Esto es todo que puedo certificar facultando a los portadores del presente documento hacer uso en cualquier acto lícito que creyera conveniente.

Latacunga, 12 de julio de 2019.



N° 18696-ALN-0518

Ing. Edgar Quinatoa

C.I: 050324979-9

JEFE DE PRODUCCIÓN.

AGRADECIMIENTO

A dios porque me dio la oportunidad de crecer en medio de una familia que me ama y me apoya, por sus bendiciones y por la fortaleza que me ha dado para cumplir esta meta; por estar presente en cada paso que doy, por darme fortaleza y sobre todo sabiduría para tomar decisiones y afrontar dificultades.

A mis padres por el esfuerzo extraordinario que han puesto por darme lo necesario, por sus consejos su apoyo incondicional; que siempre tuvieron una frase de aliento para motivarme a seguir adelante a pesar de las adversidades, sin su apoyo hubiera sido imposible lograr esta meta.

¡Gracias por su admirable esfuerzo!

A los docentes que nos han guiado acertadamente para finalizar este proyecto, compañeros y amigos con los que compartí grandes momentos a lo largo de mi carrera, gracias por la paciencia la confianza y el apoyo que depositaron en mí, gracias infinitas por ser parte de mi vida.

Daniel

DEDICATORIA

Con toda la humildad dedico este proyecto a:

Dios por darme la oportunidad de vivir día tras día, A mis queridos padres; quienes con sus sabios consejos me han formado en la vida y me han enseñado que las cosas se obtienen con esfuerzo y dedicación, a la vida que a pesar de los malos momentos siempre supo cuando enviar a las personas adecuadas para sobrellevar cada situación y enseñarme que lo importante es siempre continuar.

Daniel

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios, por darme la sabiduría y la fortaleza para poder culminar con el sueño que me he propuesto, a mis padres y hermano porque han contribuido positivamente para llevar a cabo esta difícil tarea.

Mis sinceros agradecimientos a los catedráticos de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad de Ciencias facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Carrera de Ingeniería Eléctrica y de igual manera a todos sus docentes que han impartido conocimientos en mi persona.

A la vez quiero manifestar mi agradecimiento a Ing. MSc. Gabriel Pesantez por su ayuda y sugerencias para la realización de esta investigación.

Quiero manifestar cordiales agradecimientos a quienes conforman la empresa Prolad por permitir realizar el tema de investigación y así llevar a cabo la finalización de esta etapa universitaria.

Quinatoa L. Freddy D.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a Dios, a la Virgen del Quinche por las bendiciones y razones recibidas para finalizar con éxito este gran propósito.

A mi padre Olmedo Quinatoa a mi madre Luz María Lema, que con sus amor infinito y apoyo incondicional han estado siempre en las buenas y malas, durante todo el trayecto recorrido.

A mis hermanos porque siempre han apoyado dándome fuerza en cada paso de mi existencia, proporcionándome palabras de aliento en los momentos difíciles, ayudándome a superar los obstáculos para llegar a culminar una etapa más de la vida.

A mis sobrinos por brindarme el apoyo y estar pendiente de mi durante del proceso educativo.

Responsable siempre de la vida.

Quinatoa L Freddy D.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE LA EMPRESA	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xix
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
5.1 Situación Problemática.....	4
5.2 Planteamiento del Problema.....	4
6. OBJETIVOS:.....	5
6.1 General.....	5
6.2 Específicos	5

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
8.1 Introducción	6
8.2 Prolatd.	9
8.3 Métodos de Reducción de Demanda Eléctrica (Peak Shaving)	9
8.3.1 Movimiento de Procesos Productivos.....	10
8.3.2 Autogeneración	10
8.3.2.1 Autogeneración en Horario Pico.....	11
8.3.2.1.1 Standby (En espera).	11
8.3.2.1.2 Emergency Standby Power (Potencia en espera de emergencia).	12
8.3.2.1.3 Critical Standby (Espera crítica).....	12
8.3.2.1.4 Grupo Electrónico Prime (Principal)..	13
8.3.2.1.5 Grupo Electrónico Continuous (Continuo).....	13
8.3.3 Cogeneración	14
8.3.3.1 Ventajas de los Sistemas de Cogeneración.....	15
8.3.3.2 Cogeneración con Turbina de Gas.....	15
8.3.3.3 Cogeneración con Turbina de Vapor	16
8.3.3.4 Cogeneración en Ciclo Combinado	16
8.3.4 Almacenamiento con Banco de Baterías	17
8.4 Casos de Aplicación de las Estrategias Peak Shaving.	18
8.4.1 Aplicación de las Estrategias Peak Shaving de respuesta de demanda en Estados Unidos.....	18
8.4.2 Aplicación de las Estrategias Peak Shaving en Francia	18
8.4.3 Aplicación Peak Shaving en Argentina	20
8.5 Cuadro Comparativo de la Aplicación Peak Shaving en otros Países.....	21

8.6 Tarifa Horaria en el Ecuador	21
8.7 Alternativas de Ajuste de forma de Carga.....	22
8.7.1 Peak Clipping (Recorte de pico)	22
8.7.2 Valley Filling (Llenado del período valle)	23
8.7.3 Load Shifting (Desplazamiento de carga)	23
8.7.4 Strategic Conservation (Conservación estratégica)	24
8.7.5 Strategic Growth (Crecimiento estratégico)	24
9. HIPÓTESIS:	24
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑOS EXPERIMENTAL	25
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	25
11.1 Descripción de la Fábrica.....	26
11.1.1 Levantamiento de Carga	26
11.1.2 Mediciones Realizadas para la Fábrica.....	28
11.1.3 Características del Analizador de Redes Fluke 435 II.....	29
11.1.4 Curva de Carga de la Fábrica Prolatd	29
11.1.5 Energía Consumida por Proceso.....	30
11.1.6 Consumo de Potencia.....	31
11.1.7 Consumo de Energía.....	33
11.1.8 Maquinarias y Equipos	34
11.1.9 Energía Consumida por Procesos	35
11.2 Análisis de Costos de Energía Eléctrica.....	36
11.2.1 Tarifa Eléctrica para la Fábrica.....	36
11.2.2 Energía en Función de Costos	37
11.2.3 Costos de Generación con Grupo Electrónico a Gasolina	37
11.2.4 Costos de Generación con Grupo Electrónico a Diésel	37
11.3 Análisis de costos de operación	38

11.4 Estudio de Métodos (Peak Shaving) en la Empresa Prolatd.	39
11.4.1 Métodos de Evaluación de Inversiones	40
11.4.2 Valor Actual Neto	40
11.4.3 Tasa Interna de Retorno	40
11.5 CASO 1: Generación con Gasolina.....	44
11.5.1 Grupo Electrónico Hyundai.	44
11.5.2 Grupo Electrónico Acert.	46
11.5.3 Grupo Electrónico Weichai.....	48
11.5.4 Comparación de Resultados	50
11.6 CASO 2 Generación con Diésel.....	50
11.6.1 Grupo Electrónico Power-Friend.	51
11.6.2 Grupo Electrónico Cummins.	52
11.6.3 Grupo Electrónico Hyundai.	54
11.6.4 Comparación de Resultados.....	56
11.7 CASO 3 Almacenamiento con Baterías.	57
11.7.1 Grupo de Baterías U-Power.	57
11.7.2 Grupo de Baterías ANERM.....	59
11.7.3 Grupo de Baterías BLUESUN.....	61
11.7.4 Comparación de Resultados	63
11.8 Simulación representativa del caso de estudio	64
11.8.1 Simulación en programa Neplan.....	65
11.8.2 Simulación en programa ETAP banco de baterías	66
12. IMPACTOS (TECNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS)	67
13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	67
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
15. BIBLIOGRAFÍA	70
16. ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sistema de Tareas en relación a los objetivos Planteados.....	5
Tabla 2: Aplicación Peak Shaving en otros países.....	21
Tabla 3: Técnicas e instrumento a emplear en el proyecto.	25
Tabla 4: Levantamiento de Carga de la Fábrica Prolatd.	27
Tabla 5: Estimación de Energía Consumida por la Fábrica	30
Tabla 6: Costos de tarifa horaria por distribución de energía eléctrica.....	36
Tabla 7: Análisis económico del TIR y VAN Grupo Electrónico Hyundai.....	45
Tabla 8: Análisis económico del TIR y VAN Grupo Electrónico Acert.	47
Tabla 9: Análisis económico del TIR y VAN Grupo Electrónico Weichai.....	49
Tabla 10: Análisis económico del TIR y VAN Grupos Electrónicos a Gasolina.....	50
Tabla 11: Análisis económico del TIR y VAN Grupo Electrónico Power - Friend.....	52
Tabla 12: Análisis económico del TIR y VAN Grupo Electrónico Cummis.	53
Tabla 13: Análisis económico del TIR y VAN Grupo Electrónico Hyundai.....	55
Tabla 14: Análisis económico del TIR y VAN Grupos Electrónicos a Diésel.....	56
Tabla 15: Análisis económico del TIR y VAN Grupo de Baterías U-Power.....	58
Tabla 16: Análisis económico del TIR y VAN Grupo de Baterías Anerm.	61
Tabla 17: Análisis económico del TIR y VAN Grupo de Baterías Bluesun.....	63
Tabla 18: Análisis económico del TIR y VAN Grupo de Baterías.	63
Tabla 19: Presupuesto del Proyecto con Grupo Electrónico.	67
Tabla 20: Presupuesto del Proyecto con grupo de Baterías.	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura:1 Esquema de las estrategias peak shaving.	10
Figura: 2 Tipos de grupos electrógenos.	11
Figura: 3 Ejemplo de perfil de carga Clasificacion Standby – 3 MW.	12
Figura 4: Ejemplo de perfil de carga Clasificacion Critical Standby – 3 MW.....	12
Figura 5: Ejemplo de Perfil de Carga Clasificacion Prime – 2,7 MW.....	13
Figura 6: Ejemplo de Perfil de Carga Clasificacion Continuo – 2,5 MW.....	13
Figura 7: Esquema de abastecimiento energético convencional.	14
Figura 8: Esquema de abastecimiento energético con cogeneración.	15
Figura 9: Ciclo con turbina de gas.....	15
Figura 10: Ciclo con turbina de vapor.	16
Figura 11: Ciclo Combinado con turbina de vapor.....	17
Figura 12: Banco de Baterías.....	17
Figura 13: Estructura de las tarifas electricas en Francia.....	19
Figura 14: Recorte de pico.	23
Figura 15: Llenado del período valle.	23
Figura 16: Desplazamiento de carga.	23
Figura 17: Conservación Estratégica.....	24
Figura 18: Crecimiento Estratégico.....	24
Figura 19: Equipo de medicion FLUKE 435 II.	J
Figura 20: Menu de pantalla del FLUKE 435 II.....	K
Fig 21: Conexión del analizador a un sistema de distribucion trifasico.....	L
Figura 22: Diagrama vectorial de un analizador correctamente conectado.	L

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Demanda Instalada de la Fábrica Prolatd.	28
Gráfico 2: Curva Semanal de Carga.....	29
Gráfico 3: Estimación de Energía Consumida por proceso.....	31
Gráfico 4: Consumo de Potencia de Lunes a Viernes.	32
Gráfico 5: Consumo de Potencia día Sabado.	32
Gráfico 6: Consumo de Potencia día Domingo.....	33
Gráfico 7: Energía consumida por la Empresa Prolatd.....	34
Gráfico 8: Diagrama de costos de operación.	39
Gráfico 9: Porcentaje de Consumo por maquinarias.	41
Gráfico 10: Porcentajes en función de las maquinarias.	42
Gráfico 11: Diagrama de Procesos de productos finales.	43
Gráfico 12: Curva de costos Grupo Electrónico Hyundai	44
Gráfico 13: Curva de costos Grupo Electrónico Acert	46
Gráfico 14: Curva de costos Grupo Electrónico Weichai.....	48
Gráfico 15: Curva de costos Grupo Electrónico Power-Friend	51
Gráfico 16: Curva de costos Grupo Electrónico Cummis.....	53
Gráfico 17: Curva de costos Grupo Electrónico Hyundai	54
Gráfico 18: Curva de costos Grupo de Baterías U-Power	57
Gráfico 19: Curva de costos Grupo de Baterías ANERM	60
Gráfico 20: Curva de costos Grupo de Baterías BLUESUN	62
Gráfico 21: Viabilidad de las estrategias en Porcentaje.....	64
Gráfico 22: Simulación representativa de la carga en NEPLAN.....	65
Gráfico 23: Reporte del perfil de carga con Grupo Electrónico	65
Gráfico 24: Reporte del perfil de carga con Grupo Electrónico	66
Gráfico 25: Reporte del perfil de carga con Baterías.....	66

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI**FACUTLAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS**

TITULO: ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS PEAK SHAVING EN LA EMPRESA PROLATD.

Autores:

Quinatoa Lema Freddy David

Chugcho Guato Segundo Daniel

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad analizar el impacto económico que tendrá el Método del Peak Shaving en la Industria, este método tiene como base la reducción o movimiento del consumo en horas pico a horas valle. Como primer punto para realizar el análisis se procedió a efectuar el levantamiento de información y la ubicación de un analizador de carga en la empresa Prolatd, posteriormente se realizó un análisis de la información obtenida. A partir del análisis de los datos se determinó el costo por concepto de energía en cada uno de los horarios, adicional a esta situación se pudo obtener los precios emitidos por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL). En función a los datos obtenidos, a los costos energéticos y otros factores se plantea tres escenarios básicos, en donde se considera la intervención de: Grupos Electrógenos a gasolina, Grupos electrógenos a diésel, y un sistema de almacenamiento con baterías. Para la simulación se trabajó con el perfil de carga semanal obtenido mediante los cálculos realizados dentro del caso más viable con el fin de contrastar los datos obtenidos dentro del estudio.

Palabras Claves: Peak Shaving, Horario Pico, Costo, Perfil De Carga, Grupos Electrógenos, Almacenamiento con Baterías.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
APPLIED SCIENCES OF ENGINEERING FACULTY

THEME: ANALYSIS OF THE PEAK'S SHAVING STRATEGIES IN PROLATD COMPANY.

Authors: Quinatoa Lema Freddy David
Chugcho Guato Segundo Daniel

ABSTRACT

The present researching work aims to analyze the economic impact of the Peak Shaving method inside the industry, this method has as a base to the reduction or movement of consumption in peak hours to off- peak hours. At the first time, in order to realize an analysis, the information was collected and the PROLATD factory, where a study was done, after that we realized a data's collected analysis. Based on data's examination was determined the cost per energy in every schedule, beside to this situation we could get the prices given by the Regular and Control Electricity Agency (ARCONEL). In terms of based data, energetic cost and others factors, we proposed three basic sceneries, where we considerate the intervention of the followings groups like: gasoline generator groups, diesel generator groups, and a system of battery storage .For the simulation, it worked with the weekly loading profile getting through the calculations performed within the most viable case with the objective to compare the getting data inside the study.

Keywords: Peak Shaving, Peak hours, Cost, Load profile, Generator fuel, Battery storage.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del Resumen de Tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Estudiantes de la **CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS: QUINATOA LEMA FREDDY DAVID Y CHUGCHO GUATO SEGUNDO DANIEL**, cuyo título versa "**ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS PEAK SHAVING EN LA EMPRESA PROLATD.**", lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

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

Latacunga, julio del 2019.

Atentamente.

MSc. Alison Mena Barthelotty
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS.
C.C 0501801252



CENTRO
DE IDIOMAS

www.utc.edu.ec

Av. Simón Bolívar s/n Barrio El Cidre / San Felipe. Tel. (03) 2252346 - 2252307 - 2262295

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto.

ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS PEAK SHAVING EN LA EMPRESA PROLATD.

Fecha de inicio:

Agosto 2018.

Fecha de finalización:

Julio 2019.

Lugar de ejecución:

Tanicuchì, Latacunga, Cotopaxi.

Facultad que auspicia

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingeniería Eléctrica

Proyecto de investigación vinculado:

Proyecto de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Equipo de Trabajo:

Ing. MSc. Gabriel Napoleón Pesantez Palacios

Coordinadores del proyecto.

Freddy David Quinatoa Lema.

Segundo Daniel Chugcho Guato

Área de Conocimiento:

Ingeniería, industria y construcción. ⇒Electricidad y energía.

Línea de investigación:

Conversión y uso racional de la energía eléctrica

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Eficiencia energética y desarrollo sostenible.

EQUIPO DE TRABAJO

Nombre: Gabriel Napoleón Pesantez Palacios.

Nacionalidad: Ecuatoriana

Fecha de nacimiento: 15 de mayo de 1988

Estado Civil: Soltero

Residencia: Latacunga

Entidad Laboral: Docente de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

E-mail: grabiell.pesantez@utc.edu.ec

Móvil: 0998596423

Títulos Obtenidos

- Ingeniero Eléctrico de la Universidad de Cuenca

COORDINADORES DEL PROYECTO

HOJA DE VIDA POSTULANTE N°1

NOMBRES: Freddy David

APELLIDOS: Quinatoa Lema

TELÉFONO DEL DOMICILIO: 0995302296

TELÉFONO CELULAR: 0995302296

CORREO ELECTRÓNICO: freddy.quinatoa2@utc.edu.ec

HOJA DE VIDA POSTULANTE N°2

NOMBRES: Segundo Daniel

APELLIDOS: Chugcho Guato

TELÉFONO DEL DOMICILIO: 0998978780

TELÉFONO CELULAR: 0998978780

CORREO ELECTRÓNICO: segundo.chugcho0062@utc.edu.ec

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto tiene como finalidad la planificación de actividades orientadas a modificar el consumo de energía de una empresa al concentrarse en los métodos orientados a modificar la curva de demanda mediante la planificación y ejecución de diversas actividades que produzcan cambios en el perfil de carga. Una de las formas de aplanar la curva de consumo diario se concentra en el traslado de carga desde el período pico hacia los períodos de menor actividad, para cumplir con el recorte del periodo pico y llenado del período valle.

Otro método, para aplanar la curva de carga consiste en la estrategia de autogeneración en horario pico mediante el funcionamiento de un grupo electrógeno que nos permite un uso más eficiente y completo de estos equipos eléctricos, aprovechándolos de una mejor manera para obtener un ahorro durante los horarios en los que el precio por consumo eléctrico es alto.

Finalmente, el tercer método consiste en el almacenamiento de energía durante las horas valle para utilizarlas en las horas pico. Desde el punto de vista energético el sector industrial es el más influenciado por las tarifas eléctricas que toman en cuenta los horarios de consumo, razón por la cual las industrias ven la necesidad de implementar mecanismos de disminución de demanda de energía especialmente en horarios pico y así evitar el gasto innecesario por consumo de electricidad. Las estrategias para reducir el consumo de energía eléctrica durante el período de demanda máxima, estrategias “Peak Shaving”, están enfocadas en el recorte del período pico, obteniendo así el aplanamiento de la curva de carga de la empresa.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La electricidad es un factor importante para el desahorro del sector industrial, cuyo desperdicio o mal uso hace que las panillas facturen consideradas sumas de dinero durante los períodos pico de demanda de energía. Las empresas de servicios públicos típicamente tienen la fijación de precios variable afectando tanto a pequeños como a grandes consumidores, durante las horas de demanda máximas es típicamente la más alta. Esta estructura de fijación de precios permite que la empresa de servicios públicos genere la capacidad adicional para satisfacer la demanda máxima. Esta capacidad adicional es el equipo de generación de energía típicamente más viejo, más caro, esto ha hecho que las industrias busquen estrategias que permitan reducir el consumo eléctrico.

El proyecto tiene como finalidad el análisis de las estrategias Peak Shaving en la empresa Prolatd, con el objetivo de aplanar la curva de consumo, a través de mediciones diarias efectuadas en el área de estudio que garanticen la correcta operación en la producción de

productos terminados. Desde el punto de vista energético se busca un consumo fuera de las horas en las que la demanda de energía es mayor la cual será determinado a través de un inventario de empleo de energía que permitirá conocer con más detalle la demanda y el consumo de energía eléctrica, identificar los hábitos de uso de las maquinarias y tiempo que bien pueden ser utilizado en las horas valle sin afectar la cadena de producción que tiene la empresa. En caso de una posible implementación la empresa Prolatd, será el único beneficiario de este proyecto que busca mejorar el consumo de energía y de forma indirecta se benefician los usuarios cercanos los mismos que verán mejorar la calidad del servicio eléctrico en el sector.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

La empresa Prolatd, será el principal beneficiario de este proyecto que busca, redistribuir el uso de la energía a lo largo del día y así lograr ahorro económico en la planilla por consumo de electricidad en horas pico.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

5.1 Situación Problemática.

El elevado consumo de la energía en horarios de mayor demanda, y en donde la energía eléctrica es determinada mediante tarifas horarias para la industria, en vista de esta problemática que atraviesa la empresa Prolatd se le efectuara un análisis de eficiencia energética orientado a aplicar estrategias que reduzcan el consumo de energía en horarios pico con la finalidad de determinar cuál es la necesidad que mejor se ajusta dentro de la empresa.

Para el presente proyecto lo que se pretende es aplanar la curva de demanda de energía sin afectar la estructura dentro del proceso de producción, determinando la situación eléctrica actual de la fábrica, para establecer las mejores alternativas y con un análisis técnico – económico verificar si el proyecto es factible realizarlo.

5.2 Planteamiento del Problema

¿Cuál es la mejor estrategia para recortar la curva de demanda en horas pico con el fin de reducir la demanda eléctrica en la empresa PROLATD?

6. OBJETIVOS:

6.1 General

- ✓ Realizar el análisis de las estrategias Peak Shaving, mediante un levantamiento de información diaria de consumo de los procesos productivos, con la finalidad de aplanar la curva de consumo eléctrico y disminuir los costos en la empresa Prolatd.

6.2 Específicos

- ✓ Definir el estado del arte del análisis de las estrategias Peak Shaving en el sector industrial.
- ✓ Determinar los procesos productivos involucrados en el desarrollo de los diferentes productos finales lácteos.
- ✓ Determinar la potencia y el consumo de energía eléctrica de la empresa Prolatd mediante un inventario de carga y de consumo.
- ✓ Utilizar las estrategias Peak Shaving para aplanar la curva de demanda, mediante una simulación representativa.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1: Sistema de Tareas en relación a los objetivos Planteados.

OBJETIVO	ACTIVIDADES (TAREAS)	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD (TECNICAS E INSTRUMENTOS)
Utilizar las estrategias Peak Shaving para aplanar la curva de demanda, mediante una simulación representativa.	Modificación de la curva de demanda mediante la planificación y ejecución de diversas actividades relacionadas con las estrategias Peak Shaving de tal manera, que se produce un cambio deseado en el perfil de carga.	Se considerará la simulación representativa en el programa computacional para el análisis de la curva de duración diaria y curva de representación utilizando las estrategias.	Análisis de la simulación para la mejor estrategia de aplanamiento de la curva de consumo diario.

Determinar la potencia y el consumo de energía eléctrica de la empresa Prolatd mediante un inventario de carga y de consumo.	Levantamiento de carga e inventario de consumo de las maquinarias.	Resultados de: Demanda del sistema. (kW) Consumo de energía (kWh) Tensiones (V). Intensidades(A)	Mediante la técnica de campo se determinó las características eléctricas de la carga instalada en la empresa
Determinar los procesos productivos involucrados en el desarrollo de los diferentes productos finales.	Recopilación de los elementos eléctricos usados en cada área de producción	Determinación de la cantidad de potencia utilizada en cada uno de los procesos productivos.	La técnica de observación ayudo a identificar el hábito y el uso de las maquinarias eléctricas.
Definir la importancia del análisis de las estrategias Peak Shaving en el sector industrial.	Búsqueda de la situación del arte Peak Shaving que han sido implementadas en las empresas eléctricas de varios países alrededor del mundo.	La efectividad de un método Peak Shaving va a depender del mecanismo que responda o concuerde con las necesidades de la empresa.	La confiabilidad del servicio eléctrico con la aplicación de las estrategias Peak Shaving es necesario el estudio de la demanda del sistema que será abastecido por este sistema. De ser el caso considerar datos históricos.

Realizado por: Los Autores.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 Introducción

Para el desarrollo de la presente investigación, se considera trabajos realizados que servirán como antecedentes y aportarán información para el presente estudio, que se detalla continuación. ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS PEAK SHAVING EN LA EMPRESA PROLATD, que es importante el análisis del proceso de producción ya que los investigadores debe obtener información verídica de la forma de operar las maquinas, siendo necesario la colaboración del operario en la actividad que realiza, ya que ellos conocen el horario de encendido y apagado de las maquinarias, considerando cada una de las áreas de la empresa donde se obtendrá la curva de consumo para su respectivo análisis y así evitar gastos innecesarios para la empresa.

En [1] nos manifiesta que para aplanar la curva se puede utilizar grupos electrogenos que también pueden proporcionar energía de reserva para cubrir la energía reducida que se obtenga de los proveedores cuando se ejerza una cláusula de carga interrumpible, dentro del contrato de suministro o a su vez en caso de interrupción del servicio eléctrico, con lo cual se da un mayor aprovechamiento de los grupos electrogenos disponibles en la mayoría de industrias. Las instalaciones que poseen y operan mediante esta estrategia presentan un perfil de carga más constante a la red y se benefician económicamente a través de la reducción de los cargos por demanda y la reducción de los costos de compra de energía a la empresa distribuidora de energía. Para [2] la autogeneración en horas pico dentro de la industria es de gran importancia, puesto que la reducción de demanda de energía de la empresa distribuidora mejora la confiabilidad del sistema, y por ende mejora la calidad de la energía dentro del sistema; con lo que las empresas son beneficiadas económicamente en la planilla de consumo.

En [3] Nos indica la clasificación Standby, el grupo eléctrico es capaz de proporcionar energía de reserva a la capacidad de placa de características, durante el tiempo de una interrupción. La clasificación Emergency Standby Power difiere de la clasificación en Standby sólo en el número de horas de funcionamiento por año, permitiendo un tiempo de puesta en marcha de máximo de 200 horas al año con un factor de carga medio del 70% con carga variable. En esta clasificación, el grupo eléctrico es capaz de proporcionar energía de reserva de emergencia a la capacidad de la placa de características del equipo, durante el transcurso de una interrupción.

Dentro de [4] se explica los diferentes métodos de autogeneración que pueden ser utilizados como estrategias Peak Shaving, para garantizar confiabilidad de los grupos eléctricos y disminuir costos de energía dentro del proceso en la industria, es decir que existen diferentes tipos de grupos eléctricos y que según las características de la carga y las exigencias del proceso productivo pueden ser utilizados durante cierto tiempo, proporcionar energía de reserva, entre otros.

Los esquemas mostrados en [5] hacen relación a la cogeneración con turbina a gas, empieza su funcionamiento mediante la combustión que se produce en una cámara, para luego dirigir los gases resultantes de una turbina, donde se extrae el máximo de su energía, transformándola en energía mecánica. La energía sobrante, en forma de un caudal de gases calientes a alta temperatura, es aprovechada para satisfacer, las necesidades térmicas del proceso.

Los métodos mencionados en [6] relacionan a la cogeneración, misma que son utilizados para generar energía eléctrica, nos describe en que difieren una de otra y cuál es la forma más eficiente para aplicar como una estrategia de ahorro de energía en horas pico. Cada uno de los métodos

se podría decir que están contemplados en optimizar los recursos y reducir los impactos ambientales con el aprovechamiento óptimo del sistema.

El estudio mencionado en [7] destacan los aplicados en Estados Unidos en donde fue analizado las estrategias Peak Shaving mediante programas de Respuesta de Demanda (límites de consumo de energía) que han sido aplicados a gran escala, obteniéndose importantes recortes del pico en la curva de demanda de ese país. La Comisión Federal de Regulación de Demanda (The Federal Energy Regulatory Commission – FERC) ha publicado varios informes en diferentes años de los resultados de estas estrategias, en los que se registra un incremento importante en su aplicación.

En [8] Se analiza los grandes beneficios que ha logrado Estados Unidos implementando estrategias Peak Shaving dentro de su estructura eléctrica, y de programas que han logrado mejorar significativamente la calidad de la energía y garantizar confiabilidad en los cuales se relaciona los recortes del pico de carga dentro del país, obteniendo como resultados un evidente crecimiento de estas estrategias.

Dentro de [9] se muestra las tarifas en base al tiempo de uso que se aplica en Italia basados en cuatro periodos de tasas. Estos son (desde la más cara al más barato): pico, carga alta, carga media y fuera de pico. Para cada periodo, los clientes suscriben (declaran) la cantidad de energía que necesitan. Su facturación se basa entonces en esta potencia declarada.

Para [5] los beneficios que se ha logrado con la implementación de estas estrategias, han considerado que para el país que se hace referencia hay que tomar en cuenta las cuatro estaciones, y en estas circunstancias la demanda varía según la estación y al mismo tiempo de la capacidad de autogeneración de las industrias con la finalidad de suscribir la cantidad de energía que requieren para producir.

En [6] Determina la aplicación de las estrategias en Argentina en el año 2005, que implementaron medidas de Eficiencia energética y Respuesta de la Demanda, con el fin de aplazar inversiones en los diferentes sectores del sistema eléctrico. Estas estrategias aumentan la confiabilidad, creando mecanismos de responsabilidad para todos los actores del sistema.

En [12] Trata sobre las medidas de Eficiencia Energética que se implementaron en Argentina, esto con el fin de reducir costos e inversiones en diferentes sectores del sistema eléctrico, medidas que han aumentado la confiabilidad de los sistemas eléctricos en momentos de crisis, entre los programas implementados dentro de estas medidas podemos destacar el Programa de Uso Racional de la Energía Eléctrica (PUREE) y el Sistema de Medición de Distribución (SMED), que han sido referentes para que Argentina mejore su calidad de energía que entrega al consumidor final.

En [14] Define a las estrategias Peak Shaving con el nombre de estrategia de Gestión de la Demanda o Gestión de Carga, en la que menciona estar orientada en modificar estratégicamente el consumo de energía, es decir consta de un proceso de planificación en la cual está integrada los recursos que involucran las alternativas de ahorro de energía que se pueden obtener en el lado de la demanda.

8.2 Prolatd.

Es una empresa de lácteos que se encuentra ubicada en Tanicuchi Provincia de Cotopaxi, nació a comienzos del año 2010 con la elaboración de quesos y en el año 2014 ampliaron su portafolio de servicios en el proceso y elaboración de yogurt.

Actualmente cuenta con 17 empleados, 12 en la parte operativa y 5 en el área administrativa, ofrece diferentes productos que se ajustan a las necesidades de cada cliente tales como: leche, quesos, yogurt, crema, entre otros.

En sus inicios, la fábrica empezó sus actividades con la compra de maquinaria y la construcción de un piso de la fábrica y desde luego la compra de la materia prima. Se inició las actividades con la producción de queso fresco de 500gr, 700gr y 125gr respectivamente el cual se daría a conocer en el mercado como “Queso PROLATD” continuando con la elaboración del queso fresco, siendo su principal mercado la ciudad de la Quito y Latacunga.

Al ver el éxito que tuvo los quesos empiezan especializándose para crear un Queso Mozzarella casero cien por ciento hilados a mano, viendo la necesidad de incrementar la línea de producción, además de la elaboración de yogurt, crema, dulce de leche y mantequilla, con el transcurso de los años los productos lácteos de la empresa se han ido fortaleciendo en cada uno de los mercados, superando la distribución no solo en la provincia, sino que además a nivel nacional.

8.3 Métodos de Reducción de Demanda Eléctrica (Peak Shaving)

Las estrategias Peak Shaving traducéndose al español como “recortando picos” se utilizan para reducir el consumo de electricidad durante los periodos de demanda máxima de las empresas generadoras y distribuidoras de energía, con el objetivo de afeitar o reducir el pico de la curva de carga en las industrias, obteniéndose así el aplanamiento de la misma. En la figura.1 se presentan las diferentes estrategias Peak Shaving aplicadas [1].

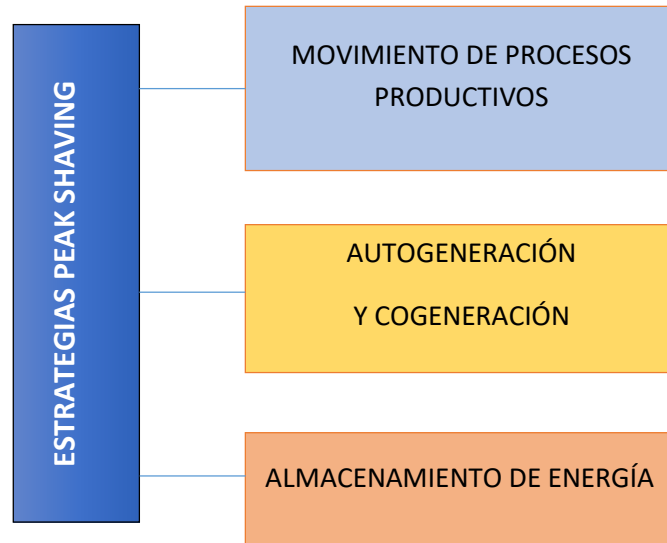


Figura:1 Esquema de las estrategias peak shaving.

Fuente: [1].

Las técnicas presentadas se establecen en la potencial reducción del consumo de electricidad en el periodo de demanda máxima y el aumento de la eficiencia operativa de las industrias, ya que se espera que la implementación de estas técnicas en los procesos industriales reduzcan las facturas de electricidad en la parte de los clientes, además de la optimización de los recursos disponibles dentro del proceso productivo [7].

8.3.1 Movimiento de Procesos Productivos

El sector industrial continuamente debe buscar caminos para mejorar su gestión, reduciendo costos de producción y aumentando su productividad con el objetivo de alcanzar niveles de competitividad acordes a las características del mercado en el que se desenvuelven.

El uso adecuado de los insumos de producción, materia prima, energía, entre otros, es un factor de gran impacto en el camino de fortalecimiento del sector. Aun cuando existe consenso de inversiones tecnológicas y en equipos de alta eficiencia, así como la inclusión de sistemas modernos de gestión de la producción, constituyen condiciones necesarias para la permanencia en el mercado.

8.3.2 Autogeneración

El auto generar en horarios pico (Peak Shaving) es sin duda una de las estrategias más viables, sin alterar los hábitos de consumo de cada empresa. La efectividad de esta estrategia se ve afectada directamente por la cantidad de energía consumida. Esta demanda es diferente para cada caso debido a que este tipo de soluciones no son generales, es decir son particulares, esto

obliga a que las empresas busquen estrategias para garantizar la continuidad del servicio eléctrico dentro de la fábrica.

8.3.2.1 Autogeneración en Horario Pico

Los altos costos de las planillas eléctricas en los períodos de demanda máxima del sistema eléctrico, hacen que la autogeneración durante el período pico sea una alternativa interesante para los grandes consumidores industriales, ya que una industria al autoabastecerse de energía eléctrica en este período, evita el uso de electricidad proveniente de la empresa de servicios eléctricos y así reduce el consumo de energía y los costos involucrados por demanda máxima.

Estos equipos también pueden proporcionar energía de reserva para cubrir la energía reducida que se obtenga de los proveedores cuando se ejerza una cláusula e carga interrumpible, en un contrato de suministro o a su vez en caso de interrupción del servicio eléctrico, con lo cual se da un mayor aprovechamiento de los grupos electrógenos disponibles en la mayoría de industrias [1]. En la figura. 2 se muestran cinco tipos de grupos electrógenos.

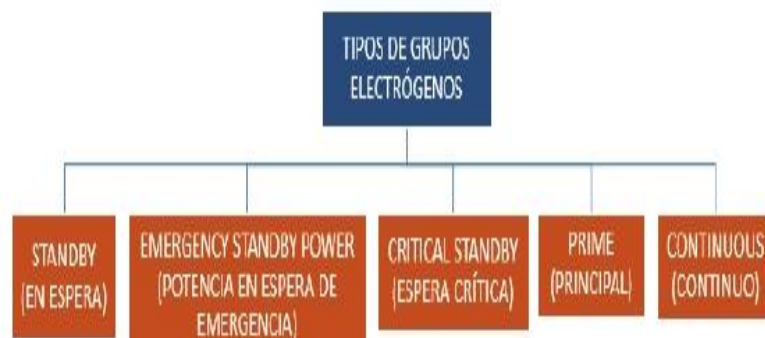


Figura: 2 Tipos de grupos electrógenos.

Fuente: [2].

8.3.2.1.1 Standby (En espera).

En la clasificación Standby, el grupo electrógeno es capaz de proporcionar energía de reserva a la capacidad de la placa de características, durante el tiempo de una interrupción. El factor de carga medio de un grupo electrógeno nominal Standby no debe ser superior al 70% de la capacidad nominal para cargas variables. Un grupo electrógeno de reserva puede funcionar durante un tiempo máximo de 500 horas por año. Por ejemplo, un grupo electrógeno nominal de reserva de 3MW proporcionara energía durante una interrupción y debe tener una carga promedio de 2.1MW .

8.3.2.1.2 Emergency Standby Power (Potencia en espera de emergencia)

La clasificación Emergency Standby Power difiere de la clasificación en Standby sólo en el número de horas de funcionamiento por año, permitiendo un tiempo de puesta en marcha de máximo de 200 horas al año con un factor de carga medio del 70% con carga variable. La figura.3 muestra un modelo de las clasificaciones de Standby y Emergency Standby Power.

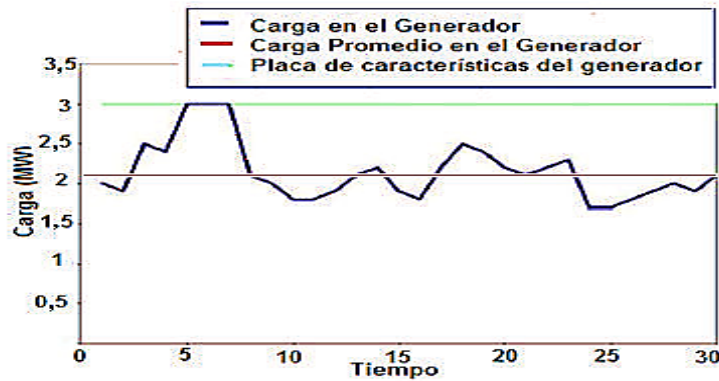


Figura: 3 Ejemplo de perfil de carga Clasificación Standby – 3 MW.

Fuente: [2].

8.3.2.1.3 Critical Standby (Espera crítica)

En esta clasificación, el grupo electrógeno es capaz de proporcionar energía de reserva de emergencia a la capacidad de la placa de características del equipo, durante el transcurso de una interrupción. El factor de carga medio de un grupo electrógeno nominal de reserva de emergencia no debe ser superior al 85% de la capacidad de los datos de placa de características con cargas variables.

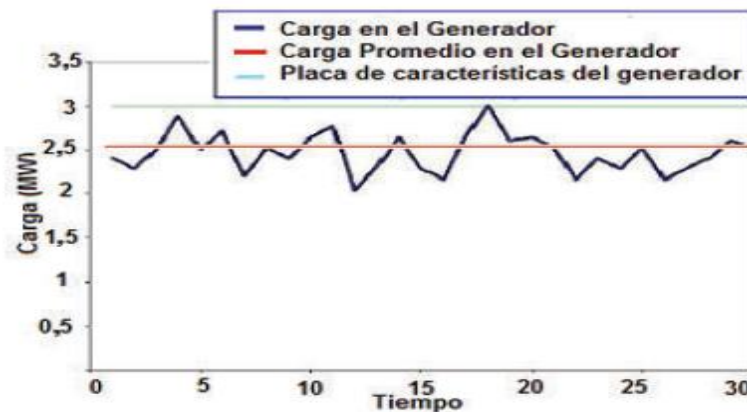


Figura 4: Ejemplo de perfil de carga Clasificación Critical Standby – 3 MW.

Fuente: [2].

8.3.2.1.4 Grupo Electrónico Prime (Principal).

El grupo electrónico principal es capaz de suministrar energía a una carga variable por un número ilimitado de horas al año. Es capaz de suministrar la capacidad completa de los datos de placa de características durante un período de tiempo, pero debe tener un factor de carga medio de no más del 70%. Admite una sobrecarga del 10% para emergencias por un máximo de 1 hora en 12, y no más de 25 horas al año [2].

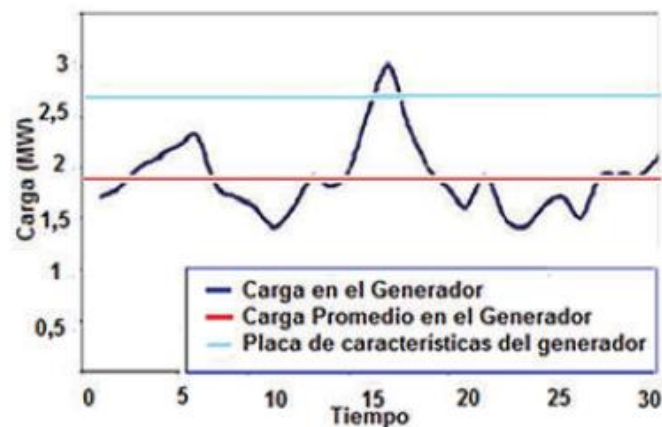


Figura 5: Ejemplo de Perfil de Carga Clasificación Prime – 2,7 MW.

Fuente: [2].

8.3.2.1.5 Grupo Electrónico Continuo (Continuo)

El grupo electrónico continuo es capaz de suministrar energía a una carga no variable por un número ilimitado de horas al año. La potencia de salida media del grupo electrónico es del 70% al 100% de la potencia nominal. En la figura. 6 se muestra un ejemplo de un grupo electrónico nominal continuo.

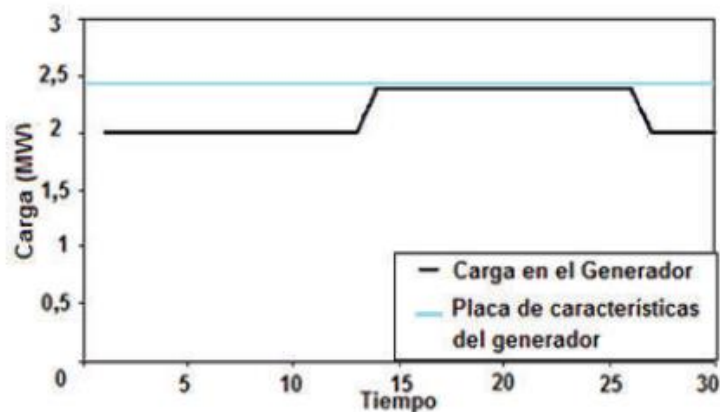


Figura 6: Ejemplo de Perfil de Carga Clasificación Continuo – 2,5 MW.

Fuente: [2].

8.3.3 Cogeneración

La cogeneración data desde inicios del siglo pasado, ha sido empleada en ingenios azucareros, plantas de papel, siderúrgicas y otros procesos. El objetivo principal consistía en asegurar el suministro de energía eléctrica que en esos casos era insuficiente. Al extenderse las redes eléctricas, resulto más barato dotarse de electricidad directamente de la red pública, razón por la cual los proyectos de cogeneración fueron abandonados, sin embargo, el costo actual de la energía eléctrica, la problemática ambiental y el desarrollo tecnológico han logrado que los procesos de cogeneración se vuelvan rentables.

La cogeneración es un proceso mediante el cual se generan dos o más formas de energía de manera simultánea, agotando únicamente una fuente principal de energía. El tiempo de generación en el que se produce electricidad y calor es ya reconocido como una tecnología eficiente y rentable cuya principal ventaja, con respecto a la generación convencional de energía, es su recuperación térmica adicional [2].

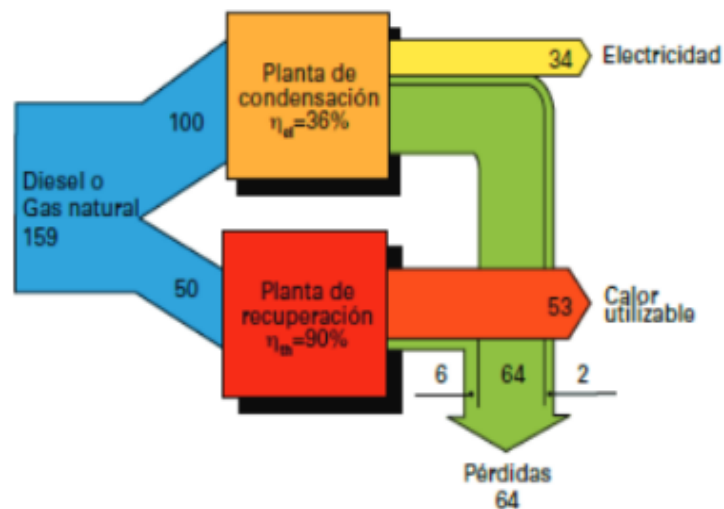


Figura 7: Esquema de abastecimiento energético convencional.

Fuente: [3].

Al aplicar sistemas de cogeneración se obtiene un ahorro importante de energía por la utilización simultánea del calor generado, además el mejoramiento del rendimiento de la instalación frente a un sistema de generación convencional.

En la figura 7 se puede observar un sistema convencional, mientras que en la figura 8 se muestra un sistema energético con cogeneración [3].

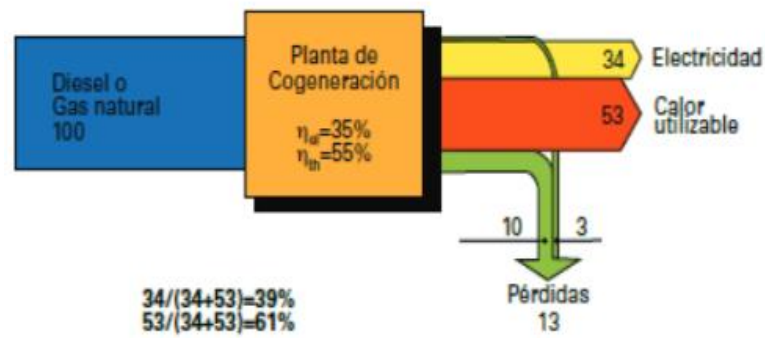


Figura 8: Esquema de abastecimiento energético con cogeneración.

Fuente: [3].

8.3.3.1 Ventajas de los Sistemas de Cogeneración

- Ahorro de energía y mejora la eficiencia del sistema.
- Reduce las emisiones de CO₂ al medio ambiente, aumentando la eficiencia dentro de los procesos.
- Se adaptan bien a las zonas retiradas o ultra periféricas [3].

8.3.3.2 Cogeneración con Turbina de Gas

El esquema generalmente de cogeneración con turbina de gas que se muestra en la figura 9 empieza su funcionamiento mediante la combustión que se produce en una cámara, para luego dirigir los gases resultantes de una turbina, donde se extrae el máximo de su energía, transformándola en energía mecánica. La energía sobrante, en forma de un caudal de gases calientes a alta temperatura, es aprovechada para satisfacer, las necesidades térmicas del proceso [3].

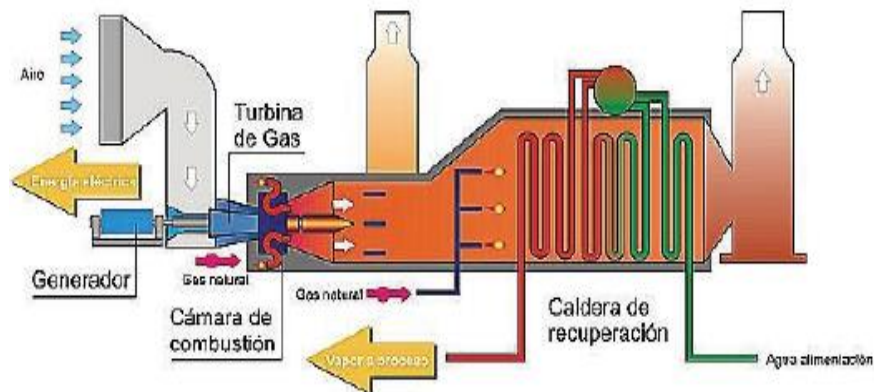


Figura 9: Ciclo con turbina de gas.

Fuente: [3].

8.3.3.3 Cogeneración con Turbina de Vapor

En la cogeneración con turbina de vapor, la transformación en energía mecánica se obtiene por la expansión del vapor a alta presión procedente de una caldera. El proceso genera menor energía eléctrica por unidad de combustible que su equivalente con turbina de gas; sin dejar de mencionar que, el global de la instalación es superior [3].

Para la generación del vapor de partida se puede usar cualquier combustible, e incluso corrientes energéticas residuales de los procesos productivos. La cogeneración con turbina de vapor se muestra gráficamente en la figura 10.

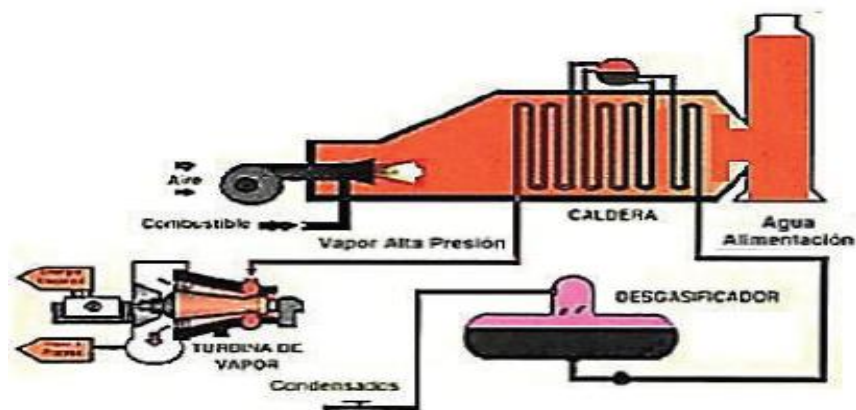


Figura 10: Ciclo con turbina de vapor.

Fuente: [3].

8.3.3.4 Cogeneración en Ciclo Combinado

Es la aplicación conjunta de una turbina de gas y una de vapor, con todas sus posibles combinaciones en lo que se refiere a clases de combustibles utilizados, quemadores de poscombustión, salidas de vapor de turbina a contrapresión o condensación, etc. El aprovechamiento total de producción de energía eléctrica es superior a las soluciones anteriores [3]. En la figura 11 se visualiza la cogeneración en ciclo combinado. En un ciclo combinado el proceso de vapor es esencial para lograr la eficiencia del mismo. La selección de la presión y temperatura del vapor vivo se hace en función de las turbinas de vapor seleccionadas, selección que debe realizarse con criterios de eficiencia y economía. Para ello se requiere de una ingeniería apropiada capaz de crear procesos adaptados al consumo de la planta industrial asociada a la cogeneración, que al mismo tiempo dispongan de gran flexibilidad que posibilite su trabajo eficiente.

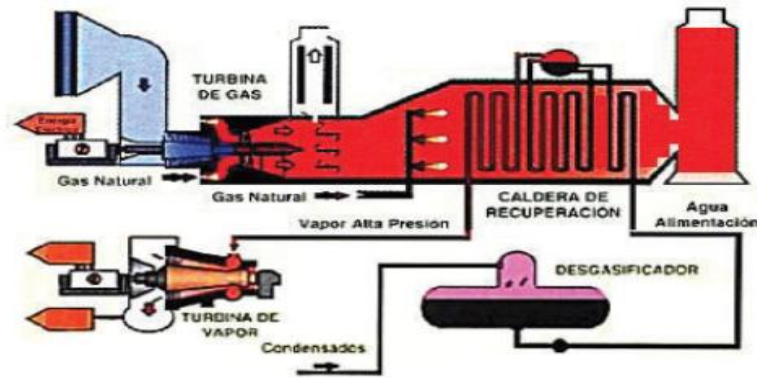


Figura 11: Ciclo Combinado con turbina de vapor.

Fuente: [3].

8.3.4 Almacenamiento con Banco de Baterías

Una batería es un dispositivo electroquímico que almacena energía en forma química, cada celda que compone una batería, está compuesta de un electrodo positivo y otro negativo además de un separador. Las baterías usadas para este fin son de ciclo profundo, puesto que radica en la cantidad de energía que se utiliza y el tiempo en que se realiza una nueva carga completa, factores que influyen en la vida útil de la batería, dentro de las baterías de ciclo profundo existen de distintas clases, según los materiales con que se fabriquen que pueden ser de electrolito líquido, gel y AGM.

El almacenamiento o acumulación de energía permite un desplazamiento del consumo a los periodos de menor actividad sin influir en el funcionamiento del proceso; por lo tanto, es particularmente adecuado para las prácticas de programación/desconexión. Aunque la electricidad en gran medida no puede ser almacenada, es posible anticipar en parte su consumo.



Figura 12: Banco de Baterías.

Fuente: [3].

En la figura 12 se puede evidenciar un banco de baterías utilizado para sistemas que requieren almacenar energía, estos dispositivos de almacenamiento dentro de nuestro análisis deben cargar sus equipos desde la red de energía durante el periodo de menor demanda para que se descarguen posteriormente durante el periodo de demanda máxima.

8.4 Casos de Aplicación de las Estrategias Peak Shaving.

8.4.1 Aplicación de las Estrategias Peak Shaving de respuesta de demanda en Estados Unidos.

En distintas regiones de los Estados Unidos las estrategias Peak Shaving mediante programas de Respuesta de Demanda se han aplicado a gran escala, obteniéndose importantes recortes del pico de la curva de demanda. La Comisión Federal de Regulación de Demanda (The Federal Energy Regulatory Commission – FERC) ha publicado varios informes en diferentes años de los resultados de estas estrategias, en los que se diferencia un incremento importante en su aplicación.

En el 2005, según la FERC la potencial reducción de demanda pico mediante el uso de mecanismos de Respuesta de Demanda, considerada para todo el sistema de Estados Unidos fue aproximadamente 30.000 MW. Ese valor represento aproximadamente el 5% de la demanda máxima de todo el país [4]. En 2008, la contribución de los recursos de Respuesta de Demanda fue aproximadamente 41.000 MW, alrededor del 5,8% de la demanda máxima [5].

Para el 2010, la reducción se estimó en 58.000 MW o 7,6% de la demanda máxima, un 42% más que hace dos años. A su vez en el 2012 la contribución potencial anual disponible fue de aproximadamente 72.000 MW, o el equivalente al 9,2% de la demanda máxima

Además, la FERC estimó un potencial de Respuesta de Demanda alcanzable a nivel nacional en 138.000 MW, 14% de la demanda máxima para el 2019. Y se considera que el potencial más rentable puede alcanzar hasta el 20% del pico del sistema de los Estados Unidos [10].

8.4.2 Aplicación de las Estrategias Peak Shaving en Francia

La empresa pública francesa Electricite de France – EDF es el principal productor y distribuidor de electricidad. Por lo tanto, la producción de electricidad puede adaptarse fácilmente a la demanda francesa (unos 400 TWh / año) y a las ventas en el extranjero (unos 70 TWh / año) [8].

Su rango tarifario, está basado en la demanda suscrita del cliente:

- La tarifa “azul”, de 3 a 36 kVA (230/400 V).
- La tarifa “amarilla”, de 36 a 250 kVA (230/400 V).
- La tarifa “verde”, dividen en “verde A” de 250 kW a 10 MW (250 kV), “verde B” de 10 a 40 MW (63 0 90 kV) y “verde C” más allá de 40 MW (225 kV).
- Los aranceles para la industria incluyen dos componentes de costo:
 - Uno para la potencia máxima utilizada (kW).
 - Uno para la energía consumida (kWh).

Cada tarifa se basa en las tarifas dependiendo del tiempo de uso (TOU), con un cargo anual por la demanda suscrita y un cargo por los kWh consumidos dependiendo de la temporada y la hora del día. Con la tarifa “verde”, la energía reactiva se factura por la cantidad de kVARh superior al 40 % de consumo durante las horas pico [9].

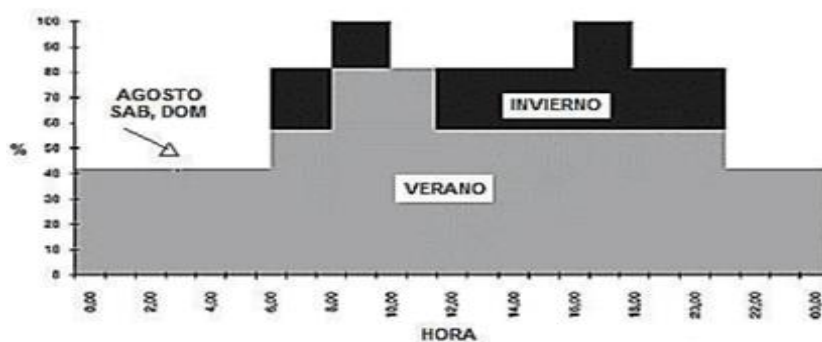


Figura 13: Estructura de las tarifas eléctricas en Francia.

Fuente: [4].

Por ejemplo, la tarifa “verde A5” es especialmente adecuada para clientes industriales de tamaño pequeño y mediano; incluye cinco tipos de periodos definidos como sigue:

Periodos estacionales

- Invierno: de noviembre a marzo.
- Verano: de abril a octubre.
- Periodos de Horas del día
- Pico: 4 horas al día (9:00 – 11:00 y 18:00 – 20:00), de lunes a sábado en diciembre, enero y febrero.
- Horas de alta carga: 6:00 – 22:00, de lunes a sábado (excepto en las horas pico mencionadas arriba), en invierno y el verano.

- Horas de baja carga: 22:00 – 6:00, de lunes a sábado y todas las horas del domingo, en invierno y verano

Políticas Peak Shaving

- Se promueve la implementación del control de cargas para reducir o incluso detener el consumo eléctrico durante los periodos pico y así reducir significativamente la factura de electricidad, además de reducir la potencia suscrita. Estas acciones se deben configurar cuidadosamente analizando y controlando la curva de carga (que tiene que permanecer por debajo de la potencia suscrita para evitar sanciones).
- Se propone facturar la “potencia alcanzada” durante el primer año operativo de los nuevos clientes. Las potencias alcanzadas registradas, gracias a los contadores electrónicos, ayudan a los clientes a ajustar su “potencia suscrita” con precisión.
- Las oficinas comerciales de la empresa proporcionan servicios de consultoría y experiencia para ayudar a los clientes a tener un control adecuado de la carga y evitar el uso de electricidad en los horarios pico [11].

8.4.3 Aplicación Peak Shaving en Argentina

En Latinoamérica, se han iniciado procesos de integración de políticas asociadas a garantizar un uso eficaz de la energía así como la integración de programas de respuesta de demanda en los sectores residenciales, comerciales e industriales, aunque el éxito de estas políticas no han arrojado resultados importantes y aun cuesta que tanto el sector industrial como las empresas de generación y distribución evidencien las ventajas de internalizar estos programas dentro de su operación, pues los beneficios no son claros especialmente ante esquemas en donde el despacho es centralizado y la demanda mantiene un rol pasivo [12].

En Argentina en el 2005, se implementaron medidas de Eficiencia energética y Respuesta de la Demanda, con el fin de aplazar inversiones en los diferentes sectores del sistema eléctrico. Estas estrategias aumentan la confiabilidad de los sistemas eléctricos en momentos de crisis cuando la demanda iguala o supera a la oferta, creando mecanismos de responsabilidad para todos los involucrados en el sistema.

Los programas de Respuesta de la Demanda que se han implementado en Argentina son [6] :

- Programa de Uso Racional de la Energía Eléctrica (PUREE)
- Sistema de Medición de Distribución (SMED)

Como resultado de este programa, entre junio de 2005 y junio de 2008, varios millones de usuarios se beneficiaron con las bonificaciones correspondientes, así también muchos clientes fueron multados [13]. El monto para efectivizar las bonificaciones proviene del cargo que se les cobra a quienes consumen electricidad en exceso en el mismo programa [13].

La resolución emplea a los comercializadores que representan a los usuarios interesados en colaborar voluntariamente en el programa de Respuesta de la Demanda, así como la liquidación y recaudo de las transacciones asociadas a dicho programa, que operan dentro de la Bolsa de Energía del Mercado Mayorista, ofertando reducciones o desconexiones de demanda, con el objetivo de dar confiabilidad al sistema Interconectado de Colombia y reducir los precios en la Bolsa de Energía y los costos de restricciones.

8.5 Cuadro Comparativo de la Aplicación Peak Shaving en otros Países

Tabla 2: Aplicación Peak Shaving en otros países.

ESTADOS UNIDOS	FRANCIA	ARGENTINA
La disminución potencial de demanda pico mediante la aplicación de mecanismos de Respuesta de Demanda	Los clientes suministrados a una tensión media (hasta 50 kV) y alta (más de 50 kV) y con una demanda suscrita superior a 400 kW y 500 kW	Los programas de Respuesta de la Demanda que se han implementado en Argentina son: Programa de Uso Racional de la Energía Eléctrica (PUREE) sistema de Medición de Distribución (SMED)

Realizado por: Los autores.

En otros países la implementación de las estrategias de recorte de consumo en horas pico en el sector industrial han tenido buena acogida con diferentes programas así dando un incentivo al ahorro energético en las horas de mayor consumo.

8.6 Tarifa Horaria en el Ecuador

El sector eléctrico es vital para el desarrollo de un país, es por esto que las reglas que regulan el funcionamiento de este campo deben ser claras, de fácil aplicación y buscando en beneficio común. El sector eléctrico tiene características de monopolio natural en su mayoría es decir transmisión y distribución, la parte que se diferencia de esta clasificación es la generación. El monopolio natural se presenta cuando los costos de producción son inferiores con un solo productor a lo que serían con varios productores del bien o servicio.

El ARCONEL es el organismo encargado de la regulación del sistema eléctrico ecuatoriano, expidió el pliego tarifario en el que se considera una primera división por categorías Residencial, General y Alumbrado Público y una segunda división por niveles de tensión: baja, media y alta.

Las tarifas horarias se incluyen en los niveles de baja tensión para consumidores con demandas mayores a 10 kW; en media tensión para usuarios con registradores de demanda horaria e industriales; y, en alta tensión para todos los abonados.

El consumidor deberá pagar los cargos bajo la siguiente estructura.

- Un cargo por comercialización en USD/consumidor, independiente del consumo de energía.
- Un cargo por demanda en USD/kW, por cada kW de demanda facturable, como mínimo de pago, sin derecho a consumo, afectado por factor de corrección (FC).
- Un cargo por energía expresado en USD/kWh, en función de la energía consumida en el periodo de 07h00 hasta las 22h00, que corresponde al cargo por energía de la tarifa.
- Un cargo por energía expresado en USD/kWh, en función de la energía consumida, en el periodo de 22h00 hasta las 7h00, que corresponden al cargo por energía del literal anterior disminuido el 20% y estará definido en los cargos tarifarios [14].

8.7 Alternativas de Ajuste de forma de Carga

Dentro de las alternativas para ajustar la forma de carga se puede hacer mención cinco métodos diferentes de los cuales dependiendo de la aplicación y de las condiciones en las cuales pueden ser utilizadas estas pueden ser para usos diferentes, las cuales dependen del tipo de carga en la cual se la va a utilizar.

Las diferentes alternativas de ajuste de forma de carga que se pueden obtener mediante los programas de gestión de demanda se presentan a continuación [14]:

8.7.1 Peak Clipping (Recorte de pico)

Como se muestra en la figura 14 esta alternativa se centra en la reducción del consumo de electricidad durante los períodos pico. El efecto a obtenerse es una reducción tanto de la demanda máxima como del consumo total de energía.

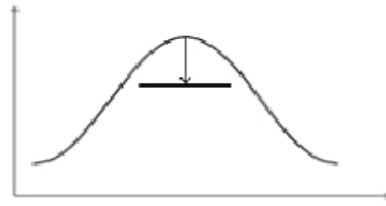


Figura 14: Recorte de pico.

Fuente [13].

8.7.2 Valley Filling (Llenado del período valle)

Este método fomenta el uso de energía eléctrica mediante la adición de cargas durante los períodos de menor demanda del sistema eléctrico. Esta alternativa de ajuste de forma de carga está representada en la figura 15.

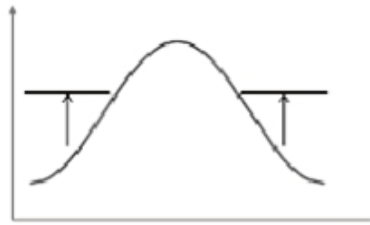


Figura 15: Llenado del período valle.

Fuente: [13].

8.7.3 Load Shifting (Desplazamiento de carga)

Se basa en el traslado de carga desde el período pico hacia los períodos de menor actividad, para cumplir con el recorte de pico y llenado del período valle. El efecto neto a obtenerse es una disminución de la demanda máxima, pero no un cambio en el consumo total de energía. Es uno de los métodos más simples de gestión de la carga, consiste en reducir la carga durante el período de demanda máxima trasladando el uso de aparatos y equipos a períodos fuera de pico como se grafica en la figura 16. [14].

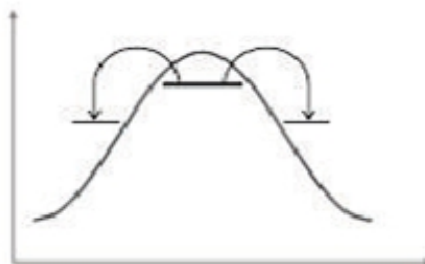


Figura 16: Desplazamiento de carga.

Fuente: [14].

8.7.4 Strategic Conservation (Conservación estratégica)

Este método se centra en la reducción de la demanda durante todas las horas del día. Los programas de conservación estratégica se fundamentan en la mejora de la tecnología industrial para reducir el consumo eléctrico.

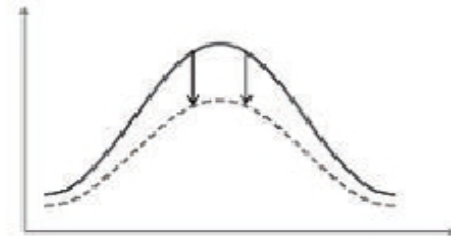


Figura 17: Conservación Estratégica.

Fuente: [14].

8.7.5 Strategic Growth (Crecimiento estratégico)

Se refiere al crecimiento estratégico de la carga que se presenta en el despliegue de nuevas tecnologías, como en la carga de los vehículos eléctricos los cuales incrementarán estratégicamente el consumo de electricidad. La figura 18 ilustra el crecimiento estratégico.

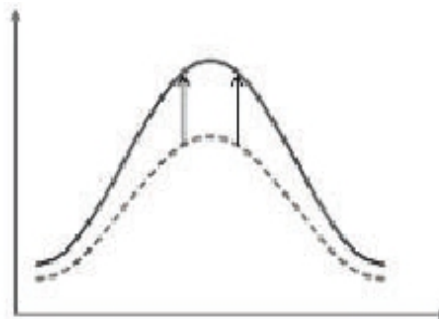


Figura 18: Crecimiento Estratégico.

Fuente: [13].

Todas las posibles alternativas de ajuste de forma de carga deben ser analizadas previamente para su implementación, para así lograr las modificaciones del patrón de carga deseado. Al final, los proveedores y los clientes deben evaluar en conjunto todas las posibles opciones para la gestión de carga.

9. HIPÓTESIS:

¿El análisis de las estrategias Peak Shaving permitirá aplanar la curva de consumo y la disminución de costos debido al consumo de energía eléctrica en la empresa Prolatd?

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑOS EXPERIMENTAL

En el proyecto se aplica técnicas de investigación por cuanto debemos entender y definir conceptos. La observación permite obtener características del consumo de energía eléctrica por parte del dueño de la empresa y compararlo con la curva de carga que será tomado del analizador de carga; para de esta forma conocer la demanda real a satisfacer. Además, se aplica las técnicas que detallamos en la tabla 3:

Tabla 3: Técnicas e instrumento a emplear en el proyecto.

No.	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	Consultas e investigaciones en diferentes medios bibliográficos. (Libros y Tesis)
2	DE CAMPO	Levantamiento de la información de carga
3	OBSERVACIÓN	Hábitos de consumo y establecer curva de carga obtenida por un (analizador Fluke 435 II)

Realizado por: Los Autores.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La empresa Prolatd es una fábrica dedicada a la elaboración de productos lácteos y sus derivados en donde el uso de la energía eléctrica es continuo para el funcionamiento de sus maquinarias, la empresa cuenta con un transformador de 125 kVA.

Para la elaboración de este proyecto se instaló un analizador de carga en el tablero general de la empresa. Estas estrategias contemplan un proceso de planificación, ejecución y evaluación de aquellas actividades de la empresa que influyen en el uso de la electricidad, de forma que se produzcan los cambios deseados en la curva de carga, para ello los distintos eventos apuntan a recortar la punta de demanda incrementando el consumo en horas base, el desplazamiento de cargas de las horas punta o una conservación estratégica de la demanda.

- Eficiencia energética.
- Retraso de inversiones en nuevas instalaciones.
- Mejora de la utilización del sistema eléctrico.
- Aumento de la flexibilidad y mejora de la fiabilidad del sistema con las instalaciones existentes.

11.1 Descripción de la Fábrica

Una vez recaudada toda la información de la fábrica Prolatd se puede realizar la estructuración de la redistribución de los procesos, con el objetivo principal de reducir el consumo de energía en horarios pico, reducir costos por concepto de consumo de energía, sin afectar su producción diaria.

La empresa consta de diferentes aéreas las cuales son Área de Producción, Área de maquinarias, Área de Personal, Área administrativas y ventas cada una estas aéreas consta con su respectivo equipamiento de maquinaria moderna que cubre un área de 650 m² entre las más importante se destacan:

Área de Producción: Es el encargado de transformar los procesos y métodos necesarios para la elaboración del producto. Aquí se encuentras los equipos necesarios para la producción, área de Ventas: Es el encargado de hacer una investigación del mercado para determinar los posibles clientes.

11.1.1 Levantamiento de Carga

Al realizar el levantamiento de carga, en cuanto a equipos eléctricos, electrónicos e iluminación, se podrá conocer el valor de la potencia instalada en la fábrica.

Esto se hizo posible mediante los datos de placa de cada equipo, y realizando mediciones; con lo que podemos establecer el estado actual de la fábrica, así como su consumo promedio, mediante las horas de uso de dichas maquinas.

Con los datos de la tabla 4 podremos determinar la influencia de cada equipo eléctrico dentro de la fábrica, con el fin de determinar la potencia que cada equipo requiere dentro de cada proceso.

La información del levantamiento de carga ha sido obtenida en base a un catastro proporcionado por el ingeniero de producción de la fábrica que abarca cada una de las áreas dentro del proceso, recalcando que la mayoría de las cargas son de tipo inductivo debido al uso de motores en la mayoría de las maquinarias.

Toda esta información es de vital importancia debido a que en base a estos datos podremos determinar la influencia de cada una de las maquinarias y poder relacionar con la información arrojada por el analizador de redes la actividad seguida para tabular la información necesaria y

continuar con el análisis de los parámetros que involucran el estudio de las estrategias Peak Shaving en este caso de estudio.

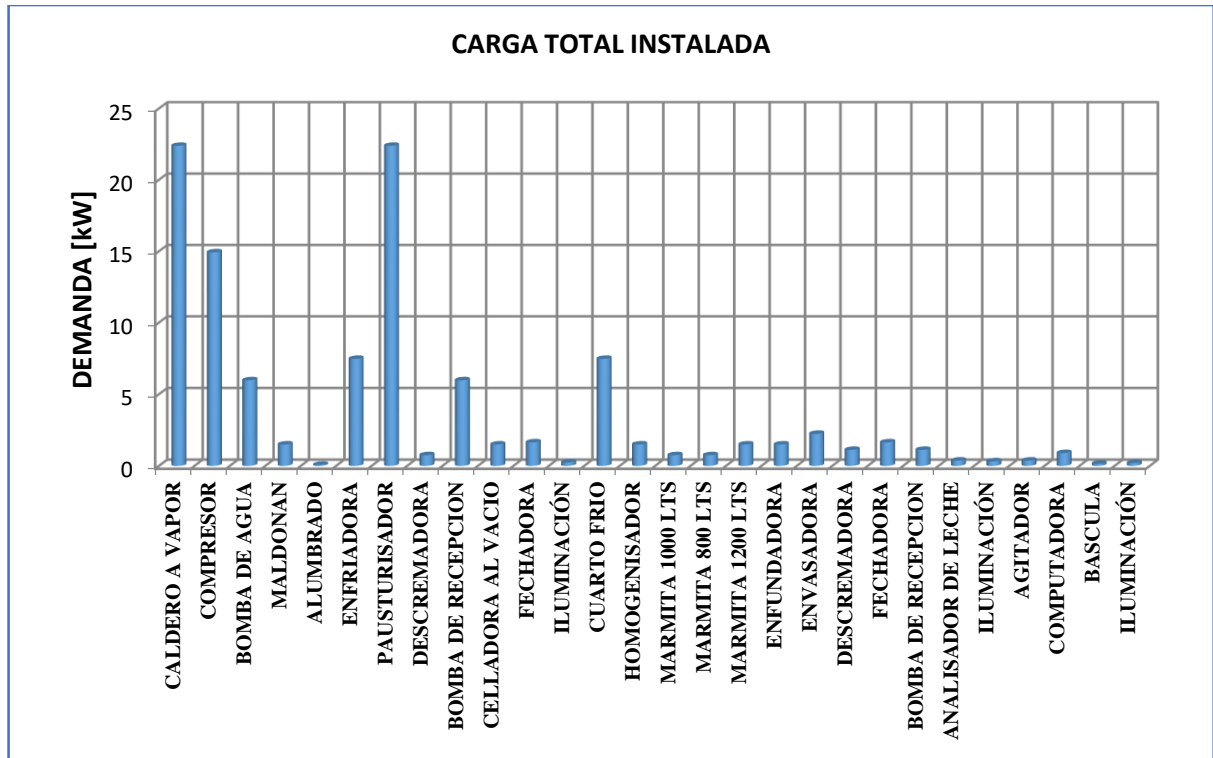
Tabla 4: Levantamiento de Carga de la Fábrica Prolatd.

No.	NOMBRES DE LOS APARATOS	cos ϕ	POTENCIA ACTIVA [kW]	POTENCIA REACTIVA [kVAR]	POTENCIA APARENTE [kVA]
CARGA INSTALADA					
P1	CALDERO A VAPOR	0,85	22,38	26,329	34,555
P2	COMPRESOR	0,85	14,92	17,553	23,037
P3	BOMBA DE AGUA	0,87	5,968	6,86	9,093
P4	MALDONAN	0,78	1,492	1,913	2,426
P5	ALUMBRADO	0,95	0,08	0,084	0,116
P6	ENFRIADORA	0,95	7,46	7,853	10,831
P7	PAUSTURISADOR	0,85	22,38	26,329	34,555
P8	DESCREMADORA	0,85	0,746	0,878	1,152
P9	BOMBA DE RECEPCION	0,87	5,968	6,86	9,093
P10	CELLADORA AL VACIO	0,78	1,492	1,913	2,426
P11	FECHADORA	0,78	1,6412	2,104	2,668
P12	ILUMINACIÓN	0,95	0,24	0,253	0,349
P13	CUARTO FRIO	0,85	7,46	8,776	11,518
P14	HOMOGENISADOR	0,85	1,492	1,755	2,303
P15	MARMITA 1000 LTS	0,85	0,746	0,878	1,152
P16	MARMITA 800 LTS	0,85	0,746	0,878	1,152
P17	MARMITA 1200 LTS	0,87	1,492	1,715	2,273
P18	ENFUNDADORA	0,78	1,492	1,913	2,426
P19	ENVASADORA	0,78	2,238	2,869	3,639
P20	DESCREMADORA	0,85	1,119	1,316	1,727
P21	FECHADORA	0,78	1,6412	2,104	2,668
P22	BOMBA DE RECEPCION	0,87	1,119	1,286	1,705
P23	ANALISADOR DE LECHE	0,87	0,373	0,429	0,568
P24	ILUMINACIÓN	0,95	0,32	0,337	0,465
P26	AGITADOR	0,87	0,373	0,429	0,568
P27	COMPUTADORA	0,85	0,8952	1,053	1,382
P28	BASCULA	0,85	0,1492	0,176	0,231
P29	ILUMINACIÓN	0,95	0,2	0,211	0,291
TOTAL			110,3528		

Realizado por: Los Autores.

Con los datos obtenidos podemos considerar que, la carga instalada en la fábrica es de 110,35 kW. Para visualizarlo en forma más clara establecemos el siguiente gráfico que nos indica la diferencia de potencia instalada dentro de la fábrica para sus procesos.

Gráfico 1: Demanda Instalada de la Fábrica Prolatd.



Realizado por: Los Autores.

11.1.2 Mediciones Realizadas para la Fábrica

La fábrica PROLATD cuenta con un transformador de 125 kVA, se alimenta de las redes de la empresa eléctrica distribuidora además cuenta con un medidor de energía trifásico para su respectiva facturación, que se conecta a un tablero de barras de distribución principal (TDP). Para las mediciones se utilizó un analizador industrial de redes eléctricas llamado: FLUKE 435 II, colocado bajo la responsabilidad de los investigadores y la supervisión de un docente tutor de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Este equipo fue instalado durante los siete días lo que permitió obtener valores en tiempo real de los diferentes parámetros que proporciona este analizador y nos permite conocer a ciencia cierta qué consumo está teniendo la fábrica dentro de todo el proceso de producción, la colocación de este analizador se lo hizo en los bornes del tablero general de fuerza e iluminación.

11.1.3 Características del Analizador de Redes Fluke 435 II

Marca: FLUKE

Modelo: 435 II

Intervalos de medición: Cada 5 minutos

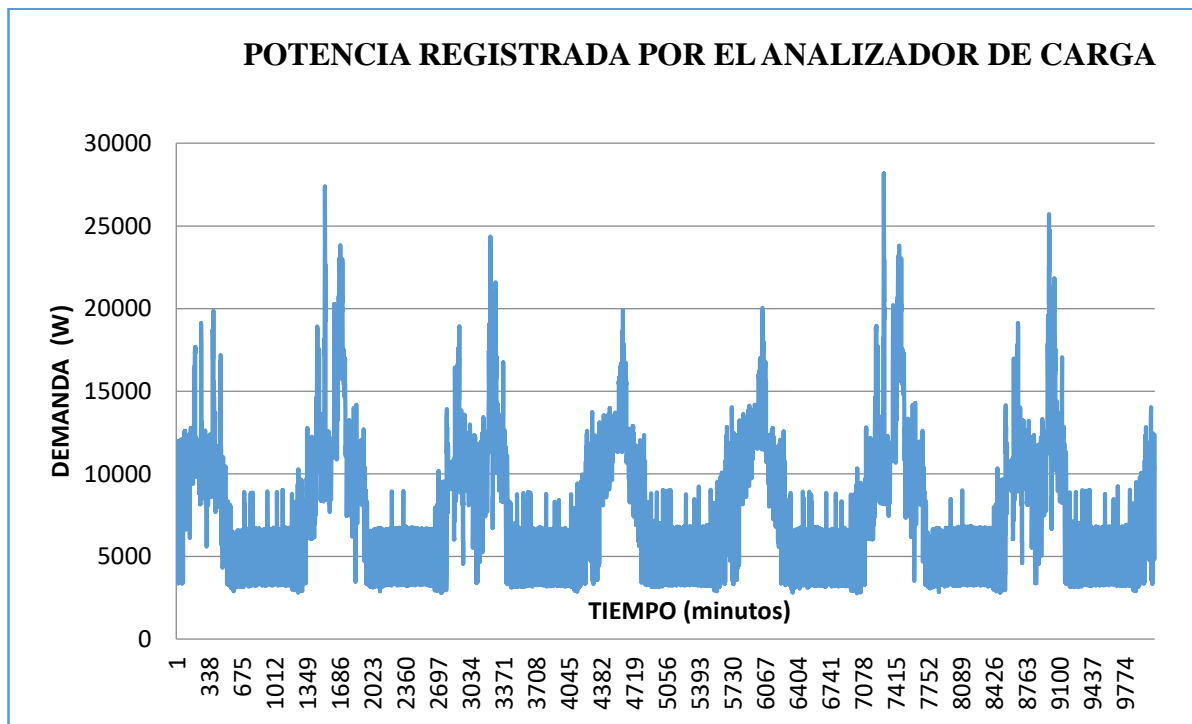
Parámetros de análisis:

- Voltaje
- Corriente
- Potencia
- Frecuencia
- Desbalance de voltaje y corriente

11.1.4 Curva de Carga de la Fábrica Prolatd

A continuación, se presenta la curva de carga registrada por el analizador en los siete días de la semana en que se realizó la medición. Como se puede observar las variaciones existentes de la demanda es considerable ya que los procesos son continuos, esto se da debido a que el horario de consumo de la fábrica es de las 24 horas al día en el caso de algunas maquinarias.

Gráfico 2: Curva Semanal de Carga.



Realizado por: Los Autores.

La curva de carga de la fábrica consta de 10083 mediciones las cuales se tomaron cada 5 minutos. Más adelante se verá alternativas en cuanto a la manipulación de la demanda para ver las posibles, o la posible aplicación de los casos de ahorro de consumo de energía en las horas pico que mejor se ajustan a la fábrica, y no alteren el producto final.

11.1.5 Energía Consumida por Proceso

Como se puede apreciar para esta evaluación se ha seleccionado cada una de las áreas por proceso en donde se detalla tiempos de encendido de las maquinarias y en la tabla 5 presentada a continuación se puede observar el promedio de energía consumida por la empresa.

Tabla 5: Estimación de Energía Consumida por la Fábrica

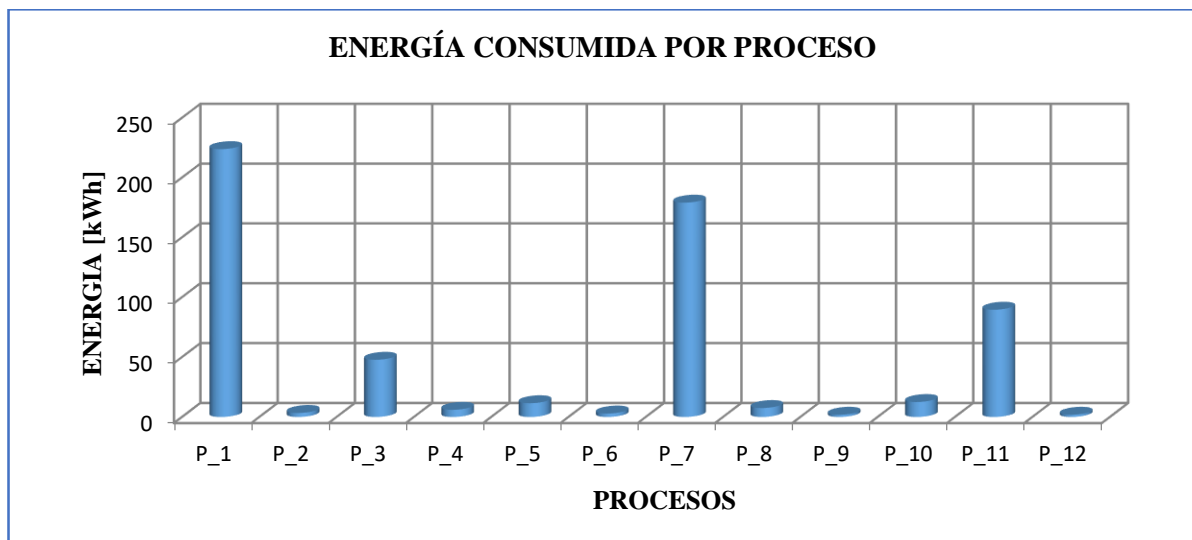
ENERGÍA TOTAL CONSUMIDA POR LA FÁBRICA					
PROCESO	EQUIPO	CARGA INSTALADA kW	Horas al día	Hora Promedio	kWh al día
P_1	CALDERO A VAPOR	22,38	16	10	223,8
	PAUSTURISADOR	22,38	16	10	223,8
	MARMITA 1000 LTS	0,746	8	8	5,968
	COMPUTADORA	0,8952	6	6	5,3712
P_2	COMPRESOR	14,92	24	10	149,2
	DESCREMADORA	0,746	9	4,5	3,357
	MARMITA 800 LTS	0,746	8	4	2,984
	BASCULA	0,1492	12	6	0,8952
P_3	BOMBAS DE AGUA	5,968	16	8	47,744
	BOMBAS DE RECEPCION	5,968	16	8	47,744
	MARMITA 1200 LTS	1,492	8	4	5,968
P_4	CELLADORA AL VACIO	1,492	8	4	5,968
	ENFUNDADORA	1,492	8	4	5,968
P_5	ALUMBRADO	0,08	12	8	0,64
	FECHADORA	1,6412	7	7	11,4884
	ENVASADORA	2,238	9	4,5	10,071
P_6	ENFRIADORA	7,46	24	12	89,52
	ILUMINACIÓN	0,24	12	12	2,88
	DESCREMADORA	1,119	9	4,5	5,0355
P_7	CUARTO FRIO	7,46	24	24	179,04
	FECHADORA	1,6412	7	7	11,4884
P_8	HOMOGENISADOR	1,492	10	5	7,46
	BONBA DE RECEPCION	1,119	5	5	5,595
	BOMBA DE RECEPCION	1,119	5	5	5,595
P_9	ANALISADOR DE LECHE	0,373	5	5	1,865
P_10	ILUMINACIÓN	0,52	24	24	12,48
P_11	CUARTO FRIO	3,73	24	24	89,52
P_12	AGITADOR	0,373	10	5	1,865

Realizado por: Los Autores.

Dentro de los procesos que se encuentran involucrados en la determinación de la demanda de energía podemos considerar que el uso de algunas maquinarias no es de uso frecuente y que en este caso se las complemento con otras para sacar un patrón representativo dentro del estudio de consumo de energía.

De los procesos de utilización de las maquinarias consideradas para nuestro estudio en consumo de energía mismos que podemos apreciar que la mayor influencia se encuentra en las áreas dentro del P_1 (Proceso 1), P_2 (Proceso 2), P_3 (Proceso 3), P_6 (Proceso 6), y P_7 (Proceso). Por lo que en el grafico 3 tendremos en forma más clara la influencia de cada proceso en cuanto al consumo de energía que posee la fábrica

Gráfico 3: Estimación de Energía Consumida por proceso.



Realizado por: Los Autores.

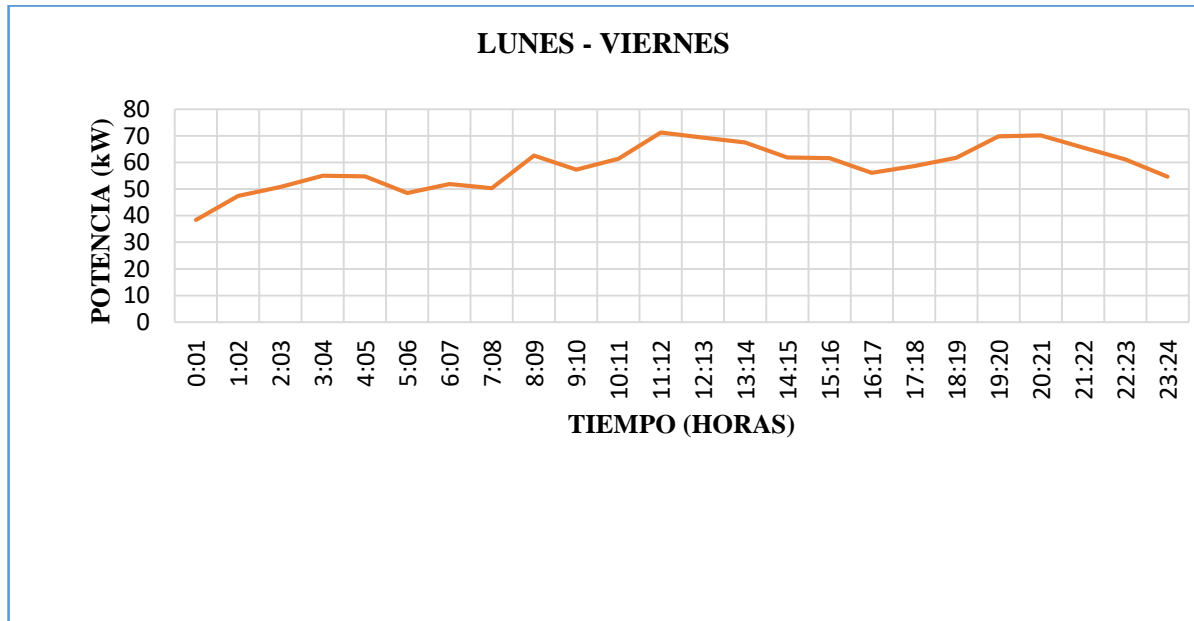
Se puede evidenciar que la mayor influencia de consumo de energía se encuentra en las áreas dentro del P_1 (Proceso 1), P_3 (Proceso 3), P_7 (Proceso) y P_11 (Proceso). Esto se da porque en esos procesos existen maquinarias que tienen una demanda de potencia elevada, por lo que más adelante se tratara de establecer una estrategia de ahorro de energía, con el fin de que la fábrica optimice sus recursos y por ende consuma menos en horarios pico.

11.1.6 Consumo de Potencia.

Debido a las variaciones de consumo de energía que existe entre los fines de semana y los habituales consideramos necesario el análisis de tres curvas representativas de potencia dentro de la fábrica, entre las cuales analizaremos el día sábado, domingo, y una representativa de los días entre semana y la total de los 7 días que es de nuestro interés, para el análisis de energía contemplamos el área bajo la curva, correspondiente a la potencia de cada uno de los días que

son analizados, con el fin de determinar la energía que consume la fábrica en cada uno de los productos que se elaboran. En el gráfico 4 podemos apreciar el consumo de potencia promedio representativo de los 5 días, en la cual se evidencia el horario de mayor consumo de potencia.

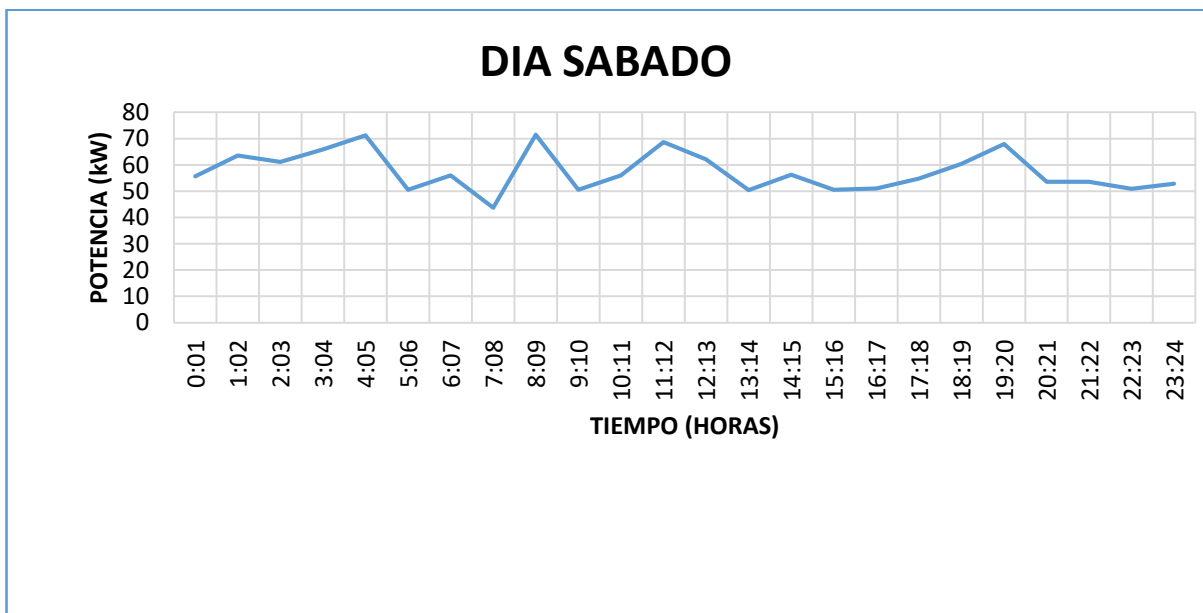
Gráfico 4: Consumo de Potencia de Lunes a Viernes.



Realizado por: Los Autores.

Para los días entre semana se estima un consumo de potencia que alcanza los 71,35 kW, en la cual se puede apreciar los horarios en los que la fábrica tiene un consumo considerado de potencia.

Gráfico 5: Consumo de Potencia día Sabado.



Realizado por: Los Autores.

Otro de los días con mayor incidencia en el consumo de potencia dentro de la fábrica es el día sábado que dependiendo de la producción llega a una potencia estimada de 71,52 kW.

Gráfico 6: Consumo de Potencia día Domingo.



Realizado por: Los Autores.

El consumo de potencia para el día domingo se la puede considerar la más alta puesto que es el día en que la producción es más grande, con el fin de que para el día siguiente la distribución de los productos a los centros de acopio no se retrase, esta demanda de potencia llega a alcanzar los 83,15 kW.

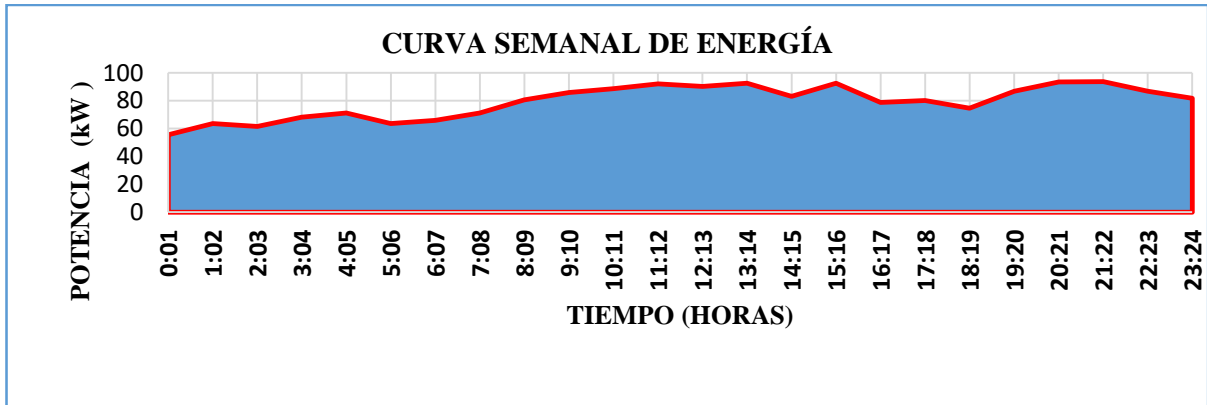
11.1.7 Consumo de Energía

Consideramos la estructuración por partes debido a que de lunes a viernes el consumo de energía no varía drásticamente, trabajando con valores representativos dentro de los 5 días con la finalidad de determinar un consumo modelo dentro de los mismos, para no altera la producción diaria de cada producto, en los días de lunes a viernes se estima un promedio de consumo de energía de 221,72 kWh, mismos que se caracterizan independientemente de los productos que se procesen dentro de la fábrica.

De igual forma para el día sábado se estima un consumo promedio de energía de 171,71 kWh, en el que es apreciable los horarios de los consumos requeridos para la elaboración de los diferentes productos dentro de la fábrica; para el día domingo se considera un consumo promedio de energía de 181,39 kWh tomando en cuenta que en este día es la mayor demanda

de energía que se requiere dentro de la fábrica y que es el día que más influye en la determinación del consumo de potencia.

Gráfico 7: Energía consumida por la Empresa Prolatd.



Realizado por: Los Autores.

El área bajo la curva del gráfico 7 representa la energía necesaria requerida por la fábrica con la finalidad de abastecer la demanda del mercado al cual provee de sus productos.

11.1.8 Maquinarias y Equipos

De las áreas de producción definidas, la fábrica Prolatd cuenta con:

- Caldero a vapor.
- Compresor.
- Bombas de agua.
- Mal donan.
- Enfriadora.
- Descremadora.
- Bombas de recepción.
- Selladora al vacío.
- Fechadora.
- Cuarto frio.
- Marmita.
- Enfundadura.
- Envasadora.
- Descremadora.
- Fechadora.

- Analizador de leche.
- Agitador.
- Computadora.
- Bascula.
- Iluminación.

11.1.9 Energía Consumida por Procesos

Queso fresco pasteurizado

Para la elaboración del producto se estima un consumo de energía de alrededor de 91,70 kWh información que en anexo 2 se desglosa con su diagrama de flujo correspondiente, así como la energía demandada dentro del proceso para la elaboración del queso pasteurizado.

Queso palmito

Para la elaboración del producto se estima un consumo de energía de alrededor de 99,29 kWh información que en anexo 2 se desglosa con su diagrama de flujo correspondiente, así como la energía demandada dentro del proceso para la elaboración del queso palmito.

Yogurt

Para la elaboración del producto se estima un consumo de energía de alrededor de 172,10 kWh información que en anexo 2 se desglosa con su diagrama de flujo correspondiente, así como la energía demandada dentro del proceso para la elaboración del yogurt.

Crema

Para la elaboración del producto se estima un consumo de energía de alrededor de 117,96 kWh información que en anexo 2 se desglosa con su diagrama de flujo correspondiente, así como la energía demandada dentro del proceso para la elaboración de la crema.

Dulce de leche

Para la elaboración del producto se estima un consumo de energía de alrededor de 86,95 kWh información que en anexo 2 se desglosa con su diagrama de flujo correspondiente, así como la energía demandada dentro del proceso para la elaboración del dulce de leche.

Mantequilla

Para la elaboración del producto se estima un consumo de energía de alrededor de 88,58 kWh información que en anexo 2 se desglosa con su diagrama de flujo correspondiente, así como la energía demandada dentro del proceso para la elaboración de la mantequilla.

11.2 Análisis de Costos de Energía Eléctrica.

Mediante un estudio de los últimos meses de facturación de la energía eléctrica establecemos la base para determinar el consumo de energía dentro de la fábrica, con la finalidad de determinar el pago por este rubro, para determinar las relaciones costo beneficio al momento de aplicar las estrategias Peak Shaving y utilizar la mejor opción que se ajusta a la situación actual de la fábrica.

Se debe considerar el pliego tarifario de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi para este análisis ya que la facturación debe ser la correcta como ordena la Agencia de Regulación y Control de Electricidad ARCONEL, pues este organismo es el encargado de regir los cargos tarifarios en cuanto a consumo de energía.

11.2.1 Tarifa Eléctrica para la Fábrica

La tarifa a considerarse para el presente proyecto es la tarifa de medio voltaje pues la fábrica entra en el grupo de consumidores tipo regulado, puesto que se beneficia del servicio público de energía eléctrica, mismo que mantiene contrato de suministro con la empresa eléctrica de distribución, tarifa que será aplicada a la fábrica dependiendo de los horarios de consumo determinado en el pliego tarifario.

Los valores referenciados por en ARCONEL en el pliego tarifario son los mostrados en la tabla siguiente:

Tabla 6: Costos de tarifa horaria por distribución de energía eléctrica.

HORARIOS	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA USD (kWh)
Lunes - Viernes 8:00 hasta 18:00 horas	Media	0,0897
Lunes - Viernes 18:00 hasta 22:00 horas	Punta (Pico)	0,1037
Lunes - Viernes 22:00 hasta 8:00 horas	Base (Valle)	0,0501
S,D,F - 18:00 hasta 22:00 horas	Punta (Pico)	0,0897

Realizado por: Los Autores.

Los valores se aplican a los consumidores industriales que disponen de un registrador de demanda horaria que les permite identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los periodos horarios de punta, media y base. [16]

11.2.2 Energía en Función de Costos

El propósito principal de la planificación de procesos óptimo es reducir los costos de electricidad asociados con la operación de la planta. Por esta razón, los costos de la demanda energética y los picos resultantes de la operación del proceso se incluyen en esta función como se muestra a continuación.

$$J = \sum_t P_{tot_t} * \alpha_t + \beta \quad (1)$$

Dónde:

$t =$ Intervalo de tiempo.

$\alpha_t =$ Precio de la energía $\left(\frac{\$}{kwh}\right)$.

$P_{tot_t} =$ Energía total del proceso (kW).

$\beta =$ Cargo por operación (\$).

$J =$ Costo de operación del proceso.

11.2.3 Costos de Generación con Grupo Electrónico a Gasolina

$$Jcg = \sum_t (P_{tot_t} * \mu * \infty) / \varphi + \beta \quad (2)$$

Dónde:

$t =$ Intervalo de tiempo (h).

$P_{tot_t} =$ Energía total del proceso (kW).

$\mu =$ Número de galones por hora.

$\infty =$ Precio del combustible (\$/gl).

$\varphi =$ Demanda total del sistema (kW).

$\beta =$ Cargo por operación y mantenimiento (\$).

$Jcg =$ Costo de operación del proceso con gasolina.

11.2.4 Costos de Generación con Grupo Electrónico a Diésel

$$Jcd = \sum_t (P_{tot_t} * \mu * \infty) / \varphi + \beta \quad (3)$$

Dónde:

$t =$ Intervalo de tiempo(h).

$P_{tot_t} =$ Energía total del proceso (kW).

$\mu =$ Número de galones por hora.

$\infty =$ Precio del combustible (\$/gl).

$\varphi =$ Demanda total del sistema(kW).

$\beta =$ Cargo por operación y mantenimiento (\$).

$Jcd =$ Costo de operación del proceso con diesel.

11.3 Análisis de costos de operación

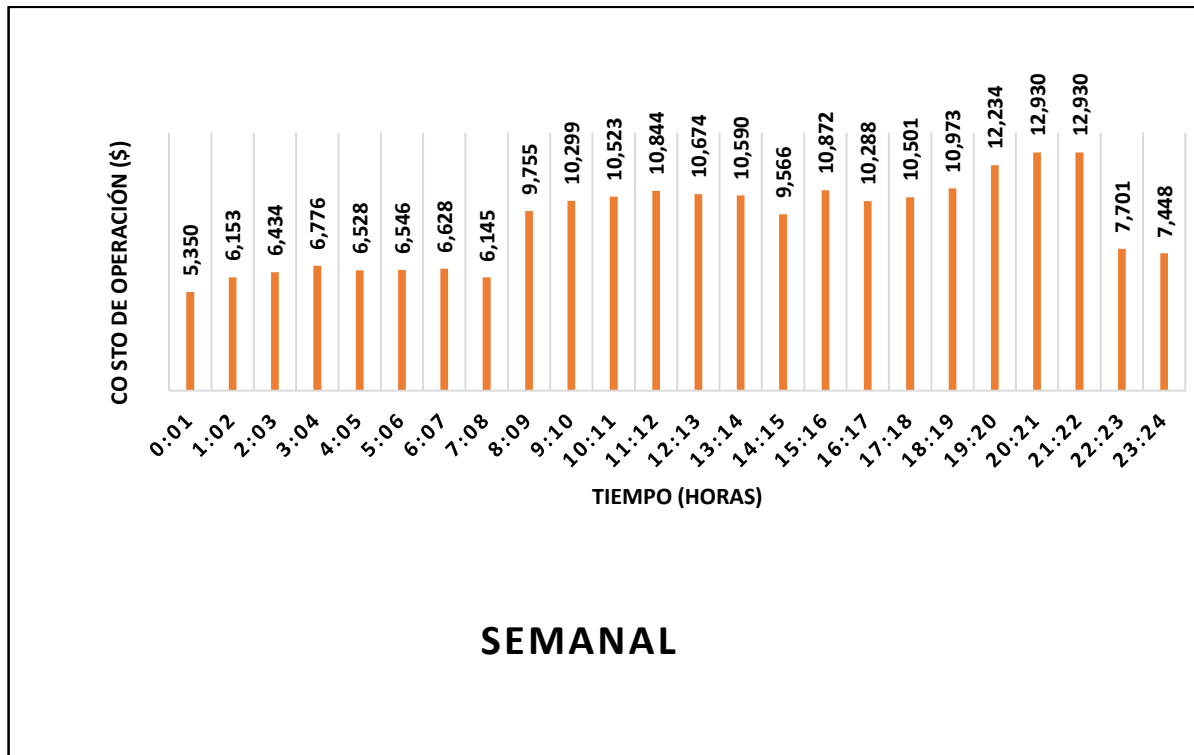
Dentro de las consideraciones importantes para la evaluación de las estrategias Peak Shaving en la fábrica es necesario resaltar la importancia en aplicar los costos de operación en función de la relación hombre máquina, con la finalidad de determinar las horas efectivas de trabajo de la maquinaria y de los operarios involucrados dentro de los diferentes procesos, relacionados con el salario, y encaminados a determinar el precio de operar la maquinaria en la diferencia de horarios para el costo de la energía eléctrica consumida, en especial en los horarios que tiene un precio mayor.

Los cálculos plasmados en el gráfico 8 se obtuvieron aplicando la ecuación 1, y como ejemplo de cálculo detallamos el valor obtenido en la primera hora del día como se evidencia a continuación; de igual manera se realizan el resto de cálculos para las demás horas de trabajo tanto de la máquina como del operador teniendo variaciones pronunciadas debido a la demanda tanto de producción y el consumo de energía. Hay que considerar que el cálculo realizado está en función del promedio diario.

$$J = \sum_{0-01} 43,50 * 0,05 + 3,17 = 5,35 \$$$

Este cálculo realizado está referenciado en base a la potencia consumida en un periodo de tiempo por el precio de la energía determinado en dicho periodo más rubros por concepto de operación del hombre de las maquinarias en cualquier proceso que este teniendo la fábrica.

Gráfico 8: Diagrama de costos de operación.



Realizado por: Los Autores.

Dentro del análisis del gráfico detallado anteriormente se puede determinar que el precio de operación en función de la relación hombre maquina es de 12,93 \$ como precio más elevado, estimando un salario de 412,38 \$ para los operadores técnicos en la elaboración de productos alimenticio, valores que dentro del análisis de las estrategias nos permitirá estimar opciones y hacer relación de la energía en función de la maquinaria vs salario del trabajador, en los diferentes horarios en los que el precio de la energía tiene valores que determinara la viabilidad de las aplicaciones de las estrategias Peak Shaving dentro de sus diferentes análisis que son estudiados más adelante.

11.4 Estudio de Métodos (Peak Shaving) en la Empresa Prolatd.

Para el caso de la empresa Prolatd se consideró los diferentes análisis de las estrategias, siendo estas:

- Movimiento de Procesos productivos.
- Generación con grupo electrógeno a gasolina.
- Generación con grupo electrógeno a diésel.
- Sistema de almacenamiento con baterías.

En el gráfico 8 descrita anteriormente se evidencia los picos en los cuales podemos plantear el análisis para una posible reducción de costos dependiendo del tipo de generación que más se ajuste al propósito de este estudio y a las características del tipo de carga dentro de la fábrica, considerando que esto no alteren los procesos de los distintos productos,

11.4.1 Métodos de Evaluación de Inversiones

El presente trabajo tiene como finalidad desarrollar un análisis de evaluación económica de inversiones que, nos permita elegir la mejor de las de las opciones que podrían ser aplicadas a la empresa con la finalidad de reducir el consumo de energía eléctrica en las horas pico, y determinar si la inversión es viable en los siguientes casos de estudio.

11.4.2 Valor Actual Neto

El valor actual neto (VAN) constituye uno de los métodos financieros que toma en cuenta los flujos de efectivo en función del tiempo.

Este consiste en encontrar la diferencia entre el valor actualizado de los flujos de beneficio y el valor actualizado de la inversión y otros egresos de efectivo.

La tasa que se utiliza para descontar los flujos es el rendimiento mínimo aceptable de la empresa (k). Por debajo del cual los proyectos de inversión no deben efectuarse.

Para proyectos independientes rige la siguiente regla:

- $VAN > 0$ se elige el proyecto.
- $VAN < 0$ No se acepta el proyecto.
- $VAN = 0$ Finalmente NO se elige, pero estratégicamente puede ser escogido.

11.4.3 Tasa Interna de Retorno

El TIR de un proyecto de inversión es la tasa de descuento, que hace que el valor actual de los flujos de beneficios (positivos) sea igual al valor actual de los flujos de inversión negativos.

Regla de decisión del TIR

Para proyectos mutuamente excluyentes, se elige el proyecto con el TIR mayor.

Para proyectos independientes, se usa la siguiente regla de decisión:

- Se el $TIR > K = VAN > 0$, se elige el proyecto

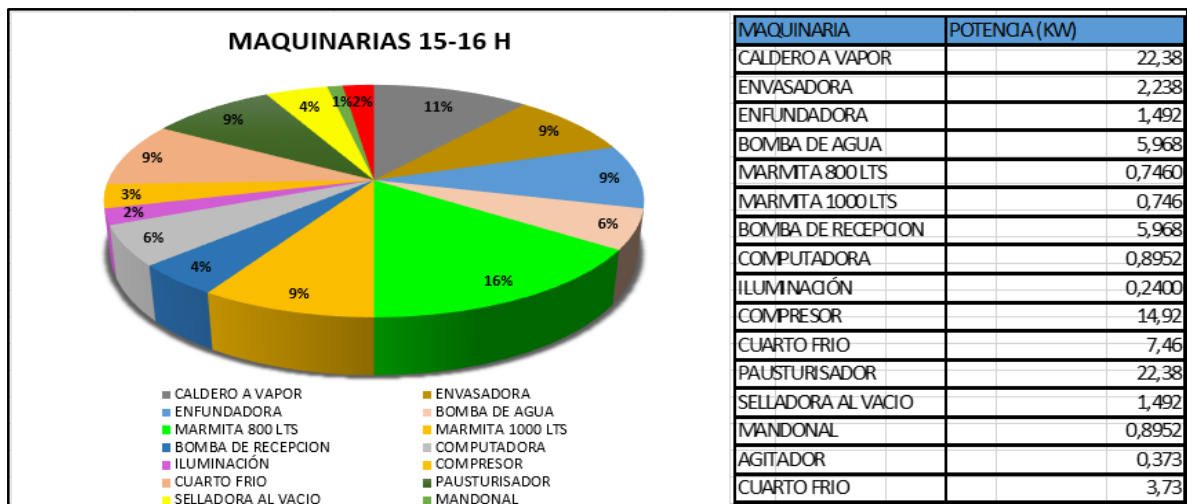
- Se el $TIR < K = VAN < 0$ no se elige el proyecto
- Si el $TIR = 0 = VAN = 0$, no se elige el proyecto.

Dentro del análisis descartamos la posibilidad de aplicar las estrategias por el movimiento de procesos debido a la continuidad que se requiere para elaborar los productos, lo cual afecta los tiempos de producción de los productos finales dentro del proceso, lo que conlleva a retrasar las entregas en los puntos de acopio que pueden desencadenar en la pérdida total o parcial de la producción.

En el gráfico 11 determinamos el flujograma de cada uno de los productos que se elabora dentro de la fábrica y la influencia en consumo de energía y en secuencia que tiene la mayoría de las maquinarias; descartando así posibilidad alguna de mover algún proceso sin que afecte la línea de producción dentro del producto terminado, y la economía de la fábrica lo cual resultaría desfavorable.

En el gráfico 9 se presenta la influencia en porcentaje relacionando el consumo de energía utilizado para cumplir con la demanda de productos terminados en función de la energía, sin que esto altere el producto final, tomando como referencia las maquinarias que están en uso en el horario de 15 a 16 horas.

Gráfico 9: Porcentaje de Consumo por maquinarias.

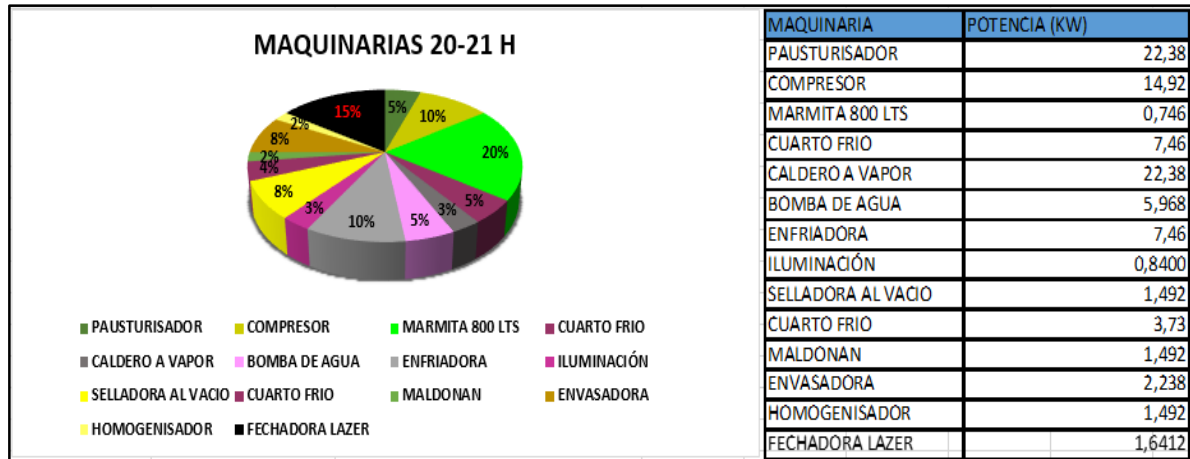


Realizado por: Los Autores.

Haciendo el análisis del porcentaje de consumo de cada una de las maquinarias en donde existe un pico de consumo, mismo que se encuentra entre las 15 y 16 horas podemos apreciar cuál es la influencia de las maquinas haciendo relación con el consumo de energía dentro del proceso a esa hora en donde el mayor consumo tiene la marmita un con una frecuencia de uso de 16%

maquinaria que es representativa en consumo de energía en esta hora de análisis; como el compresor el cuarto frio el pasteurizador teniendo el periodo de uso más extenso en todo los procesos.

Gráfico 10: Porcentajes en función de las maquinarias.



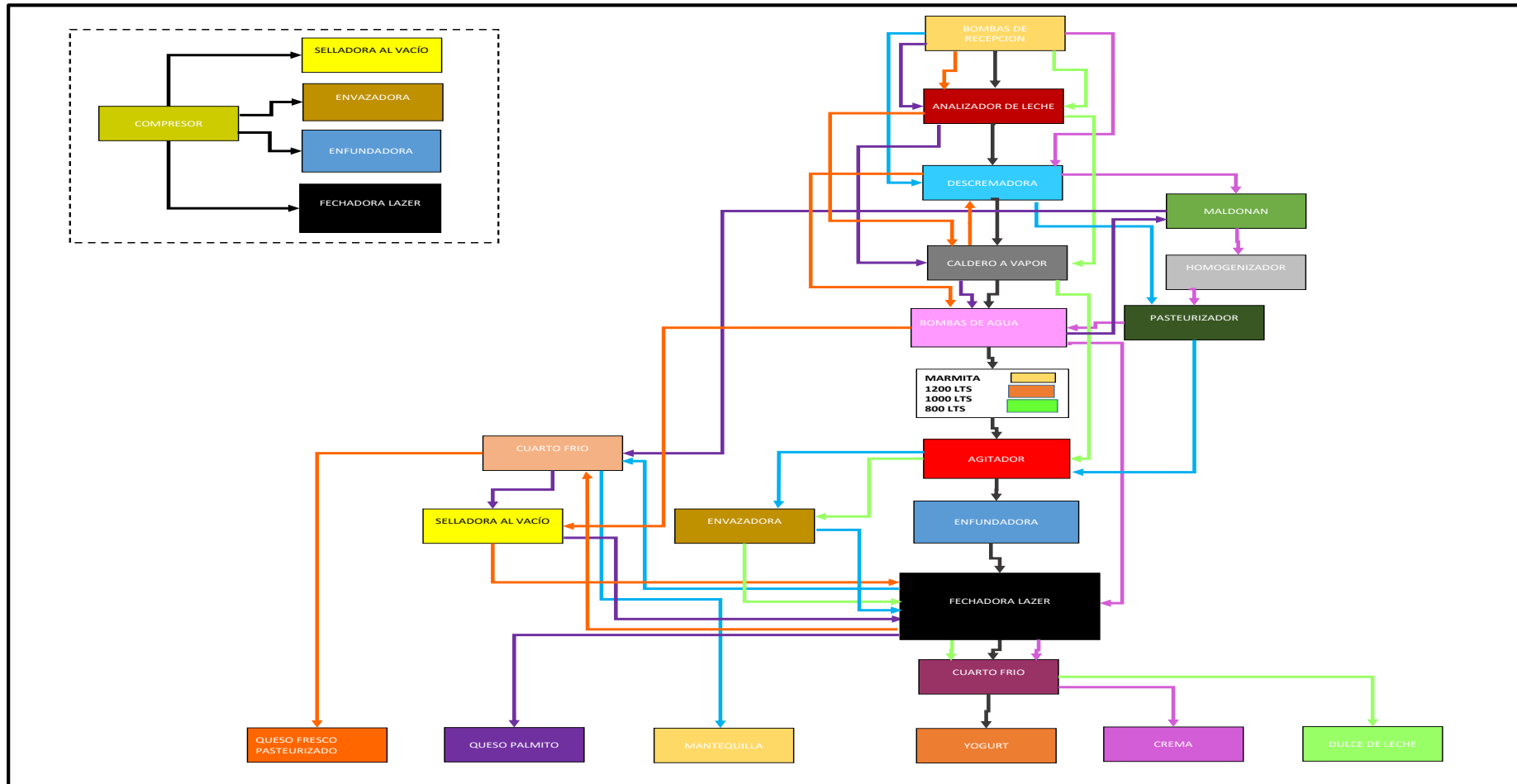
Realizado por: Los Autores.

Para poder evidenciar la diferencia de utilización de las maquinarias dentro de los procesos de los productos finales se plantea el análisis en el horario de 20 a 21 horas, debido a que en esas horas la producción es variable; es decir se procesa al mismo tiempo diferentes productos como se puede apreciar en el gráfico 10, esto hace énfasis en que resultaría difícil mover alguna maquinaria dentro de cualquier proceso para disminuir consumo de energía, esto resultaría desfavorable para la empresa en vista de que puede repercutir en pérdidas económicas innecesarias y que pueden alterar la estabilidad de la misma.

Por esta razón se sugiere a la empresa analizar la posibilidad de sustitución paulatina de motores más eficientes que aporten en aumentar la eficiencia de las instalaciones, alargar su vida útil y así disminuir perdidas por este concepto que representan un valor considerable dentro de la planilla.

En el anexo diez se detalla los tiempos de las maquinarias que hacen relación a la utilización de las mismas dentro de los procesos para los productos finales, la combinación en producción de los productos, los tiempos de uso hacen que se dificulte la posibilidad de intentar mover una línea de producción a otro horario; para su mejor interpretación está determinada cada maquinaria por colores con la finalidad de determinar la frecuencia de uso.

Gráfico 11: Diagrama de Procesos de productos finales.



Realizado por: Los Autores.

Con respecto a la cogeneración resaltamos el hecho de que no existe un porcentaje considerable de energía alternativa que pueda ser aprovechada, mencionando que el único desperdicio es el vapor de agua proveniente del caldero mismo que su potencial no es considerable como para generar algún tipo de energía alternativa que pueda ser aprovechada por la fábrica.

Con la finalidad de analizar la factibilidad de la aplicación de las estrategias Peak Shaving dentro de la fábrica Prolatd consideramos tres casos. Después de descartar una de las posibilidades de aplicación, más adelante detallamos todo el análisis en relación a la autogeneración que podría ser aplicada dentro de la fábrica.

11.5 CASO 1: Generación con Gasolina.

Para el análisis con este método es necesario determinar la relación de la generación con grupo electrógeno que pudiera abastecer la demanda de la fábrica, tomando en consideración la inversión inicial, el costo de mantenimiento y otros rubros considerados para optar por la mejor opción tanto técnica como económica que garanticen el cumplimiento del objetivo por el cual se realiza el análisis. Con el fin de escoger la mejor de las opciones se realiza el análisis de tres distintos grupos electrógenos y los resultados obtenidos se detallan a continuación.

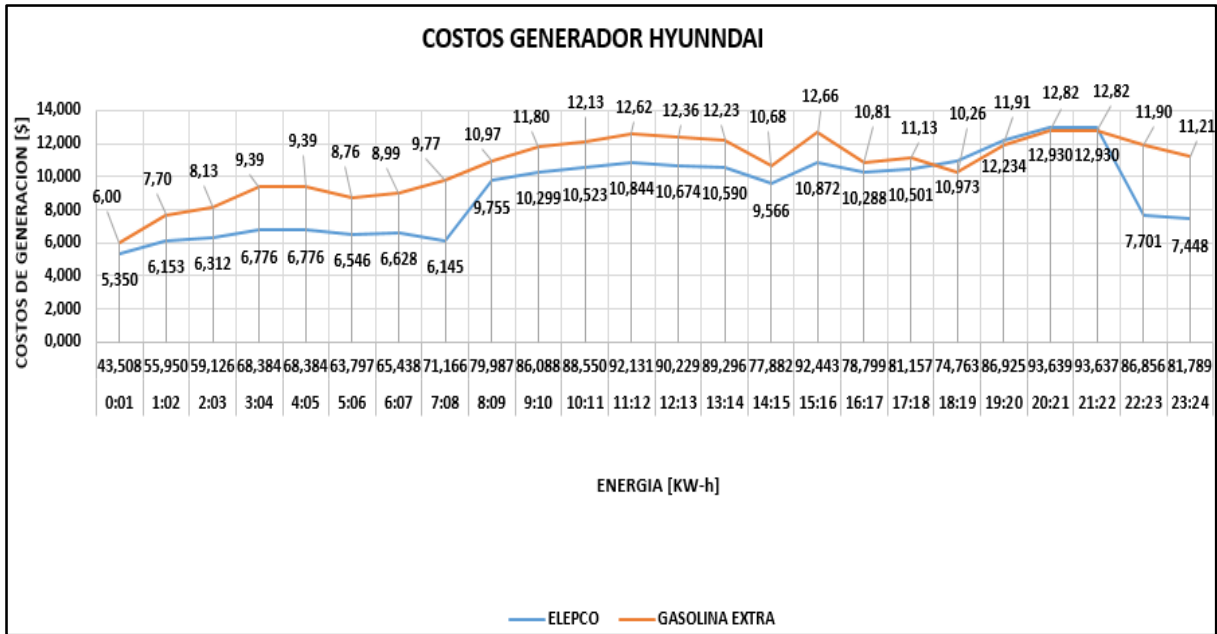
11.5.1 Grupo Electrónico Hyundai.

Los parámetros importantes que hay que considerar para optar por esta opción son; el costo del combustible que para el análisis dentro de este lapso de tiempo el precio de la gasolina para uso industrial es considerado en un valor de 2,36 dólares el galón, según cifras publicadas por el ministerio de Hidrocarburos los precios se ajustan a valores internacionales que tienden al alza, y su mantenimiento que depende directamente del tiempo de utilización del equipo y principalmente de la potencia que genera, puesto que mientras más grande en potencia, más tiempo en mantenimiento. Sin embargo, hay que considerar que su costo tanto en combustible como en mantenimiento hace que sea una opción de precio elevado.

Las características técnicas principales consideradas para el análisis del generador:

- Consumo de combustible: 24 L/H al 100% de la carga.
- Potencia de generación: 110 kW
- Precio en el mercado: 14795 \$
- Costo de mantenimiento anual: 739,35 \$

Gráfico 12: Curva de costos Grupo Electrónico Hyundai



Realizado por: Los Autores.

Para justificar el valor de generación con este tipo de grupo electrógeno se aplica la ecuación 2, misma que es aplicada como un ejemplo con el valor obtenido a continuación, y que será de referencia para el resto de cálculos.

$$Jcg = \sum_{0-01} \frac{43,50 * 6,34 * 2,36}{110} + 0,086 = 6,00 \$ kWh$$

Dentro del análisis en el gráfico 12 se tiene la diferencia de costos relacionados con el precio de la energía de la ELEPCO y la generación con el grupo electrógeno; tomando como ejemplo se dispone que para el consumo de energía de 92,443 kWh entre las 15 y 16 horas, consumir de la empresa distribuidora cuesta 12,66 \$ mientras que consumir del grupo electrógeno tiene un costo de 10,872 \$, existiendo una diferencia de 1,78 \$ en esa hora, es decir que generar con el grupo electrógeno de estas características resulta mucho más costoso.

Análisis económico

Dentro del estudio para determinar si la posibilidad de aplicar o no este tipo de alternativa con el grupo electrógeno descrito anteriormente es aceptable, recopilamos la información que nos determinan el cálculo de los parámetros de interés como es el TIR y VAN haciendo referencia a los datos económicos como la tasa de interés emitidos por el banco central, costo del equipo entre otros.

Tabla 7: Análisis económico del TIR y VAN Grupo Electrógeno Hyundai.

Tasa de interés BCE	7,99 %
Inversión Inicial	14795 \$

Total ahorro	1,252 \$	
Ahorro Económico Anual	60,11 \$	
Instalación y Mantenimiento	739,75 \$	
AÑO	FLUJO DE CAJA (\$)	
1	-14795	-14795
2	60,11	51,541
3	-57,216	-45,433
4	-183,913	-135,232
5	-320,734	-218,387
6	-468,486	-295,390
7	-627,497	-366,376
8	-799,213	-432,110
9	-984,649	-492,980
10	-1184,901	-549,347
11	-1401,154	-601,543
12	-1634,685	-649,877
13	-1886,072	-694,340
14	-2157,546	-735,513
15	-2450,710	-773,640
	VAN	-\$ 16.342,85
	TIR	181%

Realizado por: Los Autores.

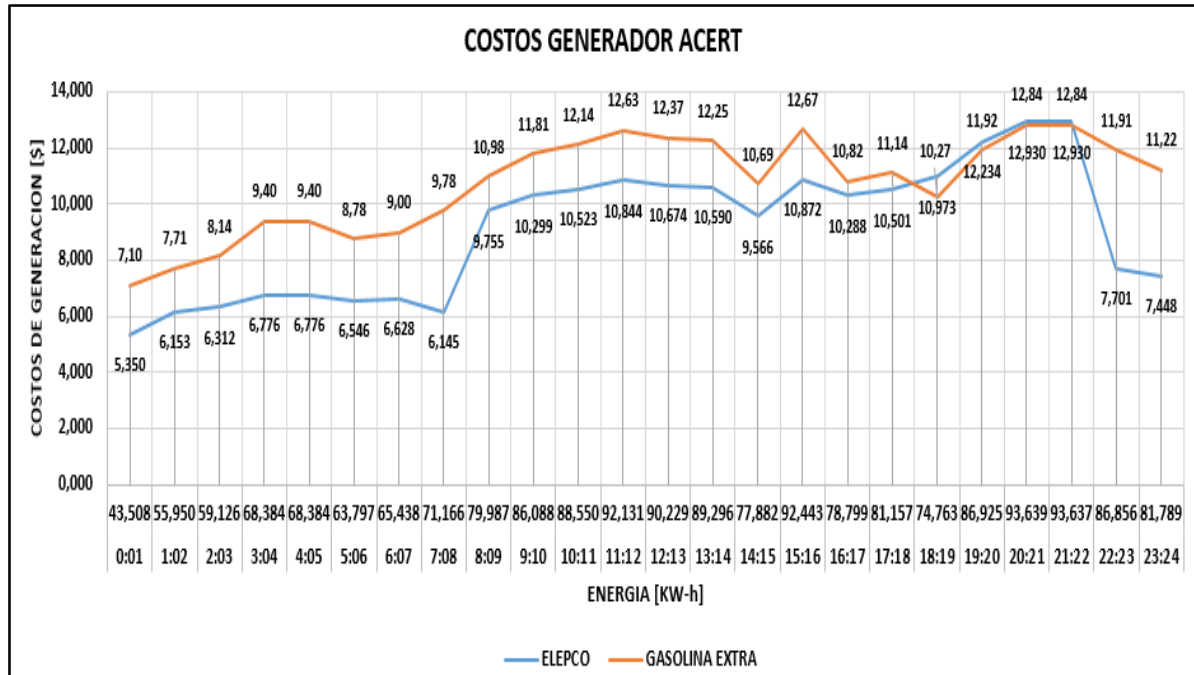
El análisis emitido luego de realizar los cálculos financieros correspondientes reflejados en la tabla 7 se puede determinar la viabilidad o no del proyecto; es decir en estas circunstancias y con los parámetros definidos para el equipo se puede llegar a determinar que el proyecto no es viable.

11.5.2 Grupo Electrónico Acert.

Las características técnicas principales consideradas para el análisis del generador:

- Consumo de combustible: 28,4 L/H al 100% de la carga.
- Potencia de generación: 110 kW
- Precio en el mercado: 16867 \$
- Costo de mantenimiento anual: 843,35 \$

Gráfico 13: Curva de costos Grupo Electrónico Acert



Realizado por: Los Autores.

Con el estudio de costos que están involucrados para determinar lo que cuesta generar dentro del análisis determinado, podemos apreciar en el gráfico 13 la diferencia de costos relacionados con el precio de la energía de la ELEPCO y la generación con el grupo electrógeno; tomando como ejemplo tenemos que para el consumo de energía de 74,736 kWh entre las 18 y 19 horas, consumir de la ELEPCO nos cuesta 10,27 \$ mientras que consumir del grupo electrógeno tiene un costo de 10,973 \$, existiendo una diferencia de 0,703 \$, valor que más se ajusta dentro de la posibilidad de optar por esta opción, es decir que generar con el grupo electrógeno de estas características resulta costoso.

Análisis Económico

El estudio determina que la posibilidad de aceptar el proyecto es nula puesto que el valor actual neto es negativo, y la regla para la toma de decisiones dice que el proyecto se descarta, análisis que dentro de los valores arrojados por la tabla electrónica son determinados según las características del generador.

La cifra de -\$ 18.706,89 nos determina que la inversión con las características del grupo electrógeno, dentro de los 15 años, tiempo para el que se realizó el estudio no sería recuperable; es decir el proyecto no es viable.

Tabla 8: Análisis económico del TIR y VAN Grupo Electrónico Acert.

Tasa de interés BCE	7,99 %
Inversión Inicial	16867 \$

Total ahorro	1,204 \$	
Ahorro Económico Anual	57,80 \$	
Instalación y Mantenimiento	843,35 \$	
AÑO	FLUJO DE CAJA (\$)	
1	-16867	-16867
2	57,80	49,567
3	-76,969	-61,118
4	-222,511	-163,613
5	-379,682	-258,525
6	-549,411	-346,414
7	-732,154	-427,482
8	-929,499	-502,552
9	-1142,612	-572,067
10	-1372,752	-636,439
11	-1621,280	-696,048
12	-1889,666	-751,247
13	-2179,496	-802,362
14	-2491,480	-849,352
15	-2828,391	-892,866
	VAN	-\$ 18.706,89
	TIR	216%

Realizado por: Los Autores.

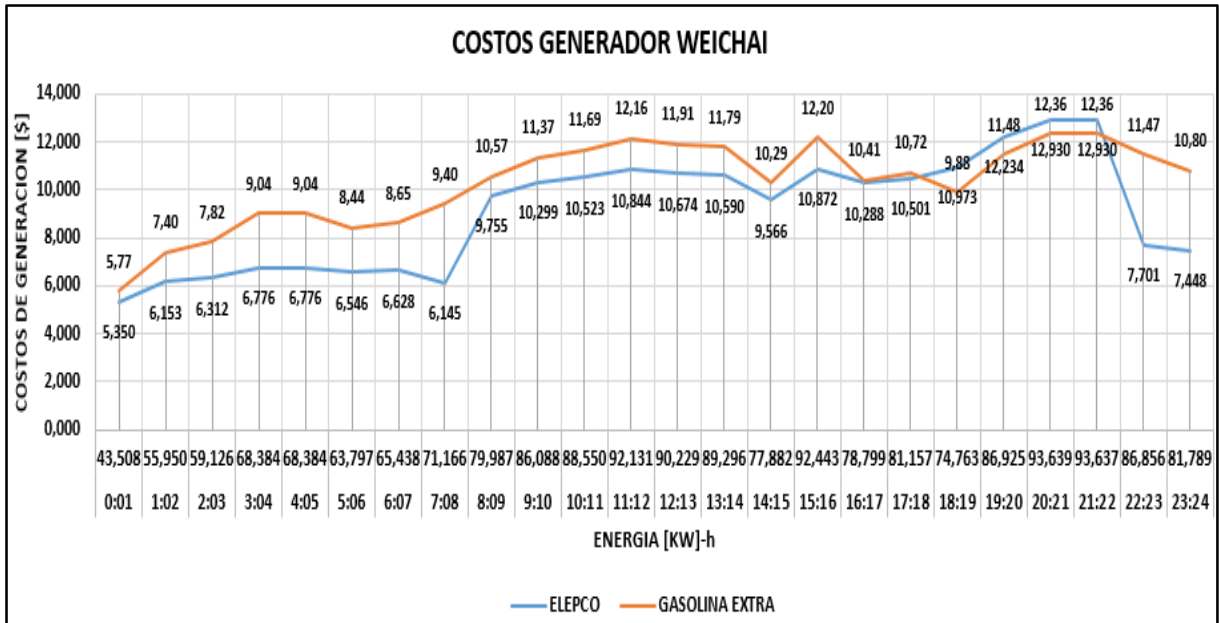
11.5.3 Grupo Electrónico Weichai.

Las características técnicas principales consideradas para este grupo electrónico para el análisis del generador son:

- Consumo de combustible: 23,2 L/H al 100% de la carga.
- Potencia de generación: 110 kW
- Precio en el mercado: 8000 \$
- Costo de mantenimiento anual: 400 \$

Tomando los datos las características principales en el gráfico 14 se puede evidenciar las curvas de energía y los costos que generan al usar este tipo de grupo electrónico.

Gráfico 14: Curva de costos Grupo Electrónico Weichai



Realizado por: Los Autores.

Con el estudio de costos que están involucrados para determinar lo que cuesta generar dentro del análisis determinado, podemos apreciar en el gráfico 14 la diferencia de costos relacionados con el precio de la energía de la ELEPCO y la generación con el grupo electrógeno; tomando como ejemplo tenemos que para el consumo de energía de 86,856 kWh entre las 22 y 23 horas, consumir de la empresa distribuidora nos cuesta 11,47 \$ mientras que consumir del grupo electrógeno tiene un costo de 7,701 \$, existiendo una diferencia de 3,769 \$, valor muy representativo en gastos para la empresa en relación a consumir de la ELEPCO, razón por la cual se descarta esta posibilidad.

Análisis Económico

El estudio determina que la posibilidad de aceptar el proyecto es nula puesto que el valor actual neto es negativo, y la regla para la toma de decisiones dice que el proyecto no es viable, dentro de los valores arrojados por la tabla electrónica.

La cifra de -\$ 7.090,86 nos determina que la inversión con las características del grupo electrógeno, dentro de los 15 años, tiempo en que se realizó el estudio no sería recuperable; es decir el proyecto no es viable, valores evidenciados en la tabla 9.

Como se evidencia en la tabla siguiente la inversión es menor en comparación a los otros tiene una diferencia considerable.

Tabla 9: Análisis económico del TIR y VAN Grupo Electrónico Weichai.

Tasa de interés BCE	7,99 %
Inversión Inicial	8000 \$

Total ahorro	2,992 \$	
Ahorro Económico Anual	143,61 \$	
Instalación y Mantenimiento	400 \$	
AÑO	FLUJO DE CAJA (\$)	
1	-8000	-8000
2	143,61	123,148
3	130,007	103,233
4	115,314	84,791
5	99,447	67,713
6	82,312	51,900
7	63,808	37,256
8	43,826	23,695
9	22,247	11,138
10	-1,056	-0,490
11	-26,221	-11,257
12	-52,468	-20,859
13	-80,811	-29,750
14	-111,419	-37,983
15	-144,473	-45,607
	VAN	-\$ 7.090,86
	TIR	-13%

Realizado por: Los Autores.

11.5.4 Comparación de Resultados

En la tabla 10 tenemos un análisis comparativo de la posibilidad o no que existe para acoger la viabilidad de suplir el consumo de energía de la red de la distribuidora, con la del grupo electrógeno. Es evidente que ninguna de las opciones planteadas es de oportunidad viable para la empresa, considerando que el valor influyente es el precio de la gasolina para uso industrial, mismo que altera directamente en el costo que involucra generar energía con este tipo de grupo electrógeno.

Tabla 10: Análisis económico del TIR y VAN Grupos Electrógenos a Gasolina.

GENERADORES A GASOLINA		
TIPO DE GRUPO ELECTRÓGENO	VAN	TIR
HYUNDAI	-\$ 16.342,85	181%
ACERT	-\$ 18.706,89	216%
WEICHAI	-\$ 7.090,86	-13%

Realizado por: Los Autores.

11.6 CASO 2 Generación con Diésel.

Si analizamos la generación con diésel y hacemos relación con los costos de la empresa distribuidora que es la que abastece a la empresa, podremos determinar si las opciones que

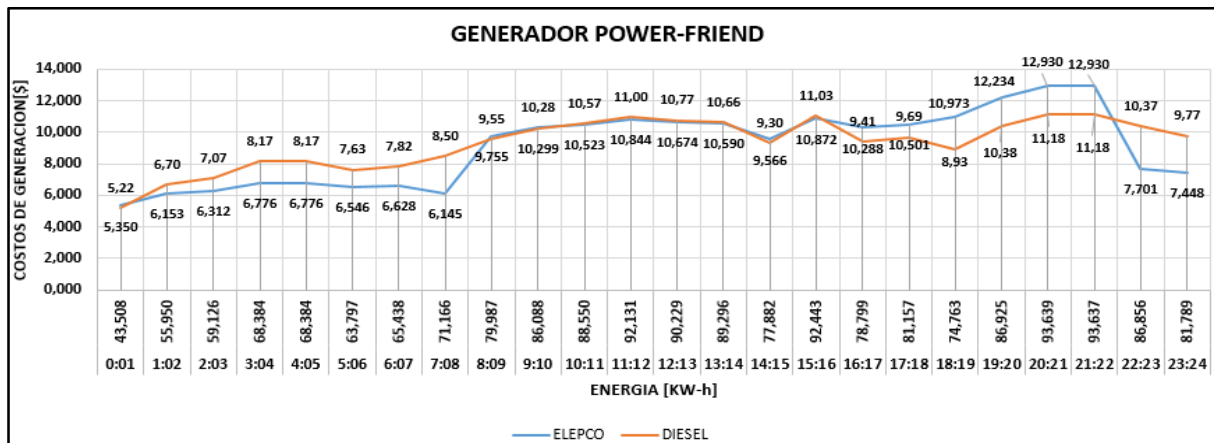
describiremos a continuación pueden o no ser aplicables, considerando que el precio del diésel difiere del precio de la gasolina dentro del sector industrial que para el análisis representarían cambios considerables, para los análisis tomaremos el precio referencial de 2,272 \$ el galón.

11.6.1 Grupo Electrónico Power-Friend.

Las características técnicas principales consideradas para el análisis del generador:

- Consumo de combustible: 21,8 L/H al 100% de la carga.
- Potencia de generación: 110 kW
- Precio en el mercado: 8000 \$
- Costo de mantenimiento anual: 400 \$

Gráfico 15: Curva de costos Grupo Electrónico Power-Friend



Realizado por: Los Autores.

Analizando la relación de costos en el gráfico 15 podemos apreciar que puede ser beneficioso combinar generación según las necesidades de demanda de energía de la empresa y la posibilidad de abastecer con el grupo electrónico; considerando los costos tenemos que para el consumo de energía de 86,925 kWh entre las 19 y 20 horas, consumir de la ELEPCO nos cuesta 12,234 \$ mientras que consumir del grupo electrónico tiene un costo de 10,38 \$, existiendo un ahorro para la empresa de 1,854 \$ en esa hora, por otro lado si consideramos el horario de generar con el grupo electrónico de 15 a 22 horas tiempo en el que puedo hacer uso del sistema electrónico el ahorro sería de 9,708 \$. Para corroborar los cálculos aplicamos la ecuación 3, mismos que son calculados en la hoja electrónica y los valores son los plasmados en el gráfico 12.

$$Jcd = \sum_{0-01} \frac{43,50 * 5,760 * 2,27}{110} + 0,046 = 5,22 \$ kWh$$

Análisis Económico

Dentro del estudio para determinar si la posibilidad de aplicar o no este tipo de alternativa con el grupo electrógeno descrito anteriormente es aceptable o no, recopilamos la información que nos determinan el cálculo de los parámetros de interés como es el TIR y VAN haciendo referencia a los datos económicos como la tasa de interés emitidos por el Banco Central, costo del equipo entre otros.

Tabla 11: Análisis económico del TIR y VAN Grupo Electrónico Power - Friend.

Tasa de interés BCE	7,99 %	
Inversión Inicial	8000 \$	
Total ahorro	9,709 \$	
Ahorro Económico Anual	466,02 \$	
Instalación y Mantenimiento	400 \$	
AÑO	FLUJO DE CAJA (\$)	
1	-8000	-8000
2	466,02	399,611
3	504,807	400,844
4	819,264	602,407
5	1181,184	804,266
6	1596,003	1006,311
7	2069,780	1208,480
8	2609,234	1410,732
9	3221,794	1613,043
10	3915,669	1815,393
11	4699,920	2017,769
12	5584,541	2220,164
13	6580,547	2422,568
14	7700,079	2624,978
15	8956,508	2827,389
	VAN	\$ 2.423,69
	TIR	12%

Realizado por: Los Autores.

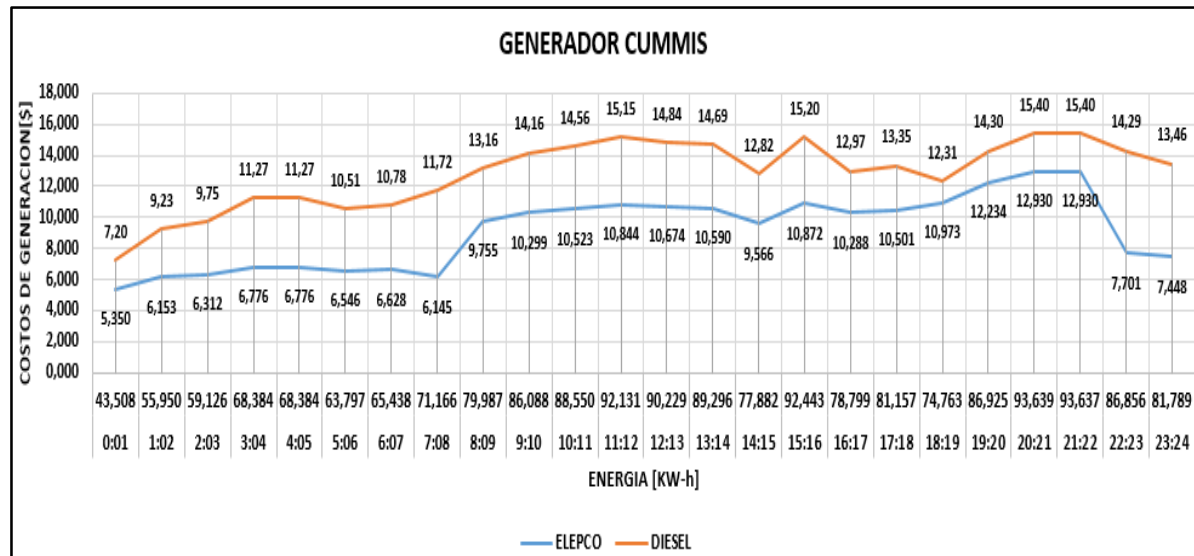
El análisis emitido luego de realizar los cálculos financieros correspondientes reflejados en la tabla 11 se puede determinar la viabilidad o no del proyecto; es decir en estas circunstancias y con los parámetros definidos para el equipo se puede llegar a la conclusión que el proyecto es viable.

11.6.2 Grupo Electrónico Cummis.

Las características técnicas principales consideradas para el análisis del generador:

- Consumo de combustible: 30 L/H al 100% de la carga.
- Potencia de generación: 110 kW
- Precio en el mercado: 13788 \$
- Costo de mantenimiento anual: 689,4 \$

Gráfico 16: Curva de costos Grupo Electrónico Cummis



Realizado por: Los Autores.

Analizando la relación de costos en el gráfico 16 podemos apreciar que no existe posibilidad alguna que podamos combinar generación con el grupo electrógeno; puesto que el consumo de combustible para poder suplir la demanda de energía de la empresa es elevado, el cual está directamente relacionado con el precio del combustible; tomando como ejemplo tenemos que para el consumo de energía de 93,639 kWh entre las 20 y 21 horas, consumir de la ELEPCO nos cuesta 12,930 \$ mientras que consumir del grupo electrógeno tiene un costo de 15,40 \$, existiendo una diferencia en contra de la empresa de 2,47 \$ en esa hora, es decir que no existe la posibilidad de escoger esta opción.

Análisis Económico

El estudio determina que la posibilidad de aceptar el proyecto es nula puesto que el valor actual neto es negativo, y la regla para la toma de decisiones dice que el proyecto no es viable, dentro de los valores arrojados por la tabla electrónica se descarta la posibilidad con el simple hecho de observar el gráfico.

Tabla 12: Análisis económico del TIR y VAN Grupo Electrónico Cummis.

Tasa de interés BCE	7,99 %
---------------------	--------

Inversión Inicial	13788 \$	
Total ahorro	0,000 \$	
Ahorro Económico Anual	0,00 \$	
Instalación y Mantenimiento	689,4 \$	
AÑO	FLUJO DE CAJA (\$)	
1	-13788	-13788
2	0,00	1,000
3	-17,741	-14,087
4	-36,900	-27,133
5	-57,589	-39,212
6	-79,932	-50,399
7	-104,059	-60,757
8	-130,115	-70,349
9	-158,252	-79,232
10	-188,638	-87,457
11	-221,451	-95,073
12	-256,886	-102,126
13	-295,153	-108,658
14	-336,476	-114,706
15	-381,102	-120,306
	VAN	-\$ 13.208,83
	TIR	1496%

Realizado por: Los Autores.

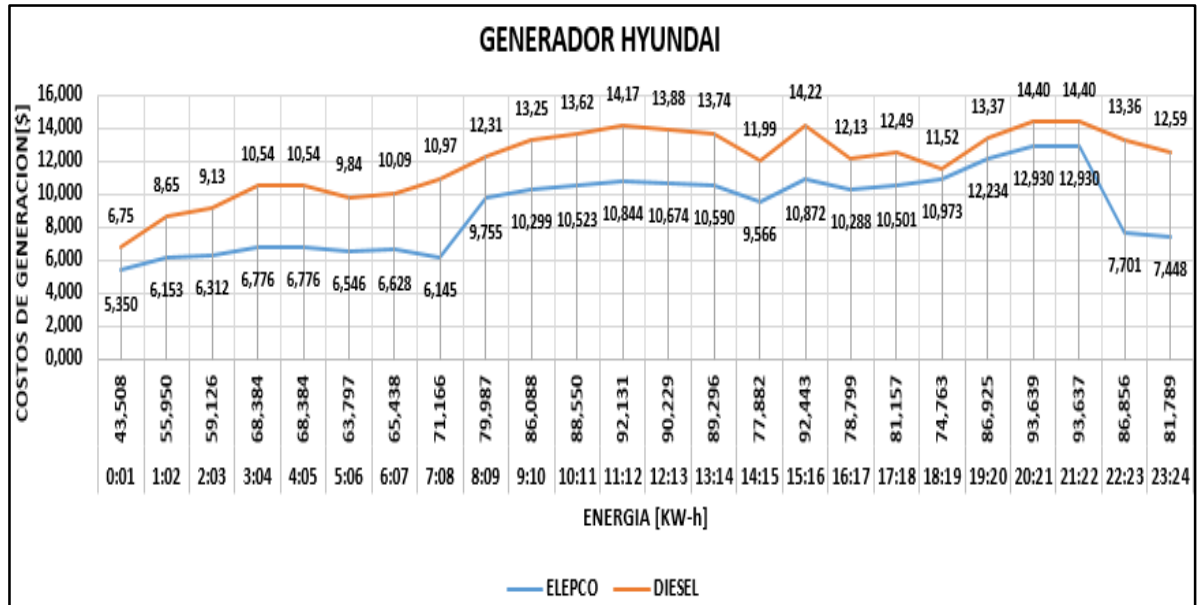
El análisis emitido luego de realizar los cálculos financieros correspondientes reflejados en la tabla 12 se puede determinar la viabilidad o no del proyecto; es decir en estas circunstancias y con los parámetros definidos para el equipo se puede llegar a la conclusión que el proyecto no es viable, con lo cual se corrobora los valores dentro del gráfico 16 definida dentro del análisis.

11.6.3 Grupo Electrónico Hyundai.

Las características técnicas principales consideradas para el análisis del generador:

- Consumo de combustible: 28 L/H al 100% de la carga.
- Potencia de generación: 110 kW
- Precio en el mercado: 17987 \$
- Costo de mantenimiento anual: 899,35 \$

Gráfico 17: Curva de costos Grupo Electrónico Hyundai



Realizado por: Los Autores.

Analizando la relación de costos en el gráfico 17 podemos apreciar que no existe posibilidad alguna que podamos combinar generación con el grupo electrógeno; puesto que el consumo de combustible para poder suplir la demanda de energía de la empresa es elevado, el cual está directamente relacionado con el precio del combustible; tomando como ejemplo tenemos que para el consumo de energía de 93,637 kWh entre las 21 y 22 horas, consumir de la ELEPCO nos cuesta 12,930 \$ mientras que consumir del grupo electrógeno tiene un costo de 14,40 \$, existiendo una diferencia en contra de la empresa de 1,47 \$ en esa hora, es decir que no existe la posibilidad de escoger esta opción que para la empresa no resulta beneficiosa, lo cual repercutiría seriamente en la estabilidad de la empresa.

Análisis Económico

El estudio determina que la posibilidad de aceptar el proyecto es nula puesto que el valor actual neto es negativo, y la regla para la toma de decisiones dice que el proyecto no es viable, dentro de los valores arrojados por la tabla electrónica. La cifra de -\$ 18.108,23 nos determina que la inversión con las características del grupo electrógeno, dentro de los 15 años, tiempo en que se realizó el estudio no sería recuperable; es decir el proyecto no es viable.

Tabla 13: Análisis económico del TIR y VAN Grupo Electrónico Hyundai.

Tasa de interés BCE	7,99 %
Inversión Inicial	17987 \$
Total ahorro	0,000 \$
Ahorro Económico Anual	0,00 \$

Instalación y Mantenimiento	899,35 \$	
AÑO	FLUJO DE CAJA (\$)	
1	-17987	-17987
2	0,00	1,000
3	-58,697	-46,609
4	-121,984	-89,695
5	-190,218	-129,519
6	-263,788	-166,323
7	-343,108	-200,330
8	-428,630	-231,747
9	-520,836	-260,765
10	-620,251	-287,562
11	-727,436	-312,303
12	-843,000	-335,139
13	-967,596	-356,212
14	-1101,930	-375,651
15	-1246,763	-393,578
	VAN	-\$ 18.108,23
	TIR	4751%

Realizado por: Los Autores.

El análisis arrojado luego de realizar los cálculos financieros correspondientes reflejados en la tabla 13 se puede determinar la viabilidad o no del proyecto; es decir en estas circunstancias y con los parámetros definidos para el equipo se puede llegar a la determinación que el proyecto no resulta favorable para la empresa.

Esto se da por el alto costo de la inversión inicial y el ahorro en horas picos es nula que se tiene por qué generar con este tipo de grupo electrógeno es más caro que comprar a la empresa pública.

11.6.4 Comparación de Resultados

En la tabla 14 tenemos un análisis comparativo de la posibilidad o no que existe para acoger la viabilidad de suplir el consumo de energía de la red de la distribuidora, con la del grupo electrógeno. Es evidente que de las tres opciones planteadas una es de oportunidad viable para la empresa, considerando que el valor influyente es el consumo de diésel para generar la energía requerida, mismo que altera directamente en el costo que involucra generar energía.

Tabla 14: Análisis económico del TIR y VAN Grupos Electrógenos a Diésel.

GENERADORES A DIÉSEL		
TIPO DE GRUPO ELECTRÓGENO	VAN	TIR
POWER-FRIEND	\$ 2.423,69	12%
CUMMIS	-\$ 13.208,83	1496%
HYUNDAI	-\$ 18.108,23	4751%

Realizado por: Los Autores.

11.7 CASO 3 Almacenamiento con Baterías.

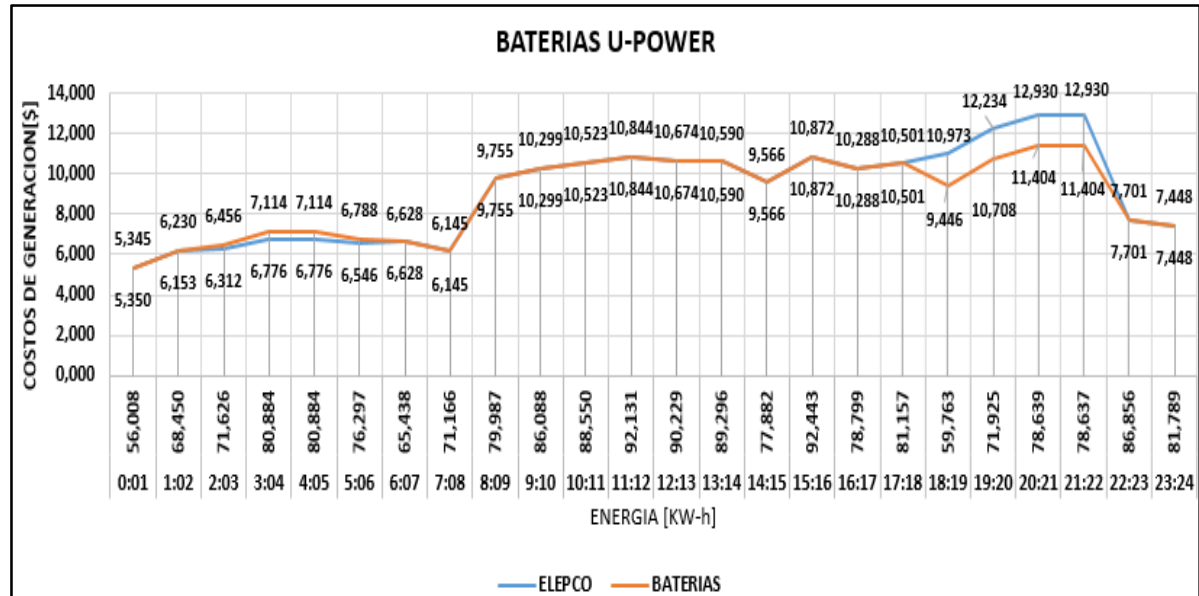
Dentro del análisis para la aplicación de las estrategias mediante este método consideramos de entre todas las opciones más limpias en cuanto a generar energía puesto que se reduce las emisiones de CO₂ a la atmosfera, no obstante, debemos de considerar el costo que involucra la implementación de estos sistemas, que son muy poco requeridos en nuestro país.

11.7.1 Grupo de Baterías U-Power.

Las características técnicas principales consideradas para el análisis de las baterías fue tomado de plataformas digitales en donde se pudo obtener la información para sus respectivos análisis que se detalla a continuación:

- Potencia de las baterías 15 kW.
- Descarga de las baterías 80%.
- Energía de uso 60 kWh.
- Precio en el mercado: 2678,571 \$.
- Costo de mantenimiento anual: 228,96 \$.
- Costo cargador 1600 \$.
- Coto inversor 300 \$.

Gráfico 18: Curva de costos Grupo de Baterías U-Power



Realizado por: Los Autores.

Después de un análisis para determinar en qué horarios vamos hacer uso de nuestro sistema consideramos cargar las baterías en las horas valle en donde el costo de la energía es menor, y abastecer con este sistema a la fábrica en horas pico en donde el precio de la energía es más elevado; para nuestro caso de estudio la potencia será de 60 kW abastecida por 7 baterías.

Analizando la relación de costos y tomando como ejemplo tenemos que para el consumo de energía de 78,639 kWh entre las 20 y 21 horas, consumir de la ELEPCO nos cuesta 12,450 \$ mientras que consumir del grupo electrógeno tiene un costo de 10,924 \$, existiendo una diferencia en ahorro de 1,526 \$ para la empresa y representando un ahorro en las horas pico de 2,549 \$ semanal.

Análisis Económico

El estudio determina que la posibilidad de aceptar el proyecto es positiva puesto que el valor actual neto resulta positivo, y la regla para la toma de decisiones dice que el proyecto es viable, esto dentro de los valores arrojados por la tabla electrónica que realizando los cálculos correspondientes para un tiempo estimado de recuperación de la inversión de 15 años; inversión que para la empresa resulta de provecho porque se puede considerar en un futuro independizar algunas maquinarias que están acopladas al sistema de distribución de la empresa. En este caso del almacenamiento en baterías lo primordial se considera la descarga de las baterías así como los parámetros eléctricos.

Tabla 15: Análisis económico del TIR y VAN Grupo de Baterías U-Power

Tasa de interés BCE	7,99 %
Inversión Inicial	4808,34 \$

Total ahorro		2,55 \$	
Ahorro Económico Anual		917,54 \$	
Instalación y Mantenimiento		228,97 \$	
	AÑO	FLUJO DE CAJA	
	1	-4808,34	-4808,34
	2	917,54	786,79
	3	908,68	721,54
	4	971,34	714,23
	5	1039,01	707,46
	6	1112,08	701,19
	7	1191,00	695,38
	8	1276,21	690,01
	9	1368,24	685,03
	10	1467,62	680,42
	11	1574,94	676,15
	12	1690,83	672,20
	13	1815,99	668,54
	14	1951,15	665,15
	15	2097,10	662,01
		VAN	\$ 920,91
		TIR	12%

Realizado por: Los Autores.

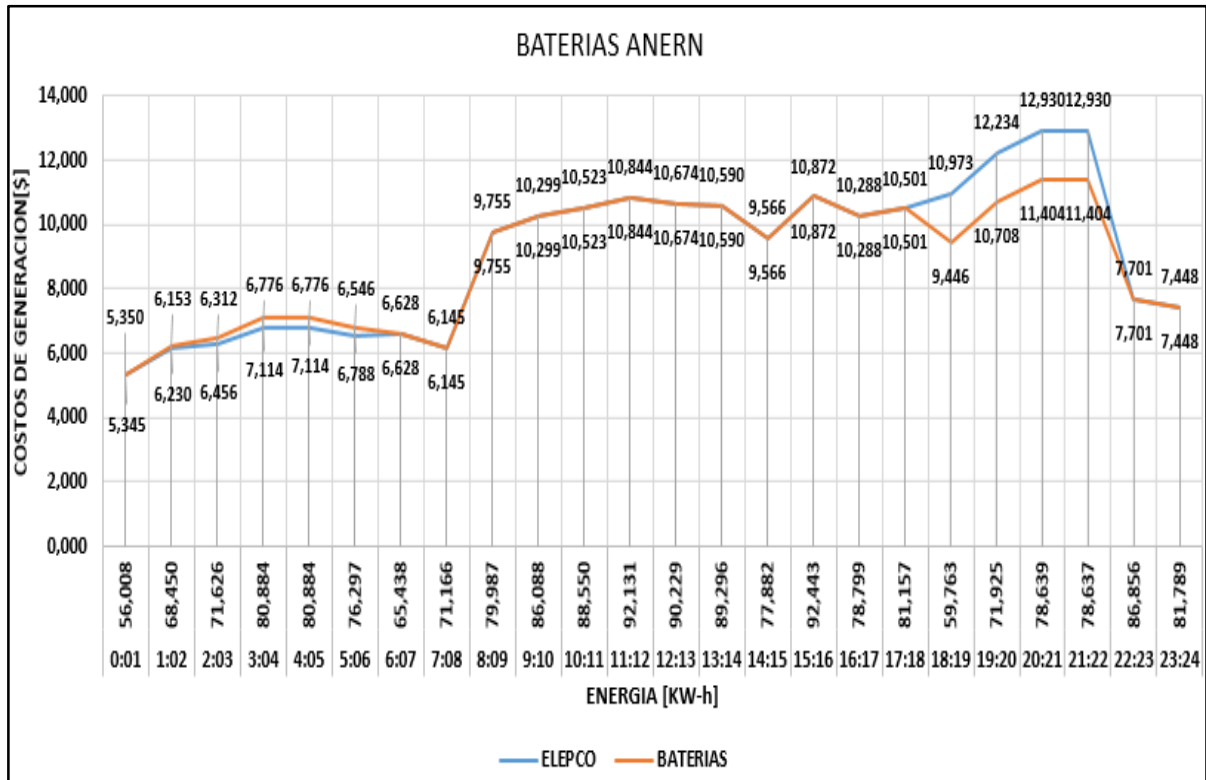
El análisis emitido luego de realizar los cálculos financieros correspondientes reflejados en la tabla 15 se puede determinar la viabilidad o no del proyecto; es decir en estas circunstancias y con los parámetros definidos para el sistema se puede llegar a la conclusión que el proyecto es viable con un interés de retorno del 12% para 15 años, inversión que resulta de provecho para la empresa.

11.7.2 Grupo de Baterías ANERM.

Las características técnicas principales consideradas para el análisis de las baterías:

- Potencia de las baterías 15 kW.
- Descarga de las baterías 80%.
- Energía de uso 60 kWh.
- Precio en el mercado: 1250 \$.
- Costo de mantenimiento anual: 136,04 \$.
- Costo cargador 1170 \$.
- Costo inversor 300 \$.

Gráfico 19: Curva de costos Grupo de Baterías ANERM



Realizado por: Los Autores.

Después de un análisis para determinar en qué horarios vamos hacer uso de nuestro sistema consideramos cargar las baterías en las horas valle en donde el costo de la energía es menor, y abastecer con este sistema a la fábrica en horas pico en donde el precio de la energía es más elevado; se puede considerar la variación de horario para cargar las baterías, es decir que lo podemos realizar dentro de las 10 horas valle disponibles, pero en la posible se consideró en el horario en que no exista mucha demanda de energía. Para nuestro caso de estudio la potencia será de 60 kW abastecida por 6 baterías.

Analizando el gráfico 19 tenemos que la relación de costos que tomando como ejemplo tenemos que para el consumo de energía de 71,925 kWh entre las 19 y 20 horas, consumir de la ELEPCO nos cuesta 12,234 \$ mientras que consumir del grupo electrógeno tiene un costo de 10,708 \$, existiendo una diferencia en ahorro de 1,526 \$ para la empresa y representando un ahorro en las horas pico de 2,549 \$ semanal.

Análisis Económico

El análisis determina que la posibilidad de aceptar el proyecto es positiva puesto que el valor actual neto es positivo, y haciendo énfasis en la regla para la toma de decisiones dice que el

proyecto es viable, valor que dentro de los valores arrojados por la tabla electrónica resulta a los 15 años con una recuperación de la inversión de \$ 7.055,14 como se detalla en la tabla 16.

Tabla 16: Análisis económico del TIR y VAN Grupo de Baterías ANERM.

Tasa de interés BCE	7,99 %	
Inversión Inicial	2856,84 \$	
Total ahorro	4,45 \$	
Ahorro Económico Anual	1600,72 \$	
Instalación y Mantenimiento	136,04 \$	
AÑO	FLUJO DE CAJA (\$)	
1	-2856,84	-2856,84
2	1600,72	1372,61
3	1618,99	1285,57
4	1738,41	1278,26
5	1867,36	1271,49
6	2006,62	1265,22
7	2157,01	1259,41
8	2319,41	1254,04
9	2494,79	1249,06
10	2684,18	1244,45
11	2888,71	1240,18
12	3109,57	1236,23
13	3348,08	1232,57
14	3605,65	1229,18
15	3883,80	1226,04
	VAN	\$ 7.055,14
	TIR	45%

Realizado por: Los Autores.

El análisis emitido luego de realizar los cálculos financieros correspondientes reflejados anteriormente se puede determinar la viabilidad o no del proyecto; es decir en estas circunstancias y con los parámetros definidos para el sistema se puede llegar a determinar que el proyecto es viable con un interés de retorno del 45% para 15 años con un retorno de \$ 7055,14.

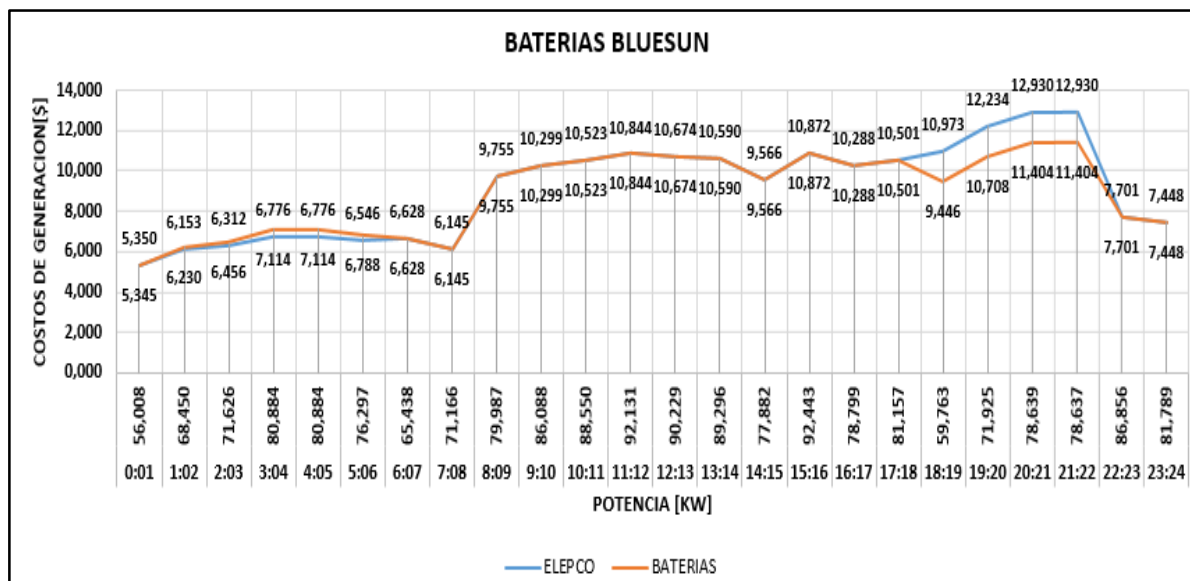
11.7.3 Grupo de Baterías BLUESUN.

Las características técnicas principales consideradas para el análisis de las baterías:

- Potencia de las baterías 15 kW.
- Descarga de las baterías 80%.

- Energía de uso 60 kWh.
- Precio en el mercado: 1666,66 \$.
- Costo de mantenimiento anual: 184,42 \$.
- Costo cargador 1721 \$.
- Coto inversor 300 \$.

Gráfico 20: Curva de costos Grupo de Baterías BLUESUN



Realizado por: Los Autores.

Después de un análisis para determinar en qué horarios vamos hacer uso de nuestro sistema consideramos cargar las baterías en las horas valle en donde el costo de la energía es menor, y abastecer con este sistema a la fábrica en horas pico en donde el precio de la energía es más elevado; para nuestro caso de estudio la potencia será de 60 kW abastecida por 6 baterías. Analizando el gráfico 20 tenemos que la relación de costos y tomando como ejemplo tenemos que para el consumo de energía de 78,637 kWh entre las 21 y 22 horas, consumir de la ELEPCO nos cuesta 12,930 \$ mientras que consumir del grupo electrógeno tiene un costo de 11,404 \$, existiendo una diferencia en ahorro de 1,526 \$ para la empresa y representando un ahorro en las horas pico de 2,549 \$ semanal.

Análisis Económico

El análisis determinado en la tabla electrónica arroja que la posibilidad de aceptar el proyecto es positiva puesto que el valor actual neto es positivo, y haciendo énfasis en la regla para la toma de decisiones dice que el proyecto es viable, valor que dentro de los 15 años tendrá una recuperación de la inversión de \$ 7.055,14 como se detalla en la tabla 17.

Tabla 17: Análisis económico del TIR y VAN Grupo de Baterías BLUESUN.

Tasa de interés BCE	7,99 %	
Inversión Inicial	3872,89 \$	
Total ahorro	5,50 \$	
Ahorro Económico Anual	1980,61 \$	
Instalación y Mantenimiento	184,42 \$	
AÑO	FLUJO DE CAJA (\$)	
1	-3872,89	-3872,89
2	1980,61	1698,37
3	1971,75	1565,67
4	2119,35	1558,36
5	2278,74	1551,59
6	2450,87	1545,32
7	2636,75	1539,52
8	2837,48	1534,14
9	3054,26	1529,16
10	3288,35	1524,55
11	3541,14	1520,28
12	3814,14	1516,33
13	4108,95	1512,67
14	4427,31	1509,28
15	4771,11	1506,14
	VAN	\$ 8.293,05
	TIR	41%

Realizado por: Los Autores.

El análisis emitido luego de realizar los cálculos financieros correspondientes reflejados en la tabla 17 se puede determinar la viabilidad o no del proyecto; es decir en estas circunstancias y con los parámetros definidos para el sistema se puede llegar a la conclusión que el proyecto es viable con un interés de retorno del 41% para 15 años con un retorno de \$ 8.293,05.

11.7.4 Comparación de Resultados

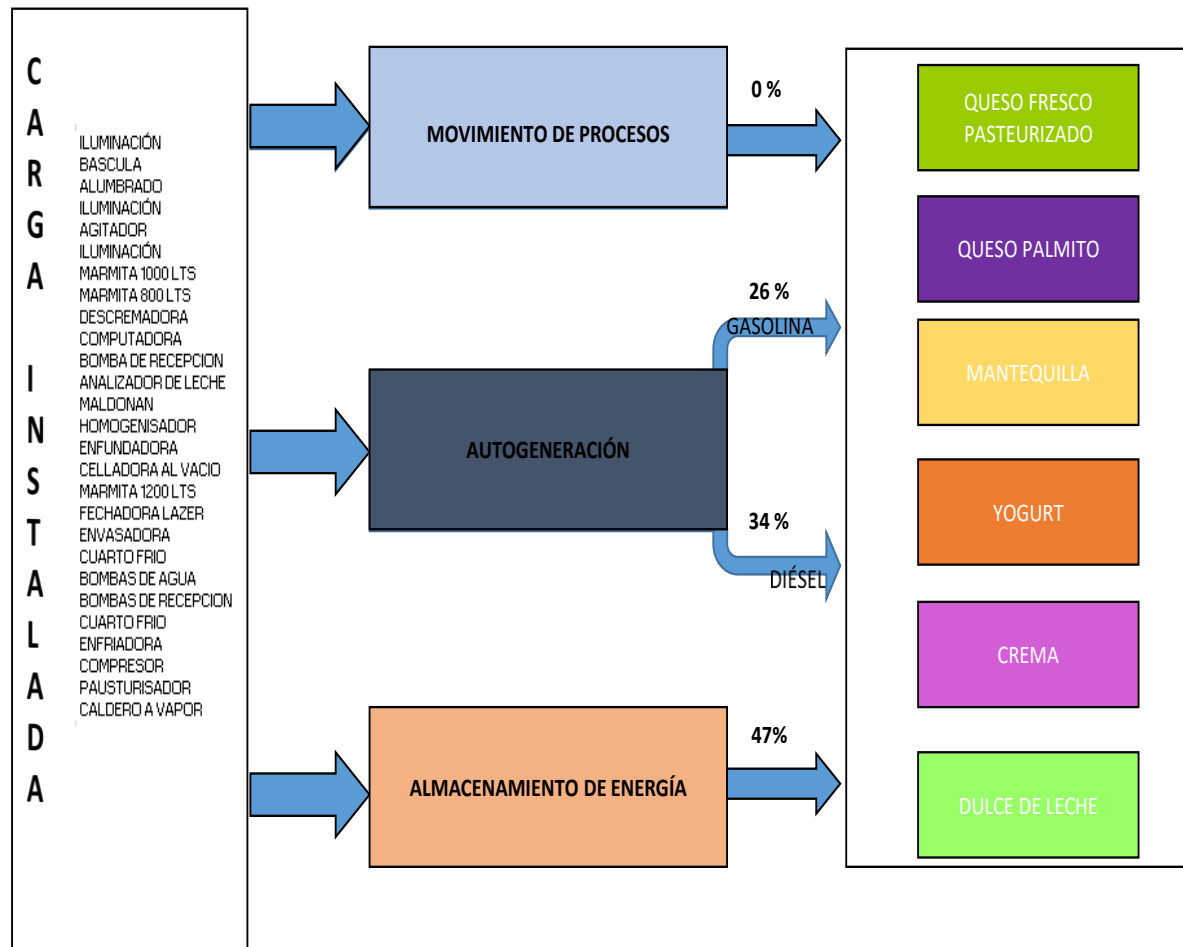
En la tabla 18 tenemos un análisis comparativo de la posibilidad o no que existe para acoger la viabilidad de suplir el consumo de energía de la red de la distribuidora, con el sistema de baterías. Es evidente que de las tres opciones planteadas todas son de oportunidad viable para la empresa, considerando que el valor influyente es el precio de las baterías mismas que dependen del porcentaje de descarga.

Tabla 18: Análisis económico del TIR y VAN Grupo de Baterías.

BATERÍAS		
TIPO DE BATERÍAS	VAN	TIR
U-POWER	\$ 920,91	12%
ANERM	\$ 549,25	12%
BLUESUN	\$ 1.532,07	16%

Realizado por: Los Autores.

Gráfico 21: Viabilidad de las estrategias en Porcentaje



Realizado por: Los Autores.

En el gráfico 21 se plasma el análisis en porcentaje que tiene cada una de las posibilidades de aplicar las estrategias planteadas, los cálculos analizados resultan que la opción más viable para aplicar es con el almacenamiento con baterías puesto que abarca alrededor del 50% de la carga instalada dentro de la fábrica, sin descartar la posibilidad de aplicación con el grupo electrógeno a diésel, pues el 34 % de abastecimiento dentro de la fábrica es un valor en energía que se puede considerar.

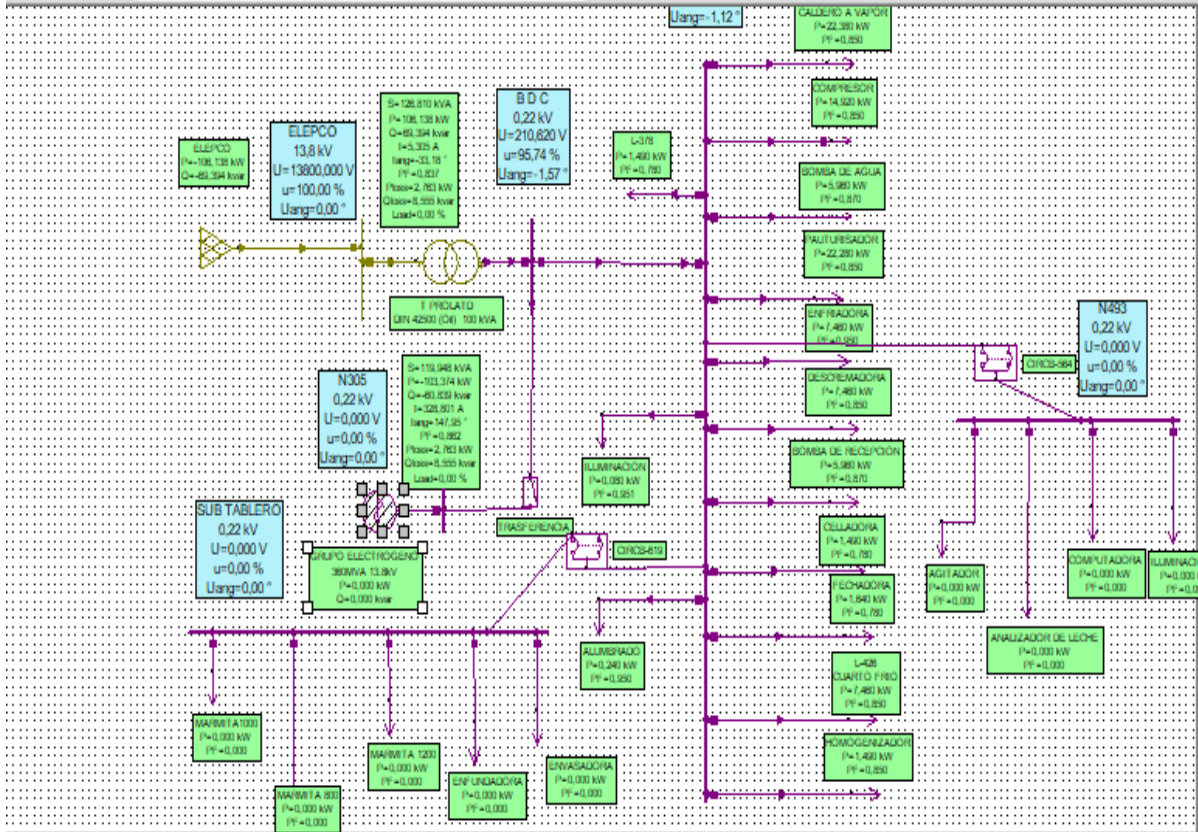
11.8 Simulación representativa del caso de estudio

Dentro de todo el análisis se consideró el uso del paquete computacional NEPLAN mismo que es una herramienta que permite realizar análisis, planeamiento y operación de redes eléctricas a nivel industrial, el cual proporciona realizar estudios con perfil de carga que se ajusta a las necesidades de los procesos dentro de la fábrica.

11.8.1 Simulación en programa Neplan

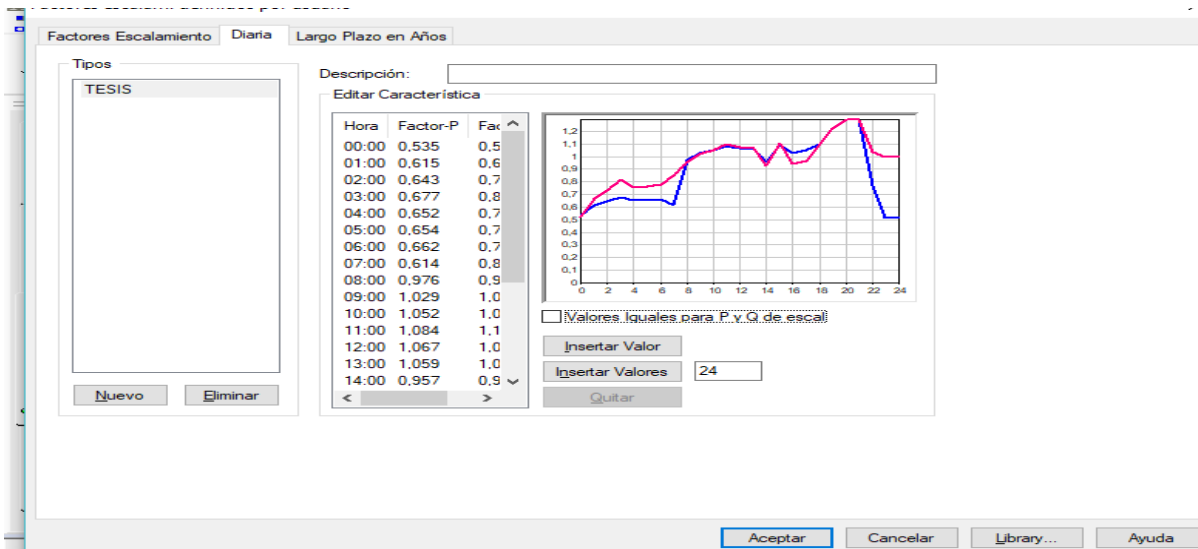
Con todo en análisis desarrollado anteriormente y con los datos obtenidos dentro de la fábrica se procede a integrar en la simulación, con la finalidad de contrastar los resultados obtenidos.

Gráfico 22: Simulación representativa de la carga en NEPLAN.



Realizado por: Los Autores.

Gráfico 23: Reporte del perfil de carga con Grupo Electrógeno

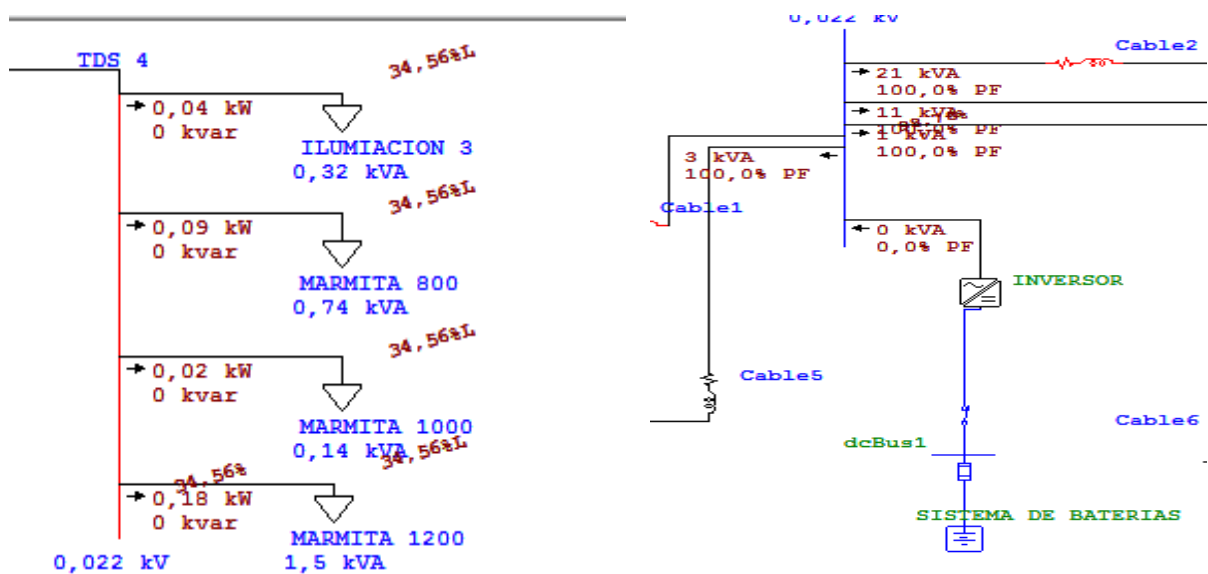


Realizado por: Los Autores.

Para obtener los resultados plasmados en la simulación se la obtuvo por la curva de la semana promedio que relaciona los costos de operación con cada una de las posibles aplicaciones de estudio. En el gráfico 23 se puede evidenciar la aplicación de las estrategias Peak Shaving con la utilización de un grupo electrógeno a diésel, evidenciando el recorte de la curva de demanda. El análisis del caso más viable dentro del estudio se encuentra plasmado en el anexo 9.

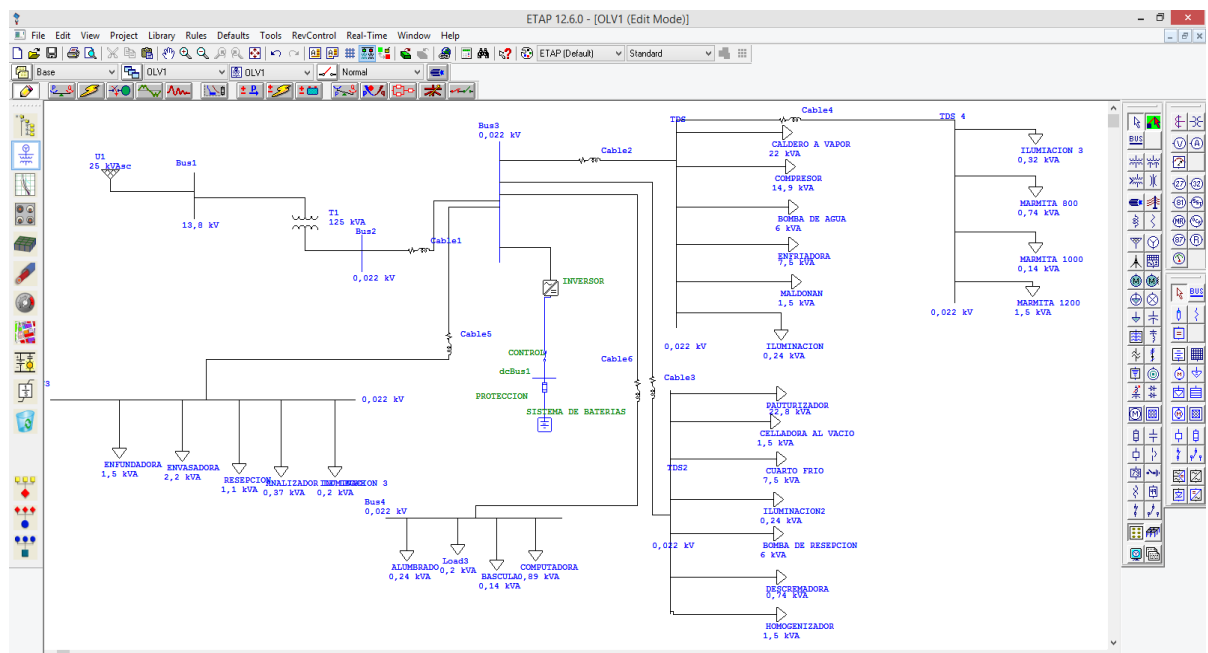
11.8.2 Simulación en programa ETAP banco de baterías

Gráfico 24: Reporte del perfil de carga con Grupo Electrógeno



Realizado por: Los Autores.

Gráfico 25: Reporte del perfil de carga con Baterías



Realizado por: Los Autores.

Para obtener los resultados plasmados en la simulación se la obtuvo con las potencias de cada una de las maquinarias que intervienen en los procesos de productos que relaciona los costos de operación con cada una de las posibles aplicaciones de estudio. De manera particular con el almacenamiento de energía en baterías. El análisis del caso en estudio se encuentra plasmado en el anexo 9.

12. IMPACTOS (TECNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS)

El presente proyecto tiene la finalidad de contribuir con el cambio de hábitos de consumo en la empresa Prolatd, y ayudar con la reducción económica de la panilla del servicio eléctrico mediante la introducción de grupo electrógeno o banco de baterías en horario donde el costo del kW hora es mucho mayor.

Impacto económico.

El impacto económico que tendrá la empresa será de 2,40 dólares semanales con un sistema de almacenamiento en baterías para 60 kW que sería distribuido en horario de mayor precio de la energía en este caso desde la 19:00 horas a 22:00 horas en un lapso de cuatro horas en donde la tarifa horaria es de 0, 10 ctv. El kWh y sería recargado en el periodo de menor demanda que tenga la fábrica en donde la tarifa de electricidad es de 0,05 ctv. Permitiendo así obtener un ahorro económico y ahorro energético en la empresa.

13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Detalle de inversión del proyecto

El detalle de inversión para el proyecto más viable considerando dentro del análisis se detalla en la tabla 19, mismo que después de hacer relación con los otros dos casos estudiados es la opción que más se ajusta a las necesidades de la empresa, con base en los cálculos efectuados para el presente proyecto.

Tabla 19: Presupuesto del Proyecto con Grupo Electrónico.

COSTO GENERADOR POWER-FRIEND	8000 \$
MANTENIMIENTO	400 \$
TOTAL	8400 \$

Realizado por: Los Autores.

De la misma manera se detalla un estimado del presupuesto que demandaría la mejor de las opciones dentro de los tres casos de estudio que se detalla a continuación la tabla 20.

Tabla 20: Presupuesto del Proyecto con grupo de Baterías.

BATERIAS U-POWER			
ITEM	CANTIDAD	COSTO	TOTAL COSTO
COSTO BATERIAS	7	375 \$	2678,571429 \$
COSTO CARGADOR	4	400 \$	1600 \$
COSTO INVERSOR	1		300 \$
DESCARGA BATERIAS	80%		0,8
MANTENIMIENTO		228,9685714 \$	228,9685714 \$
		TOTAL	4808,34 \$

Realizado por: Los Autores.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Dentro del análisis es pertinente mencionar la importancia de no descartar los mantenimientos preventivos, mismos que están encaminados a aumentar la eficiencia de los motores existentes dentro de la fábrica; que para nuestro estudio los resultados no fueron favorables, puesto que están sobredimensionados lo cual nos representa pérdidas económicas de 25 \$ semanales, con un total anual de 1199,95 \$ los cuales podrían ser invertidos en suplantar los motores menos eficientes.
- Mediante el análisis realizado se determinó que la estrategia de autogeneración en horario pico, es una opción para disminuir el consumo de energía eléctrica, que en los resultados obtenidos tenemos un ahorro económico de 9,70 \$ semanales al 100% de la carga, y que representa anualmente un ahorro de 466,02 \$, considerando que no es posible trasladar sus procesos de producción, esto con el fin de brindar una mayor

confiabilidad en la operación del sistema eléctrico dentro de la fábrica ante posibles eventos de contingencia.

- El sistema de almacenamiento de energía en baterías es otro análisis realizado dentro del estudio de las estrategias Peak Shaving la cual tiene mejores resultados, debido a la posibilidad de controlar la cantidad de energía a almacenar que en nuestro caso sería de 60 kWh, que pueden ser desplazadas para que proporcionen la reducción de la demanda en el periodo pico y sea recargado en horas valle, en son periodos de menor actividad dentro de la fábrica; los beneficios con este método nos proporciona un ahorro semanal de 5,55 \$, que representan 266,54 \$ anualmente.
- Las estrategias Peak Shaving el beneficio final no solo son a través de la reducción de las planillas eléctricas, sino que también mejoran la seguridad operacional y la planificación de los procesos dentro de la fábrica, y mejoran la calidad de la energía en los alrededores de la misma.
- La propuesta realizada hacia la fábrica es la autogeneración o almacenamiento de energía en baterías ya que puede obtener reducciones importantes en los costos de su planilla eléctrica logrando trasladar la carga desde el periodo pico hasta el periodo base, considerando la relación hombre máquina que implica producir en ese periodo.

Recomendaciones

- Dentro de todo el proceso de producción, se recomienda programar mantenimientos preventivos que estén encaminados a mantener la confiabilidad del sistema y a alargar la vida útil de las mismas, considerando las horas en las que la energía tiene un mayor costo, y representen ahorro para la empresa.
- Para este proyecto se debe considerar que al crear conciencia en el personal de la fábrica sobre el beneficio que se obtiene al usar correctamente la energía eléctrica, el mismo que se hace con la finalidad de obtener un significativo ahorro de consumo de energía principalmente en las horas pico.
- Se debe realizar cada año un análisis energético puesto que a medida que pasa el tiempo la fábrica puede aumentar la carga instalada. Entonces la condición en cuanto a una modificación en los procesos podría alterar el consumo de energía y aumentar la demanda en horas pico, lo cual generaría gastos.

- Es importante recomendar que para el análisis del consumo de energía y la operación de las instalaciones industriales debe contar con equipos que permitan obtener datos exactos para lograr aprovechar los periodos de bajo costo y evitar el funcionamiento en periodos de máxima demanda, con el fin de optimizar recursos dentro de la fábrica.
- Se recomienda seleccionar los grupos electrógenos o los bancos de baterías considerando la capacidad de potencia a ser generado, precios y la vida útil que tiene cada elemento puesto que de esto depende la factibilidad del proyecto.

15. BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. J. Spezia, «Optical Sizing of Peak-Shaving Generators Using Load Duration curves,» Southern Illinois , University Carbondale, 2008.
- [2] C. Dozier, Understanding Genetator Set Ratings, Caterpillar: Caterpillar, 2013.
- [3] G. N. Fenosa, «Manual de Eficiencia Energetica,» [En línea]. Available: ww.gasnaturalfenosa.es..
- [4] F. E. R. Commission, Assessment of Demend Respose & Advenced Matering, Staff Report, August 2006.
- [5] E. L. M. i. I. Intenational Union for Electricity, Intenational Union for Electricity, Electric Load Management in Industry, Intenational Union for Electricity, Electric Load Management in Industry, Cooper, 2009., 2009.
- [6] A. R. y. A. Ghia, «Analisis de Respuesta de la Demanda para Mejorar a Eficiencia de Sistemas Electricios,» Fodeco, Buenos Aires, 2011.
- [7] S. A. y. R. BAnerjee, Load-management applications for the industrial sector, Bombay Indian : Indian Institute of Technology, s.f...
- [8] FERC, 2008 Assessment of Demand Response and Advanced Metering, Staff Report, 2008.
- [9] FERC, 2010 Assessment of Demand Response and Advanced Metering, Staff Report, 2011.

- [10] «The "Full Participation" scenario from FERC,» "A National Assessment of Demand Response Potentia", [En línea]. Available: <http://ferc.gov/legal/staffreports/06-09-demandresponse.pdf>.
- [11] FERC, 2012 Assessment of Demand Response and Advanced Metering, Staff Report, 2012.
- [12] FERC, 2009 Assessment of Demand Response and Metering, Staff Report, 2012.
- [13] A. D. R. y. A. Ghia, << Análisis de respuesta de la demanda para mejorar la Eficiencia de Sistemas Eléctricos,>>, Buenos Aires: Fodeco, 2010..
- [14] M. Poveda, Apuntes Planificacion de Sistemas de Distribucion, Quito: Escuela Politecnica Nacional, 2012.
- [15] « Pliego Tarifario para las Empresas Electricas de Distribucion Pliego-Tarifario-SAPG-2019,» 2019.
- [16] «Pliego Tarifario para las Empresas Electricas de Distribucion. Pliego Categoria Industrial Pliego-Tarifario-SPEE-2019,» 2019.
- [17] « Power Quality and Energy Analyzer <<FLUKE 435 II>> FLUKE CORPORATION. Technhical data 2012. ».
- [18] E. T. y. M. Tipan, Incentivos Tarifarios para clientes Industriales, Quito: Escuela Politécnica Salesiana, Septiembre 2010..
- [19] A. Mohamed, << A review of electrical energy management techniques: supply and consumer side (industries),>>, Southem Africa: Journal of Energy, 2009..
- [20] M. e. E. S. Salvador, «Motores eléctricos El Salvador, [En línea] Available: [http://antech-motoreseléctricoselsalvado.blogspot.com/.](http://antech-motoreseléctricoselsalvado.blogspot.com/),» 2012.
- [21] J. L. O. García, <<<Como reducir la Factura de Energía Eléctrica>>,» Facultad de Ingeniería, 2009.
- [22] S. C. Edison, « <<how Much You Save Is Up To You – Hourly Savings – Year Round Benefits.>>,» [En línea] Available: <hppts://www.sce.com/dop.>, 2013.

[23] J.Ordoñez, Optimal Load Management Application for Industrial Customers, Ontario: University of Waterloo, 2015.

[24] C. Dozier, Understanding Generator Set Ratings, Caterpillar, 2015.


ANEXOS

Equipos y maquinarias de la fábrica Prolatd.

Anexo 1. Levantamiento de carga área de producción.


IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO			
NOMBRE	CALDERO A VAPOR	POTENCIA	30 HP
MARCA	EXTECH	USO HABITUAL	VAPOR DE AGUA
VOLTAJE (V)	220	UNIDAD DE MEDIDA	PSI
		CAPACIDAD MÁXIMA	120 PSI
CORRIENTE (A)	70	TIEMPO DE ENCENDIDO	6A:M-22 P:M
FOTOGRAFIA			
			

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO			
NOMBRE	COMPRESOR	POTENCIA	20 HP
MARCA	SCR COMP	USO HABITUAL	ENPACADO DE PRODUCTO
VOLTAJE (V)	220	UNIDAD DE MEDIDA	PSI
		CAPACIDAD MÁXIMA	40 PSI
CORRIENTE (A)	50	TIEMPO DE ENCENDIDO	8: A-22 PM
FOTOGRAFIA			
			

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO			
NOMBRE	MALDONAN	POTENCIA	2 HP
MARCA	SN	USO HABITUAL	SENSOR DE NIVEL
VOLTAJE (V)	220	UNIDAD DE MEDIDA	PSI
		CAPACIDAD MÁXIMA	60 PSI
CORRIENTE (A)	5	TIEMPO DE ENCENDIDO	11A:M-21 P:M
FOTOGRAFIA			
			

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO			
NOMBRE	ENVASADORA	POTENCIA	3 HP
MARCA	MACHINE	USO HABITUAL	ENVASADO DE YOGURT
VOLTAJE (V)	220	UNIDAD DE MEDIDA	litros / hora
		CAPACIDAD MÁXIMA	120 ltrs/hora
CORRIENTE (A)	7	TIEMPO DE ENCENDIDO	11 A:M-20 P:M
FOTOGRAFIA			
			

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO			
NOMBRE	VIDIOLLET	POTENCIA	2,2 HP
MARCA	NOTICE	USO HABITUAL	FECHADORA
VOLTAJE (V)	120	UNIDAD DE MEDIDA	Día/Mes/Año
		CAPACIDAD MÁXIMA	100000 unidades
CORRIENTE (A)	9	TIEMPO DE ENCENDIDO	15 P:M-22 P:M
FOTOGRAFIA			
			

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO			
NOMBRE	ENFUNDADORA	POTENCIA	2 KW
MARCA	VACUUM	USO HABITUAL	YOGURT EN BOLOS
VOLTAJE (V)	220	UNIDAD DE MEDIDA	litros /hora
		CAPACIDAD MÁXIMA	120 ltrs/hora
CORRIENTE (A)	4	TIEMPO DE ENCENDIDO	13 A:M-21 P:M
FOTOGRAFIA			
			

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO			
NOMBRE	DESCREMADORA	POTENCIA	1,5 HP
MARCA	AISCREM	USO HABITUAL	SEPARA LA CREMA DE LA LECHE
VOLTAJE (V)	110	UNIDAD DE MEDIDA	litros/hora
		CAPACIDAD MÁXIMA	300 ltrs/hora
CORRIENTE (A)	4	TIEMPO DE ENCENDIDO	11 A:M-20 P:M


FOTOGRAFIA




IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO			
NOMBRE	MARMITA	POTENCIA	1 HP
MARCA	MILKANALYZER	USO HABITUAL	DOCIFICACION Y PAUSTURIZACION
VOLTAJE (V)	220	UNIDAD DE MEDIDA	litros/ hora
		CAPACIDAD MÁXIMA	300 ltrs/hora
CORRIENTE (A)	2	TIEMPO DE ENCENDIDO	8 A:M-16 P:M


FOTOGRAFIA



IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO			
NOMBRE	BOMBA DE RESEPCION	POTENCIA	1,5 HP
MARCA	PEDROLLO	USO HABITUAL	RESEPCION DE MATERIA PRIMA
VOLTAJE (V)	220	UNIDAD DE MEDIDA	Litros /segundo
		CAPACIDAD MÁXIMA	5 Ltrs/seg
CORRIENTE (A)	2	TIEMPO DE ENCENDIDO	6A:M-11 A:M
FOTOGRAFIA			
			

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO			
NOMBRE	ANALISADOR DE LECHE	POTENCIA	0,5 HP
MARCA	LACTOSCAM	USO HABITUAL	PRUEBAS DE LECHE
VOLTAJE (V)	120	UNIDAD DE MEDIDA	Litros /segundo
		CAPACIDAD MÁXIMA	2 Ltrs/seg
CORRIENTE (A)	2	TIEMPO DE ENCENDIDO	6 A:M-11 A:M
FOTOGRAFIA			
			

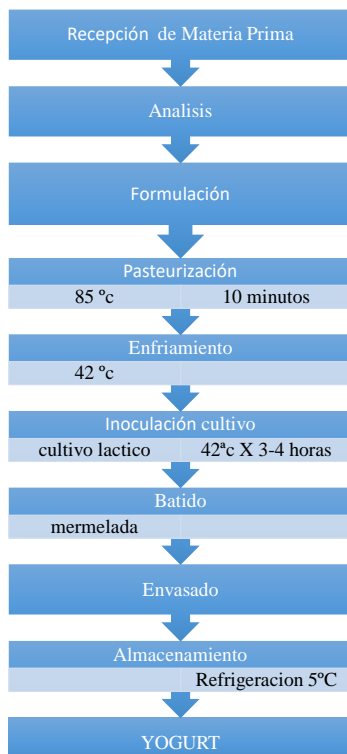
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO			
NOMBRE	LAMPARAS	POTENCIA	0,8 KW
MARCA	BEST LIGHTING	USO HABITUAL	ILUMINACION NOCTURNA
VOLTAJE (V)	120 - 220	UNIDAD DE MEDIDA	wattios
		CAPACIDAD MÁXIMA	9 wattios
CORRIENTE (A)	5	TIEMPO DE ENCENDIDO	6 P:M-6 A:M
FOTOGRAFIA			
			

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO			
NOMBRE	CUARTO FRIO	POTENCIA	10 HP
MARCA	INOX	USO HABITUAL	REFRIGERACION
VOLTAJE (V)	220	UNIDAD DE MEDIDA	GRADOS
		CAPACIDAD MÁXIMA	0-9 GRADOS °C
CORRIENTE (A)	23	TIEMPO DE ENCENDIDO	SIEMPRE
FOTOGRAFIA			
			



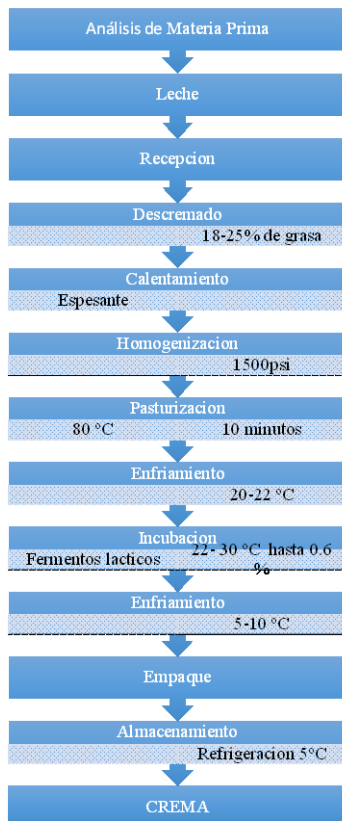
MAQUINARIA	POTENCIA (KW)	TIEMPO (HORAS)	ENERGIA (KWH)
BOMBAS DE RECEPCION	5,968	0,5	2,984
ANALISADOR DE LECHE	0,373	0,125	0,046625
CALDERO A VAPOR	22,38	0,5	11,19
BOMBAS DE AGUA	5,968	0,075	0,4476
MALDONAN	1,492	0,25	0,373
CUARTO FRIO	7,46	10	74,6
CELLADORA AL VACIO	1,492	0,25	0,373
TOTAL	45,133	2,2	99,2926

YOGURT



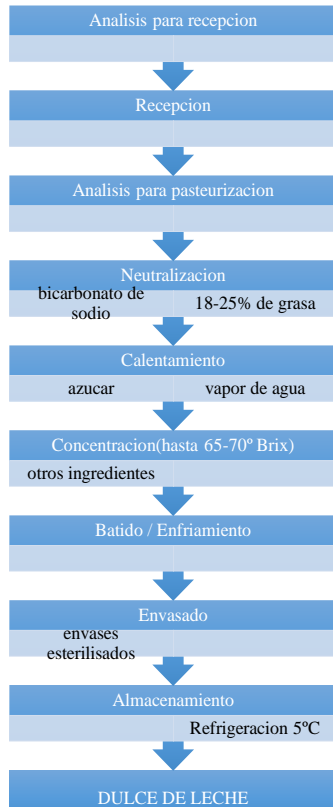
MAQUINARIA	POTENCIA (KW)	TIEMPO (HORAS)	ENERGIA (KWH)
BOMBAS DE RECEPCION	5,968	0,25	1,492
ANALISADOR DE LECHE	0,373	0,125	0,046625
DESCREMADORA	1,119	0,33	0,373
CALDERO A VAPOR	22,38	0,5	11,19
BOMBAS DE AGUA	5,968	0,125	0,746
MARMITA 1200 LTS	0,746	1,5	1,119
AGITADOR	0,373	0,25	0,09325
ENFUNDADORA	1,492	1	1,492
CUARTO FRIO	3,73	12	44,76
TOTAL	42,149	4,1	172,1084167

CREMA



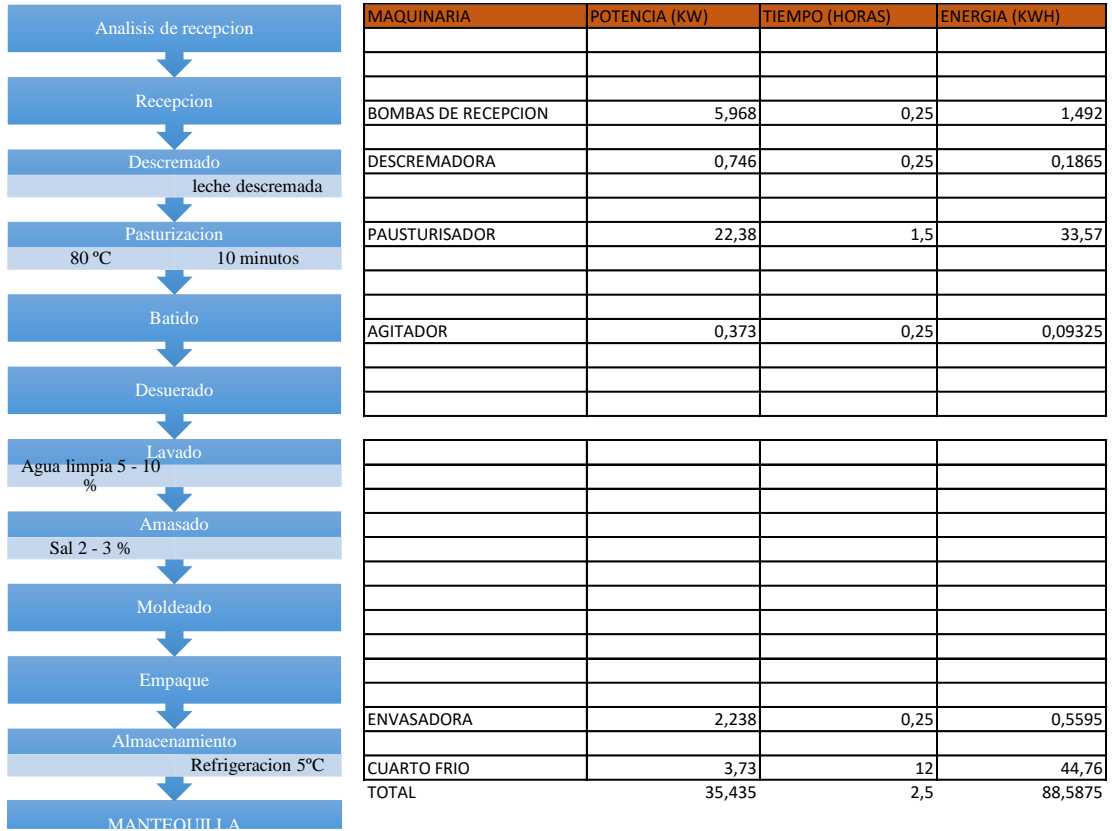
MAQUINARIA	POTENCIA (KW)	TIEMPO (HORAS)	ENERGIA (KWH)
BOMBAS DE RECEPCION	5,968	0,1	0,5968
DESCREMADORA	0,746	1,5	1,119
MALDONAN	1,492	0,125	0,1865
HOMOGENISADOR	1,492	0,2	0,2984
PAUSTURISADOR	22,38	0,17	3,73
BOMBAS DE AGUA	5,968	0,125	0,746
BOMBAS DE AGUA	5,968	0,2	1,1936
CUARTO FRIO	7,46	12	89,52
TOTAL	51,474	2,3	117,96125

DULCE DE LECHE



MAQUINARIA	POTENCIA (KW)	TIEMPO (HORAS)	ENERGIA (KWH)
BOMBAS DE RECEPCION	5,968	0,17	0,99
ANALISADOR DE LECHE	0,373	1,5	0,5595
CALDERO A VAPOR	22,38	0,25	5,595
AGITADOR	0,373	0,125	0,046625
ENVASADORA	2,238	0,2	0,4476
CUARTO FRIO	7,46	12	89,52
TOTAL	38,792	2,242	86,959

MANTEQUILLA



Características del equipo de medición Fluke 435 II.

Anexo 3. Características del equipo instalado en la fábrica para la obtención de los datos.



Figura 19: Equipo de medicion FLUKE 435 II.

Fuente: [17]

Características principales

- Registro y análisis grafico de voltaje, corriente, fluker, armónicos, factor de potencia.

- Rango de tensión de entre 50V 500 V interna dividida entre tres rangos 500 V, 250 V, y 125 V y una tensión pico de 6kV.
- Sonda flexible 30 – 3000 A.
- Configurable para mediciones de redes monofásicas y trifásicas.
- Memoria de 8 MB.
- Carcasa totalmente aislada.
- Se conecta al computador por un puerto óptico RS-232.
- Software FLUKE PQ Log para programación, adquisición, y análisis incluido.
- 4 (3fases + neutro) acopladas en continua para voltaje y corriente.
- Peso de 2 Kg.

Menú de pantalla del FLUKE 435 II










	Se abre el menú CONFIGURACIÓN.
	Aparece el submenú CONFIGURAR PREF. USUARIO.
	Resalte la impresora: Printer .
	Aparece el submenú IMPRESORA. En este menú puede ajustar el tipo de impresora y la velocidad en baudios.
	Resalte la velocidad en baudios: 9600 .
	Ajuste la velocidad de transferencia necesaria.
	Resalte el tipo de impresora que desea usar: Laserjet .
	Pulse para confirmar la selección.
	Pulse para volver al submenú principal CONFIGURAR PREF. USUARIO. Este menú es el punto de partida para diversos ajustes como el contraste de la pantalla y el restablecimiento de los ajustes predeterminados de fábrica.

Figura 20: Menu de pantalla del FLUKE 435 II.

Fuente: [17]

Diagramas De Conexiones Principales

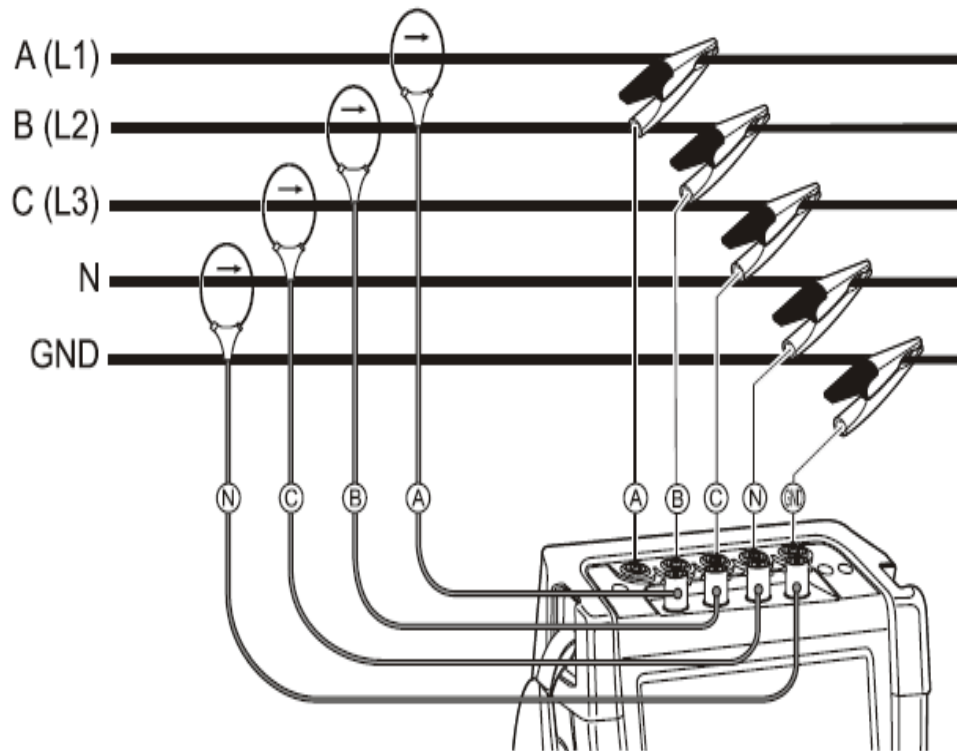


Figura 21: Conexión del analizador a un sistema de distribución trifásico.

Fuente: [17]

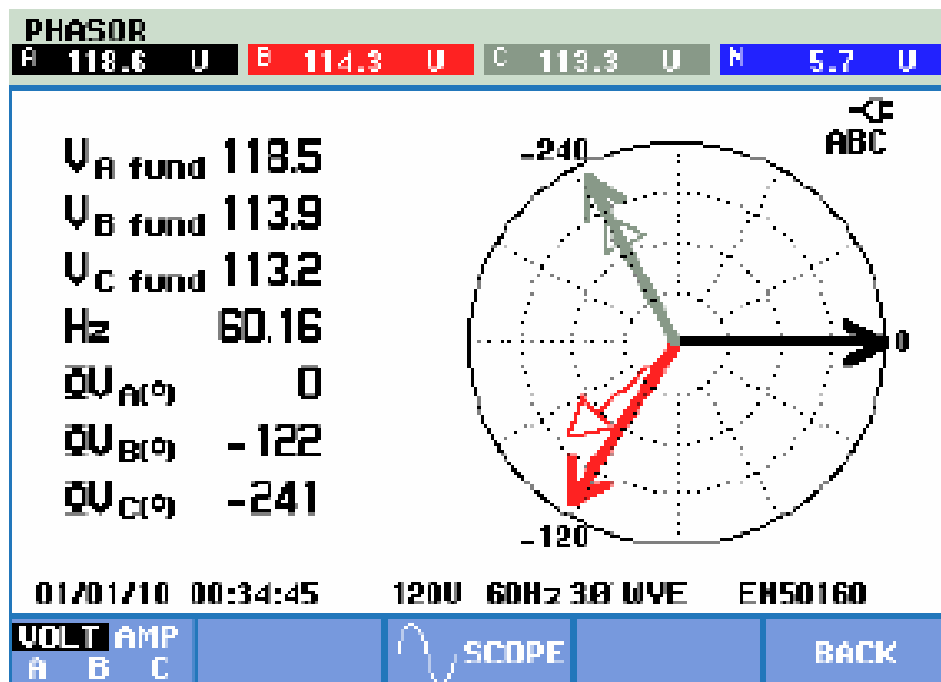


Figura 22: Diagrama vectorial de un analizador correctamente conectado.

Fuente: [17]

COSTOS DE OPERACIÓN.

Anexo 4. Costo hombre – máquina.

Cuadro de sueldos de la actividad para la elaboración de productos lácteos.

ANEXO 1: ESTRUCTURAS OCUPACIONALES - SALARIOS MÍNIMOS SECTORIALES Y TARIFAS				
COMISIÓN SECTORIAL No. 5 "TRANSFORMACIÓN DE ALIMENTOS (INCLUYE AGROINDUSTRIA)"				
RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA: 3.- ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS				
CARGO / ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUPACIONAL	COMENTARIOS / DETALLES DEL CARGO O ACTIVIDAD	CÓDIGO IESS	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2019
JEFE DE DPTOS. ADMINISTRATIVOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA	B1	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001075	413,37
JEFE DE DPTOS. TÉCNICOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA	B1	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001076	413,37
JEFE DE SECCIONES: MANTEQUILLA, PASTEURIZACIÓN, ENVASADORES, FREEZER, BARQUILLEROS, PREPARACIÓN DE FRUTAS, CÁMARA FRÍA; Y, DEMÁS SECCIONES PROPIAS DE LA INDUSTRIA	B2	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001082	412,38
LABORATORISTA Y ANALISTA DE CONTROL DE CALIDAD	B3	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001083	411,40
OPERADORES TÉCNICOS DE: CONDENSADOR, PULVERIZACIÓN, MANTEQUILLA, HELADO, CLARIFICADOR, DESNATADOR, CALDERO, ENVASADO, PASTEURIZADOR; Y, DEMÁS EQUIPOS ESPECIALIZADOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA	C2	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001084	409,43
ELECTRICISTA, MECÁNICO, TORNERO DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA	C2	EN EL SECTOR DE LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001086	409,43
OPERARIO DE YOGURT / MANJARES	C3	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001089	408,64
ASISTENTE DE LABORATORIO, DE CONTROL DE CALIDAD; Y, DE PROCESOS	D2	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001092	405,50
ELABORADOR DE QUESOS, DECORADOR, PREPARADOR DE MEZCLA DE HELADOS	D2	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001095	405,50
AYUDANTES TÉCNICOS DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA	D2	EN EL SECTOR DE LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001106	405,50
PRENSISTA	E2	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001088	401,56
AYUDANTES DE: PULVERIZACIÓN, ENVASADO, HOJALATERO, RECIBIDOR DE LECHE, CÁMARA FRÍA, PASTEURIZACIÓN, PRENSISTA, FREEZER, PREPARACIÓN DE FRUTAS, QUESERO, BARQUILLERO; Y, DEMÁS SECCIONES PROPIAS DE LA INDUSTRIA	E2	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001101	401,56
EMPACADOR DE MANTEQUILLA / QUESOS; Y DEMÁS PRODUCTOS ESPECIALIZADOS	E2	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001110	401,56

CUADRO DE RELACIÓN DE COSTOS OPERACIONALES ENTRE HOMBRE Y MÁQUINA.

COSTO POR OPERACION DE LA MAQUINA		Ht	Horas efectivas de trabajo de la maquinaria dentro del turno				160,00
		Sr	Salario real del personal necesario para operar la máquina o equipo				\$ 412,38
		SALARIO POR HORA DEL TRABAJADOR				\$ 2,58	
OPERADOR							
OPERADORES TÉCNICOS	1,00	OPERADORES TÉCNICOS	2,00	100%	125%	123%	
412,38			Operador #	DE 8-16	DE 17-22	DE 23-7	
ELEMENTOS	TIEMPO	Horas (H)	ACTIVIDADES	HORAS DE FUNCIONAMIENTO			TOTAL
CALDERO A VAPOR	6A:M-22 P:M	10,00	0,50	8,00	1,00	1,00	\$ 15,58
COMPRESOR	8: A-22 PM	10,00	0,25	8,00	1,00	1,00	\$ 7,79
BOMBAS DE AGUA	6A:M-22 P:M	8,00	0,50	4,00	2,00	2,00	\$ 12,14
MALDONAN	6A:M-22 P:M	6,00	0,50	2,00	2,00	2,00	\$ 8,97
ALUMBRADO	6 P:M-6 A:M	10,00	0,25	-	8,00	2,00	\$ 6,77
ENFRIADORA	8: A-22 PM	4,50	0,50	3,00	1,00	-	\$ 6,04
PAUSTURISADOR	6A:M-22 P:M	4,00	0,50	2,00	2,00	-	\$ 5,75
ANALISADOR DE LECHE	6 A:M-11 A:M	6,00	1,00	5,00	-	1,00	\$ 19,07
BOMBAS DE RECEPCION	6A:M-11 A:M	8,00	1,00	5,00	-	3,00	\$ 25,52
DESCREMADORA	11A:M-20 P:M	8,00	1,00	5,00	-	3,00	\$ 25,52
CELLADORA AL VACIO	2 P.M-22 P:M	4,00	0,50	1,00	2,00	1,00	\$ 5,77
FECHADORA	15 P:M-22 P:M	5,00	0,50	1,00	3,00	1,00	\$ 7,06
CUARTO FRIO	12AM:12 PM	4,00	0,50	1,00	2,00	1,00	\$ 5,77
HOMOGENISADOR	6A:M-22 P:M	4,00	1,00	2,00	-	2,00	\$ 12,78
MARMITA 1000 LTS	8 A:M-16 P:M	8,00	0,50	2,00	4,00	2,00	\$ 11,55
MARMITA 800 LTS	6AM-22PM	7,00	0,50	2,00	3,00	2,00	\$ 10,26
MARMITA 1200 LTS	22PM-8AM	4,50	1,00	1,00	2,50	1,00	\$ 12,84
ENFUNDADORA	13 A:M-21 P:M	12,00	1,00	4,00	4,00	4,00	\$ 35,88
ENVASADORA	11 A:M-20 P:M	12,00	1,00	4,00	4,00	4,00	\$ 35,88
AGITADOR	8AM:-23PM	4,50	0,50	1,00	2,50	1,00	\$ 6,42
CUARTO FRIO	12AM:12 PM	24,00	0,50	8,00	8,00	8,00	\$ 35,88
COMPUTADORA	6AM-22PM	7,00	0,50	4,00	2,00	1,00	\$ 10,53

COSTOS DE OPERACIÓN.

Hora	Energía consumida	Costo de la energía	Costo hora hombre	Costo de Operación total
0:01	43,508	0,0501	3,170	5,350
1:02	55,95	0,0501	3,350	6,153
2:03	61,5644	0,0501	3,350	6,434
3:04	68,3844	0,0501	3,350	6,776
4:05	63,424	0,0501	3,350	6,528
5:06	63,797	0,0501	3,350	6,546
6:07	65,4382	0,0501	3,350	6,628
7:08	71,1662	0,0501	2,580	6,145
8:09	79,9874	0,0897	2,580	9,755
9:10	86,0884	0,0897	2,577	10,299
10:11	88,5502	0,0897	2,580	10,523
11:12	92,131	0,0897	2,580	10,844
12:13	90,2292	0,0897	2,580	10,674
13:14	89,2962	0,0897	2,580	10,590
14:15	77,8824	0,0897	2,580	9,566
15:16	92,4434	0,0897	2,580	10,872
16:17	78,7992	0,0897	3,220	10,288
17:18	81,1572	0,0897	3,222	10,501
18:19	74,7632	0,1037	3,220	10,973
19:20	86,9252	0,1037	3,220	12,234
20:21	93,6392	0,1037	3,220	12,930
21:22	93,637	0,1037	3,220	12,930
22:23	86,856	0,0501	3,350	7,701
23:24	81,789407	0,0501	3,350	7,448
				218,691

COSTOS DE GRUPOS ELECTRÓGENOS Y BATERÍAS.

Anexo 5. Costos de operación grupo electrógeno a gasolina.

Tabla de precios de combustible.

SECTOR INDUSTRIAL		
DIESEL 1 INDUSTRIAL	Galones	\$ 2,272621
DIESEL 2 INDUSTRIAL	Galones	\$ 2,272621
DIESEL PREMIUM INDUSTRIAL	Galones	\$ 2,284646
EXTRA INDUSTRIAL	Galones	\$ 2,366258
EXTRA CON ETANOL INDUSTRIAL	Galones	\$ 2,387784
SUPER INDUSTRIAL	Galones	\$ 2,533654
FUEL OIL No. 6 INDUSTRIAL	Galones	\$ 1,237307
FUEL OIL LIVIANO	Galones	\$ 1,062426
GAS LICUADO DE PETROLEO (GLP) INDUSTRIAL	Kilogramos	\$ 0,727051
RESIDUO CEMENTERO	Galones	\$ 0,947939
RESIDUO INDUSTRIAL	Galones	\$ 0,947939

Tabla de costos generador Hyundai.

GASOLINA EXTRA					
KVA	KW	LITROS*H	COMBUSTIBLE	COSTO	
125	110	24	GASOLINA	2,36	
GALON		GALONES*H			
1		3,785	COSTO GENERADOR	14795	
			GALONES*H	MANTENIMIENTO	739,75
		6,341	DIARIO	0,085619213	
HORARIO PUNTA				GENERADOR HYUNDAI	
HARA	SEMANAL (KW)	ELEPCO S.A	MANTENIMIENTO GASOLINA	TOTAL GASOLINA	AHORRO
0:01	43,508	5,350	0,086	6,00	-0,65
1:02	55,950	6,153	0,086	7,70	-1,54
2:03	61,564	6,434	0,086	8,46	-2,03
3:04	68,384	6,776	0,086	9,39	-2,61
4:05	63,424	6,528	0,086	8,71	-2,19
5:06	63,797	6,546	0,086	8,76	-2,22
6:07	65,438	6,628	0,086	8,99	-2,36
7:08	71,166	6,145	0,086	9,77	-3,62
8:09	79,987	9,755	0,086	10,97	-1,21
9:10	86,088	10,299	0,086	11,80	-1,50
10:11	88,550	10,523	0,086	12,13	-1,61
11:12	92,131	10,844	0,086	12,62	-1,77
12:13	90,229	10,674	0,086	12,36	-1,69
13:14	89,296	10,590	0,086	12,23	-1,64
14:15	77,882	9,566	0,086	10,68	-1,11
15:16	92,443	10,872	0,086	12,66	-1,79
16:17	78,799	10,288	0,086	10,81	-0,52
17:18	81,157	10,501	0,086	11,13	-0,62
18:19	74,763	10,973	0,086	10,26	0,72
19:20	86,925	12,234	0,086	11,91	0,32
20:21	93,639	12,930	0,086	12,82	0,11
21:22	93,637	12,930	0,086	12,82	0,11
22:23	86,856	7,701	0,086	11,90	-4,20
23:24	81,789	7,448	0,086	11,21	-3,76

GENERADOR HYUNDAI

Los grupos electrógenos Hyundai son avalados por la reputación de una de las marcas líderes en fabricación de motores a nivel mundial. Pero no todo es reputación, los grupos electrógenos Hyundai buscan el máximo rendimiento y eficiencia. Estas máquinas tienen una vida útil de entre 15 y 20 años y además la marca provee de una extensa red de servicios técnicos a nivel nacional, para que nunca queda ni un problema sin resolver. Hyundai es una apuesta por la calidad.

Este grupo electrógeno está fabricado con los mejores y más resistentes del mercado. El sello de la marca es la fiabilidad y el compromiso con el cliente.

DATOS TÉCNICOS:

- Marca: Hyundai.
- Modelo: DHY110KSE.
- Tipo: Grupo Electrógeno Gasolina.
- Potencia Nominal: 100 kVA / 80 kW.
- Potencia Máxima: 110 kVA / 88 kW.
- Voltaje: 400 V – 50 Hz – Trifásico.
- Intensidad Nominal: 143 A.
- Nivel sonoro (7m;50% carga): 69 dBA.
- Autonomía al 100%: 11 h.
- Consumo al 100% de carga: 24 L/h.
- Depósito refrigerante radiador: 24 L.
- Depósito de combustible: 245 L.
- Motor: Gasolina.
- Modelo Motor: Hyundai HY6B135Z-D20.
- Refrigeración del Motor: Agua.
- Potencia (1500 rpm): 90 kW / 120 HP.
- Número de cilindros: 6.
- Cilindrada: 6.870 cc.
- Depósito de aceite: 20 L.
- Modo de arranque: Eléctrico.
- Batería: 1 x 24V – 120 Ah.
- Alternador Modelo: 274C.
- Grado de protección: IP23/H.
- Factor de potencia (Cosφ): 0,8.
- Tipo de regulación del voltaje: AVR.
- Peso: 1.520 kg.
- Dimensiones: 3400x1000x1700 mm.
- Conexiones: Directo a caja moldeada.
- Pantalla: Digital MRS10.
- Puerto ATS incorporado.
- Precio 14.795,13 USD

TABLA TRABAJO CON GRUPOS ELECTRÓGENOS							
KVA	KW	400 V trifásica	230 V trifásica	Consumo combustible litros/h			
		Intensidad por fase	Intensidad por fase	25%	50%	75%	100%
30	24	44	80	2,4	4,3	6	7,9
60	48	88	160	3,5	7	10,2	13,7
100	80	144	265	5,5	11	16,2	22
125	100	180	314	7,3	14,6	23,2	28,8
150	120	216	381	9	18	29	36
200	160	289	503	11	20,5	33,8	42,5
250	200	361	629	15,7	30	41,9	52,5
300	240	433	755	18,9	34,1	49,2	66,3
350	280	505	880	19,9	35,8	52,7	70,6
400	320	577	1006	22	41	64	87,6
500	400	722	1257	27,3	50,3	74,4	100,7
600	480	866	1509	33,5	62,2	93,6	127,6
800	640	1155	2012	44	90,9	130	172
1000	800	1444	2515	57	104	152	204

Anexo 6. Costos de operación grupo electrógeno a diésel.

DIESEL INDUSTRIAL					CASO 2
KVA	KW	LITROS*H	COMBUSTIBLE	COSTO	
125	110	30	DIESEL	2,27	
GALON		GALONES*H			
1		3,785	COSTO GENERADOR	13788	
		7,926	MANTENIMIENTO DIARIO	0,079791667	
HORARIO PUNTA					GENERADOR CUMMIS
HARA	SEMANAL (KW)	ELEPCO S.A	MANTENIMIENTO DIESEL	TOTAL DIESEL	AHORRO
0:01	43,508	5,350	0,080	7,20	-1,85
1:02	55,950	6,153	0,080	6,70	-0,55
2:03	61,564	6,434	0,080	7,36	-0,93
3:04	68,384	6,776	0,080	8,17	-1,39
4:05	63,424	6,528	0,080	7,58	-1,06
5:06	63,797	6,546	0,080	7,63	-1,08
6:07	65,438	6,628	0,080	7,82	-1,19
7:08	71,166	6,145	0,080	8,50	-2,35
8:09	79,987	9,755	0,080	9,54	0,21
9:10	86,088	10,299	0,080	10,27	0,03
10:11	88,550	10,523	0,080	10,56	-0,03
11:12	92,131	10,844	0,080	10,98	-0,14
12:13	90,229	10,674	0,080	10,75	-0,08
13:14	89,296	10,590	0,080	10,64	-0,05
14:15	77,882	9,566	0,080	9,29	0,27
15:16	92,443	10,872	0,080	11,02	-0,14
16:17	78,799	10,288	0,080	9,40	0,89
17:18	81,157	10,501	0,080	9,68	0,82
18:19	74,763	10,973	0,080	8,93	2,05
19:20	86,925	12,234	0,080	10,36	1,87
20:21	93,639	12,930	0,080	11,16	1,77
21:22	93,637	12,930	0,080	11,16	1,77
22:23	86,856	7,701	0,080	10,36	-2,65
23:24	81,789	7,448	0,080	9,76	-2,31

GRUPO ELECTRÓGENO CUMMINS 125KVA

USD 13.788,03

Este Grupo electrógeno Cummins 125Kva de estructura abierta, te ayuda a mantener tus aparatos y maquinas trabajando a pesar de cortes de energía o electricidad limitada. Por su grado de protección IP23 y su aislamiento tipo H puedes usarlo en lugares remotos o zonas donde se han perdido los postes y el sistema de cableado. Este grupo electrógeno Cummins tiene una gran autonomía que te permitirá usar tu maquinaria por mucho tiempo.

Algunas de sus características más importantes son:

- Estructura abierta
- Máxima potencia 125kva
- Motor diésel de 4 ciclos con 6 cilindros en línea
- Arranque eléctrico
- Voltaje 400/230v
- Depósito Aceite 16.4 litros
- Potencia Principal de 90kw a 113kva
- 5 años de garantía!

Características técnicas

Grupo Electrónico Diésel

Modelo	TG125C
Revoluciones Frecuencia	1500rpm / 50Hz
Potencia Principal	90kw / 113kva
Potencia Standby	100kw / 125kva
Voltaje, Fases, Cableado	400/230v, 3 fases, 4 cables
Factor Potencia	0.8
Máxima intensidad de salida	180A
Dimensiones (L*W*H)	2240*980*1520 mm

Máxima Potencia	116kw
Aspiración	turbo aspirada
Bore x Strike	102 x 120 mm
Ratio Compresión	16.5:1
Consumo (L/H)	30 (100% load)
Desplazamiento	5.9
Expulsión Aire	176 (m3/min)
Compresión Aire	7.6 (m3/min)
Expulsión Gases	21 (m3/min)
Máxima Temperatura	601°C
Depósito Aceite	16.4 litros
Capacidad Refrigerante	Líquido 11 litros (motor)
Sistema Arranque	eléctrico 24v
Ajuste Velocidad Motor	electrónico
Nivel Sonoro (A) @ 7m	≤96dBA
Alternador	
Stamford	UCI274D
Leroy Somer	LSA44.2S7
Autoexcitado	sin escobillas

Anexo 7. Costos de operación sistema de almacenamiento en baterías.

		BATERIAS BLUESUN					
		KW	TIEMPO (H)	CASO 3			
BATERIAS		25	4				
NOMBRES		CANTIDAD	COSTO	TOTAL COSTO			
COSTO BATERIAS		14	250	3472,222222			
COSTO CARGADOR		4	430,25	1721			
COSTO INVERSOR		1		500			
DESCARGA BATERIAS		80%		0,8			
MANTENIMIENTO			284,7011111	284,7011111			
		KW					
ENERGIA DE USO		100,00	TOTAL	5978,723333			
ENERGIA DE CARGA		125,00					
ENERGIA PARA LA CARGA		20,83					
SEMANAL							
TIEMPO	ENERGIA	POTENCIA	PICO	VALLE	ELEPCO	TOTAL BATERIAS	RELACION
0:01	64,341	43,508	43,508	64,341	5,350	5,937	0,59
1:02	76,783	55,950	55,950	76,783	6,153	6,823	0,67
2:03	82,398	61,564	61,564	82,398	6,434	7,222	0,79
3:04	89,218	68,384	68,384	89,218	6,776	7,707	0,93
4:05	84,257	63,424	63,424	84,257	6,528	7,354	0,83
5:06	84,630	63,797	63,797	84,630	6,546	7,381	0,83
6:07	65,438	65,438	65,438	65,438	6,628	6,628	0,000
7:08	71,166	71,166	71,166	71,166	6,145	6,145	0,000
8:09	79,987	79,987	79,987	79,987	9,755	9,755	0,000
9:10	86,088	86,088	86,088	86,088	10,299	10,299	0,000
10:11	88,550	88,550	88,550	88,550	10,523	10,523	0,000
11:12	92,131	92,131	92,131	92,131	10,844	10,844	0,000
12:13	90,229	90,229	90,229	90,229	10,674	10,674	0,000
13:14	89,296	89,296	89,296	89,296	10,590	10,590	0,000
14:15	77,882	77,882	77,882	77,882	9,566	9,566	0,000
15:16	92,443	92,443	92,443	92,443	10,872	10,872	0,000
16:17	78,799	78,799	78,799	78,799	10,288	10,288	0,000
17:18	81,157	81,157	81,157	81,157	10,501	10,501	0,000
18:19	49,763	74,763	49,763	49,763	10,973	10,719	0,25
19:20	61,925	86,925	61,925	61,925	12,234	11,980	0,25
20:21	68,639	93,639	68,639	68,639	12,930	12,676	0,25
21:22	68,637	93,637	68,637	68,637	12,930	12,676	0,25
22:23	86,856	86,856	86,856	86,856	7,701	7,701	0,00
23:24	81,789	81,789	81,789	81,789	7,448	7,448	0,000



Garantía de plomo ácido de ciclo profundo 12 V 150AH 100AH 200AH 250
AHSolar Sistema de batería de GEL fuera de la red

\$16,00 - \$179,00 / Unidad | 1 Unidad/es (Pedido mínimo)

Capacidad nomi... 150AH

Voltaje nominal: 12 V

Tamaño de la b... 484*241*171mm

Nombre del producto	12 V 150AH VRLA batería para sistema de energía solar
Lugar de origen	Jiangsu China
Marca	Bluesun o servicio de OEM
Principales características	Mantenimiento gratuito, ciclo profundo, buena capacidad de aceptación de carga, baja autodescarga
Diseñado para la vida	10 años
Las aplicaciones	Sistema de almacenamiento de energía Solar y eólica, sistema de telecomunicaciones, UPS y respaldo, energía de emergencia, sistema de alumbrado público
Tamaño	484*241*171mm
Peso neto	42,5 kg
Paquete	Cartón bien empaquetado para cada batería o diseño personalizado según su petición
Puerto de carga	Shanghai o Ningbo

Battery type	Efficiency (%)
Flywheel	75%-95%
Sodium sulfur	Above 90%
Lithium ion	80%-90%
Nickle-cadmium	70%-90%
Iron-chromium flow battery	70%-80%
Nickle-iron	65%-80%
Vanadium redox flow battery	60%-80%
Zinc-bromine flow battery	65%-75%



Anexo 8. Fichas técnicas de grupos electrógenos a diésel y baterías

Grupo electrógeno

GRUPO ELECTRÓGENO DIESEL		
MODELO	TG100T	
Revoluciones / frecuencia	1500 rpm /50 Hz	
Potencia principal (KW/KVA)	80 / 100	
Voltaje, fases y cableado	400/230V, 3 fases y 4 cables	
Factor de potencia	1/220 0.8/380	
Tipo insonorización	Abierto	Insonorizado
Dimensiones(L*W*H) (mm)	2800*1300*1650	2400*1050*1500
Peso (kg)	1860	2050

Observaciones de rendimiento (Funcionamiento en altitud $\leq 1500\text{m}$, Temperatura ambiente $\leq 40\text{C}^\circ$). Si la altura es superior a 1500m, cada 100m causará un decremento del 1%.

Potencia Principal

Estas observaciones son aplicables en aplicaciones de potencia continua (con cargas variables). No existe limitación de funcionamiento, pero el grupo electrógeno no debe sobrecargarse durante más de 1 hora cada 12 horas.

Potencia Standby

Estas especificaciones son aplicables para usos de potencia continua (con cargas variables) en el caso de un fallo repentino de tensión. La sobrecarga no está contemplada en estas especificaciones. El alternador está preparado para soportar las especificaciones anteriores (definido en ISO8528-3) a 27C° .

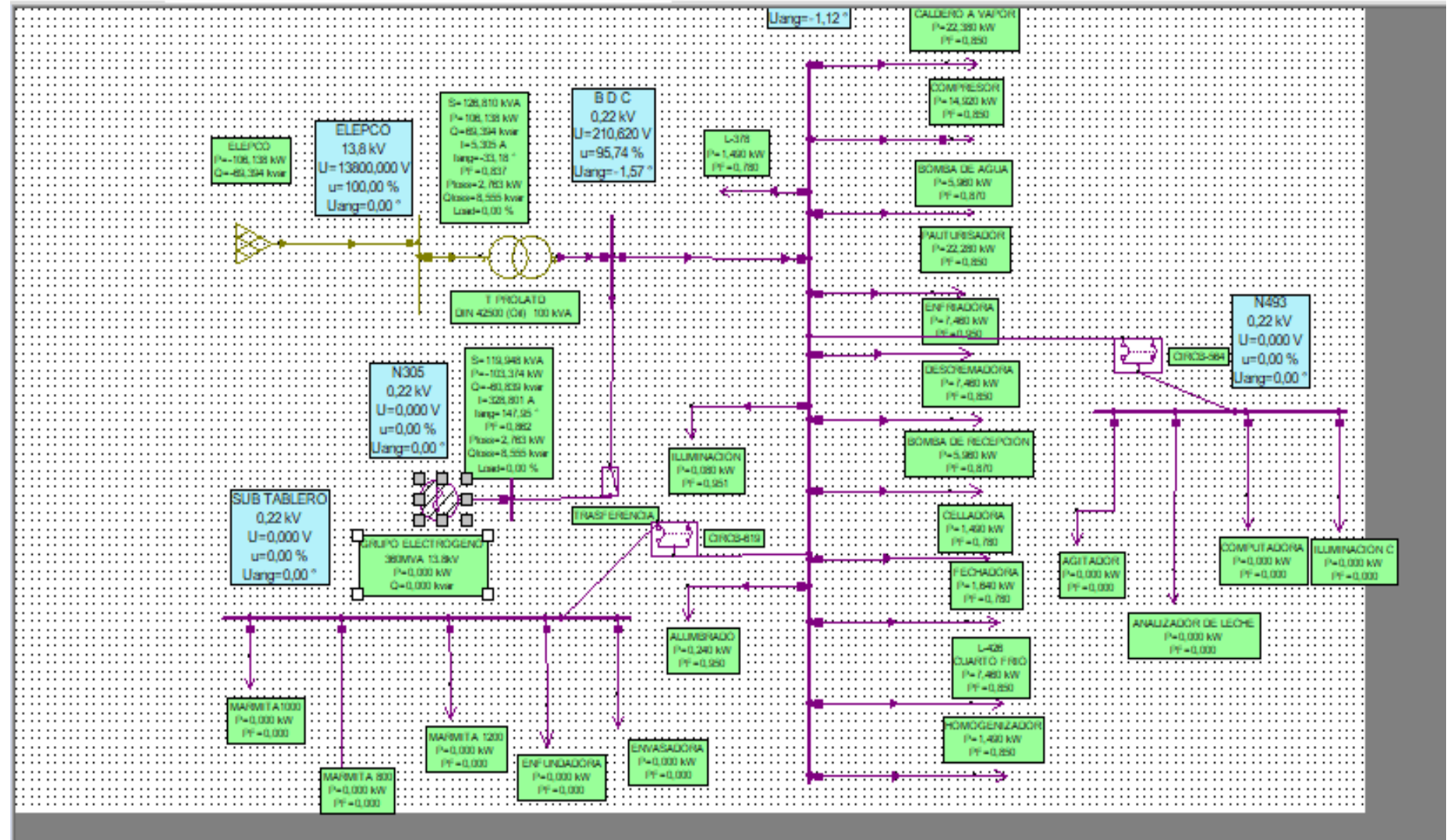
Baterías

Battery Construction		General Features	
Component	Material	Maintenance free	
Positive plate	Lead dioxide	Convenient for installation	
Negative plate	Lead	Safety and no leakage	
Container	ABS	Excellent recharge and discharge performance	
Cover	ABS	Low self-discharge rate, charge each standby 6 months, temperature 25°C	
Safety valve	Rubber	Adapt to high or low temperature	
Terminal	Copper	Good deep discharge performance	
Electrolyte	Gelled acid	Longer cycle life	
		UL approval	
Performance Characteristics			
1.Dimension and weight		5.Charge Method: constant-voltage charging at 25°C (77° F)	
Length	486mm	Cyclic use	14.4~14.9V
Width	171mm	Maximum charging current	37.5A
Height	241mm	Temperature Compensation	-30mV/°C
Total Height	241mm	Float Use	13.6~13.8V
Reference Weight	47kg	Temperature Compensation	-20mV/°C
2.Functional Parameter		6.Environment Temperature Requirements	
Rated Voltage	12V	Discharge Temperature	-20~60°C
Numbers of cells	6 Cells	Charge Temperature	0~50°C
Designed Life	10~12 Years	Storage Temperature	-20~60°C
3.Rated Capacity at 25°C (77° F)		7.Inner Resistance&Max. Discharge Current	
10 hr rate (0.1C, 10.8V)	150Ah	A fully charged battery at 25°C (77° F)	4mΩ
3 hr rate (0.25C, 10.8V)	108.7Ah	Max. Discharge Current	2250A (5s)
1 hr rate (0.55C, 10.5V)	82.4Ah	Short Circuit Current	7500A
4.Capacity affected by Temperature (10hour rate)		8.Self-discharge	
40 °C (104° F)	103%	3% Of the capacity per month at 25°C (77° F)	
25 °C (77° F)	100%	Capacity after 3 month storage	91%
0 °C (32° F)	85%	Capacity after 6 month storage	82%
-15°C (5° F)	65%	Capacity after 12 month storage	64%
Dimensions (mm)		3D Model Review	

Anexo 9. Simulación



Flujo carga



NEPLAN - [TESIS motores.neprj-Rootnet-Diagram 0]

Archivo Insertar Editar Ver Análisis Librerías Herramientas Opciones Ventana Ayuda



Flujo carga

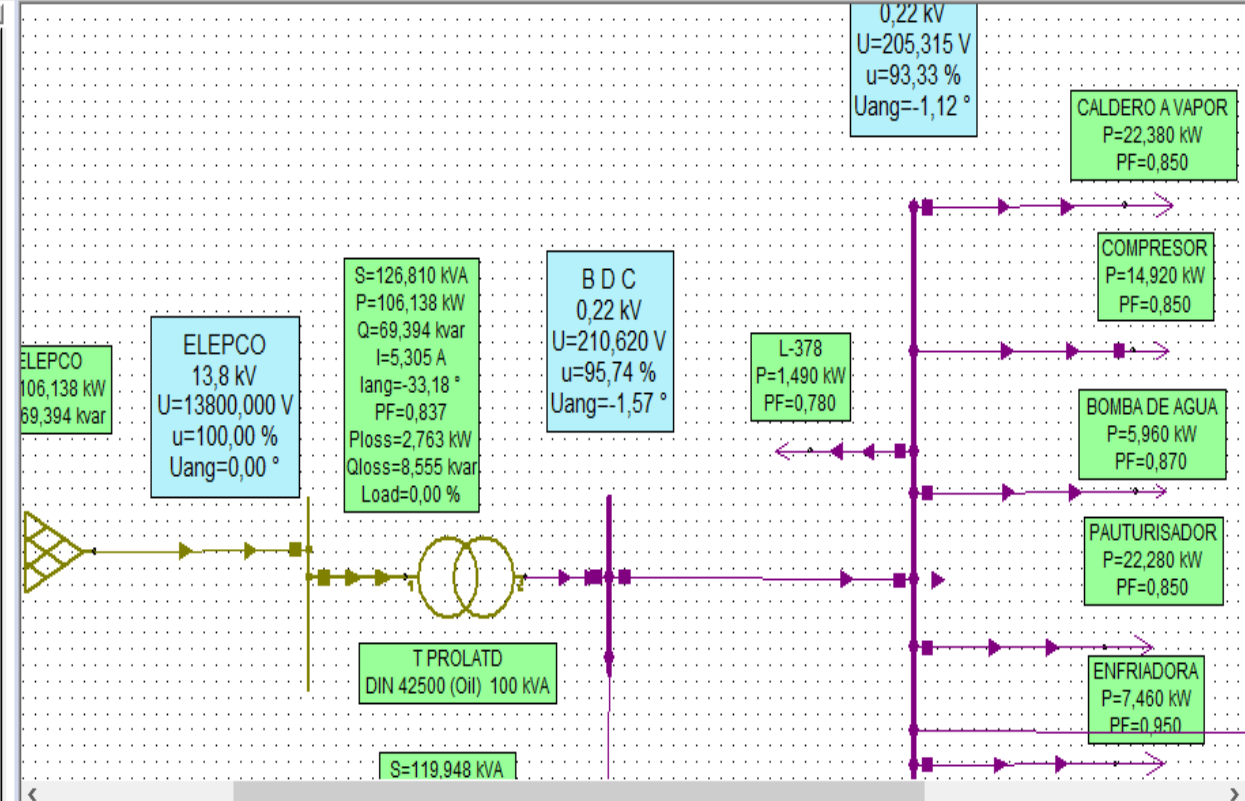
Variantes

Variante	Estado
TESIS motores.neprj	
Rootnet	Retirado

Diagramas

Todos Elementos

Elementos



n Terminales/Nodos

- Equivalente Serie FC
- Equivalente Serie FC
- Equivalente Serie CC
- Equivalente Serie CC
- Seccionador
- Seccionador
- Suiche Carga
- Suiche Carga
- Interruptor
- Interruptor
- Interruptor

1-Terminal
FACTS/DC/Especial
Protecciones/Suiches
Gráficas

Límites Inferiores de Voltaje Violados

Límites Superiores de Voltaje Violados

Elementos Sobrecargados

Reporte de resultados

NEPLAN - [Carga]

Archivo Editar Formato Ajustes de Tabla Ver Ventana Ayuda

Elementos para Variante: TESIS ... Estado

Rootnet

Variantes

Diagramas

Todos Elementos

Elementos

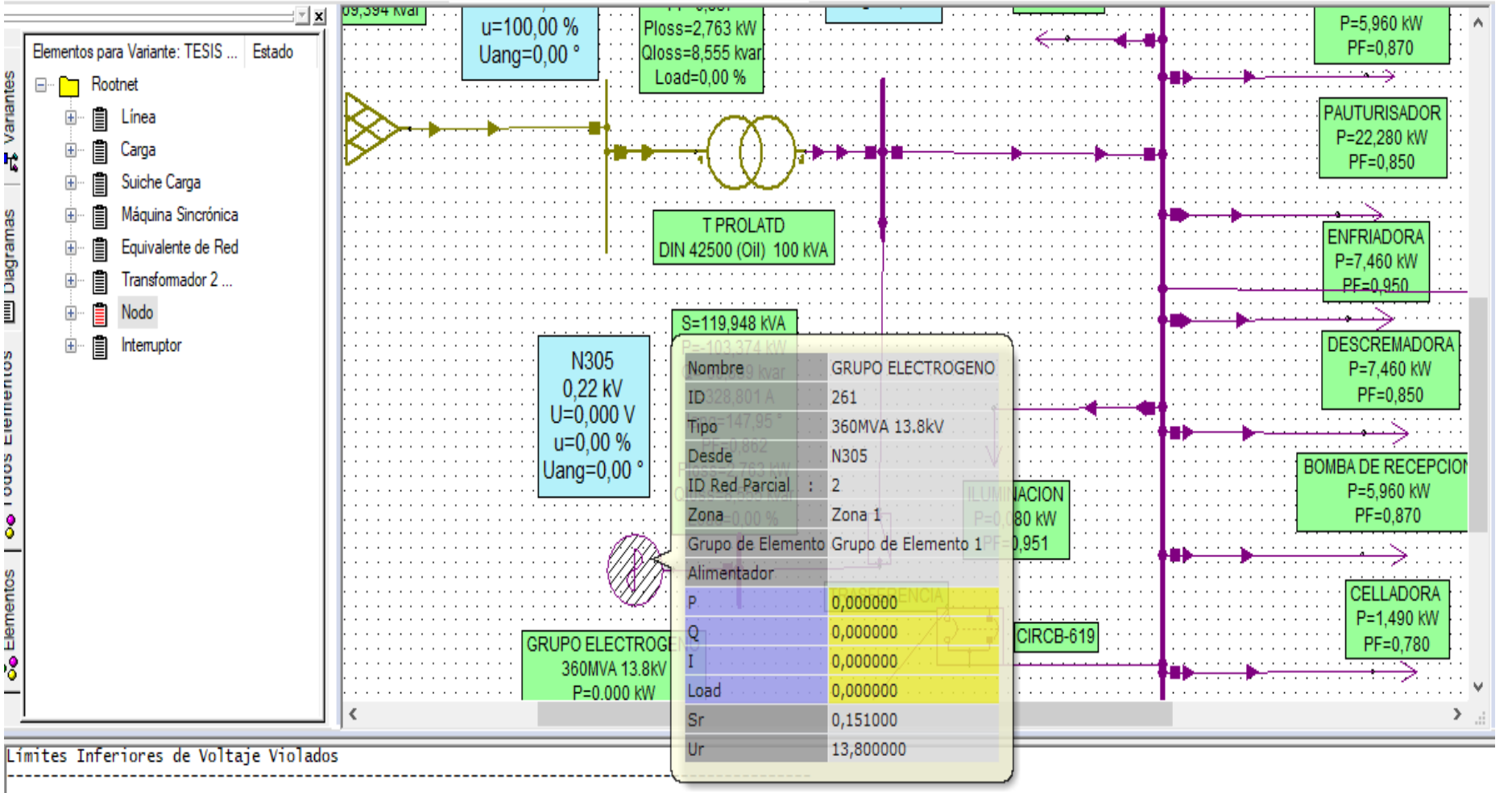
	ID	Nombre	Tipo	FC tipo	P	Q	S	I	E	k1 vel	k2 vel	cos(phi)	Variable para balance
										MWh			
1	251	ILUMINACION		PC	0,08	0,026	0,084	0,2	0	0	0	0,95	<input checked="" type="checkbox"/>
2	330	BOMBA DE A		PC	5,96	3,378	6,851	18	0	0	0	0,87	<input checked="" type="checkbox"/>
3	339	PAUTURISAD		PC	22,28	13,808	26,212	68,8	0	0	0	0,85	<input checked="" type="checkbox"/>
4	348	CALDERO A		PC	22,38	13,87	26,329	69,1	0	0	0	0,85	<input checked="" type="checkbox"/>
5	356	COMPRESOR		PC	14,92	9,247	17,553	46,1	0	0	0	0,85	<input checked="" type="checkbox"/>
6	367	ENFRIADORA		PC	7,46	2,452	7,853	20,6	0	0	0	0,95	<input checked="" type="checkbox"/>
7	378	L-378		PC	1,49	1,195	1,91	5	0	0	0	0,78	<input checked="" type="checkbox"/>
8	386	DESCREMAD		PC	7,46	4,623	8,776	23	0	0	0	0,85	<input checked="" type="checkbox"/>
9	394	BOMBA DE R		PC	5,96	3,378	6,851	18	0	0	0	0,87	<input checked="" type="checkbox"/>
10	402	CELLADORA		PC	1,49	1,195	1,91	5	0	0	0	0,78	<input checked="" type="checkbox"/>
11	410	FECHADORA		PC	1,64	1,316	2,103	5,5	0	0	0	0,78	<input checked="" type="checkbox"/>
12	418	ALUMBRADO		PC	0,24	0,079	0,253	0,7	0	0	0	0,95	<input checked="" type="checkbox"/>
13	426	L-426	CUARTO FRI	PC	7,46	4,623	8,776	23	0	0	0	0,85	<input checked="" type="checkbox"/>
14	434	HOMOGENIZ		PC	1,49	0,923	1,753	4,6	0	0	0	0,85	<input checked="" type="checkbox"/>
15	445	MARMITA100		PC	0,74	0,459	0,871	2,3	0	0	0	0,85	<input checked="" type="checkbox"/>
16	453	MARMITA 80		PC	0,74	0,459	0,871	2,3	0	0	0	0,85	<input checked="" type="checkbox"/>
17	471	MARMITA 12		PC	1,49	0,844	1,713	4,5	0	0	0	0,87	<input checked="" type="checkbox"/>
18	479	ENFUNDADO		PC	1,49	1,195	1,91	5	0	0	0	0,78	<input checked="" type="checkbox"/>
19	487	ENVASADOR		PC	2,23	1,789	2,859	7,5	0	0	0	0,78	<input checked="" type="checkbox"/>
20	503	ILUMINACION		PC	0,2	0,066	0,211	0,6	0	0	0	0,95	<input checked="" type="checkbox"/>
21	511	COMPUTADO		PC	0,89	0,552	1,047	2,7	0	0	0	0,85	<input checked="" type="checkbox"/>
22	519	ANALIZADO		PC	0,37	0,21	0,425	1,1	0	0	0	0,87	<input checked="" type="checkbox"/>
23	527	AGITADOR		PC	0,37	0,21	0,425	1,1	0	0	0	0,87	<input checked="" type="checkbox"/>

<

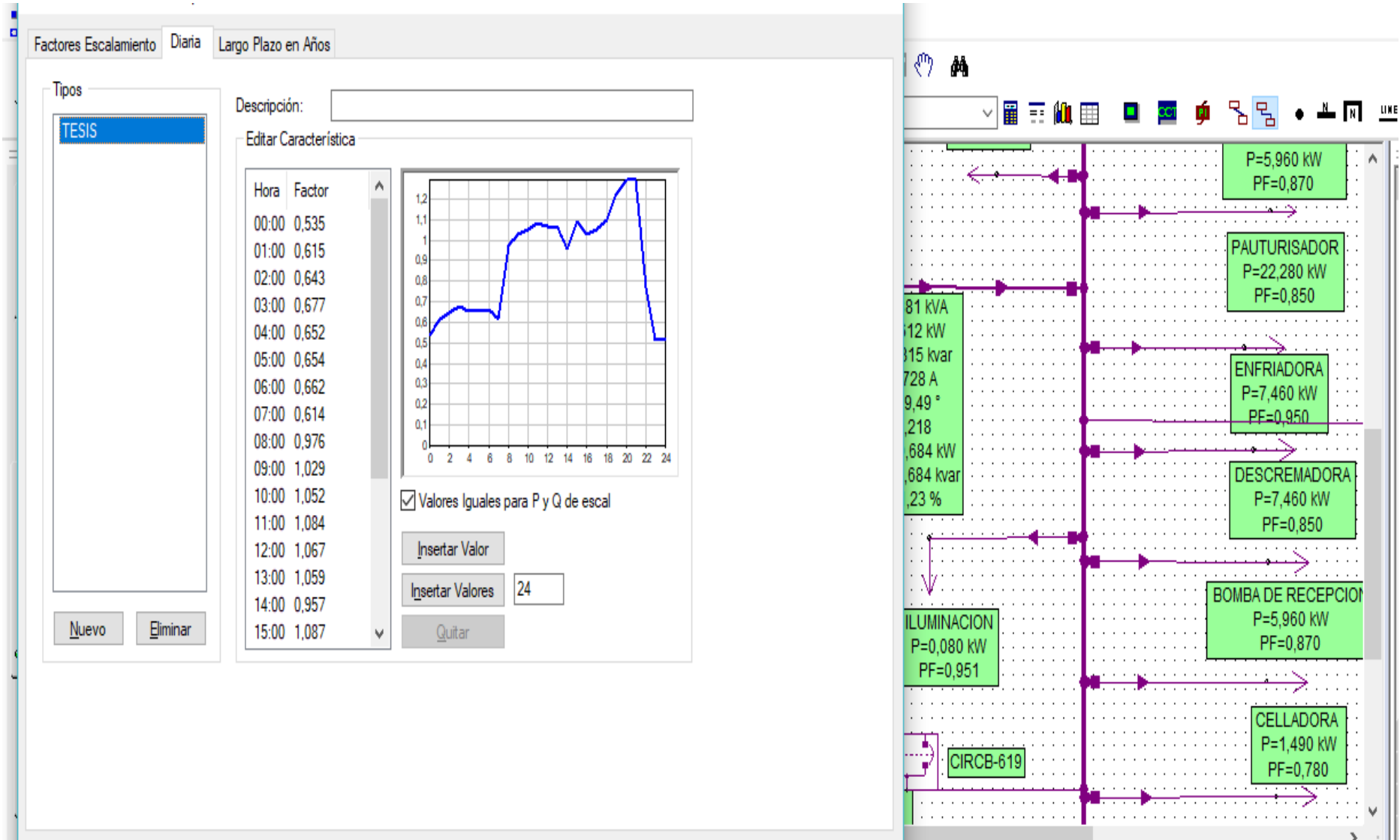
límites Inferiores de Voltaje Violados

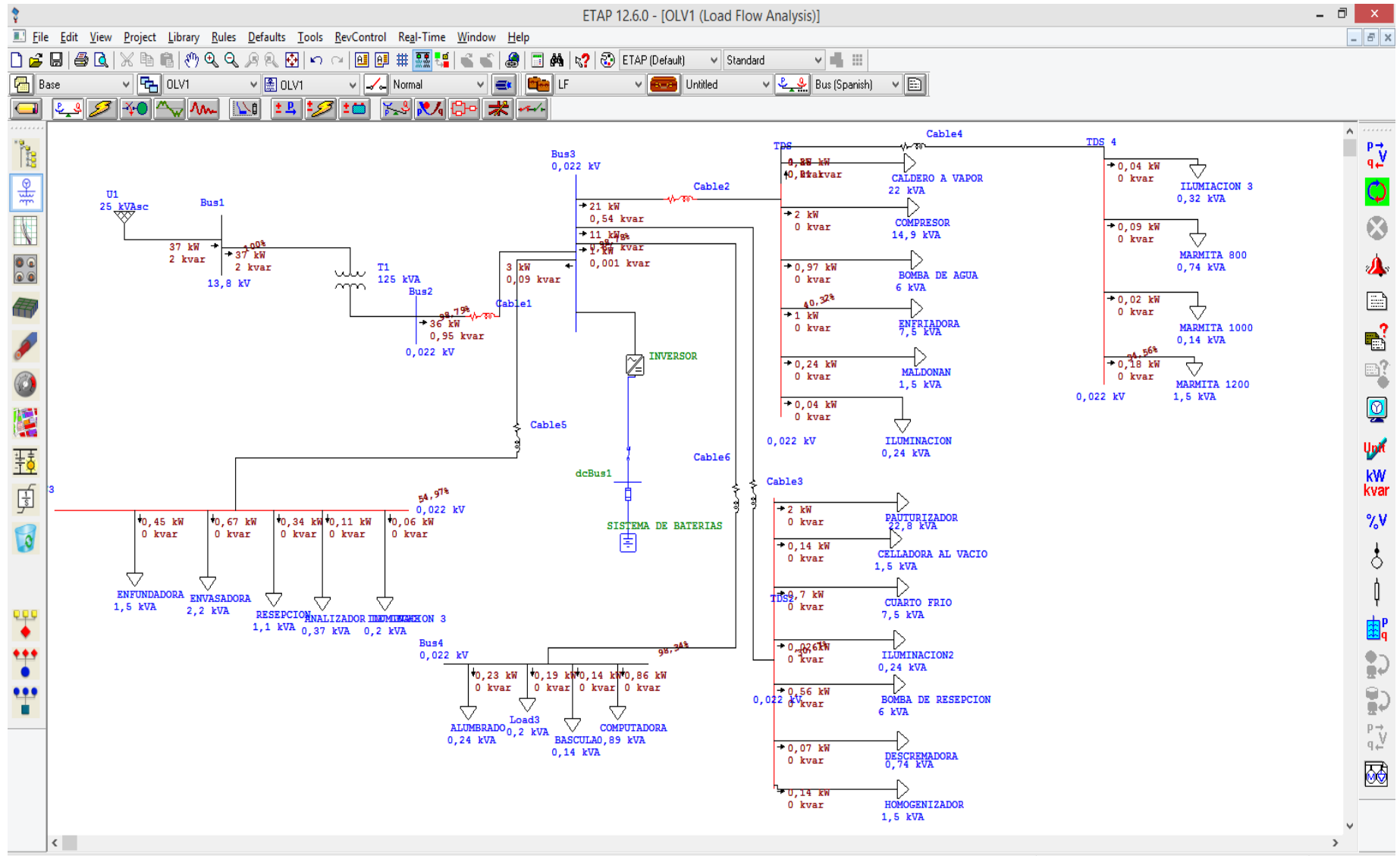
NEPLAN - [IESIS motores.neprj-Rootnet-Diagram U]

Archivo Insertar Editar Ver Análisis Librerías Herramientas Opciones Ventana Ayuda

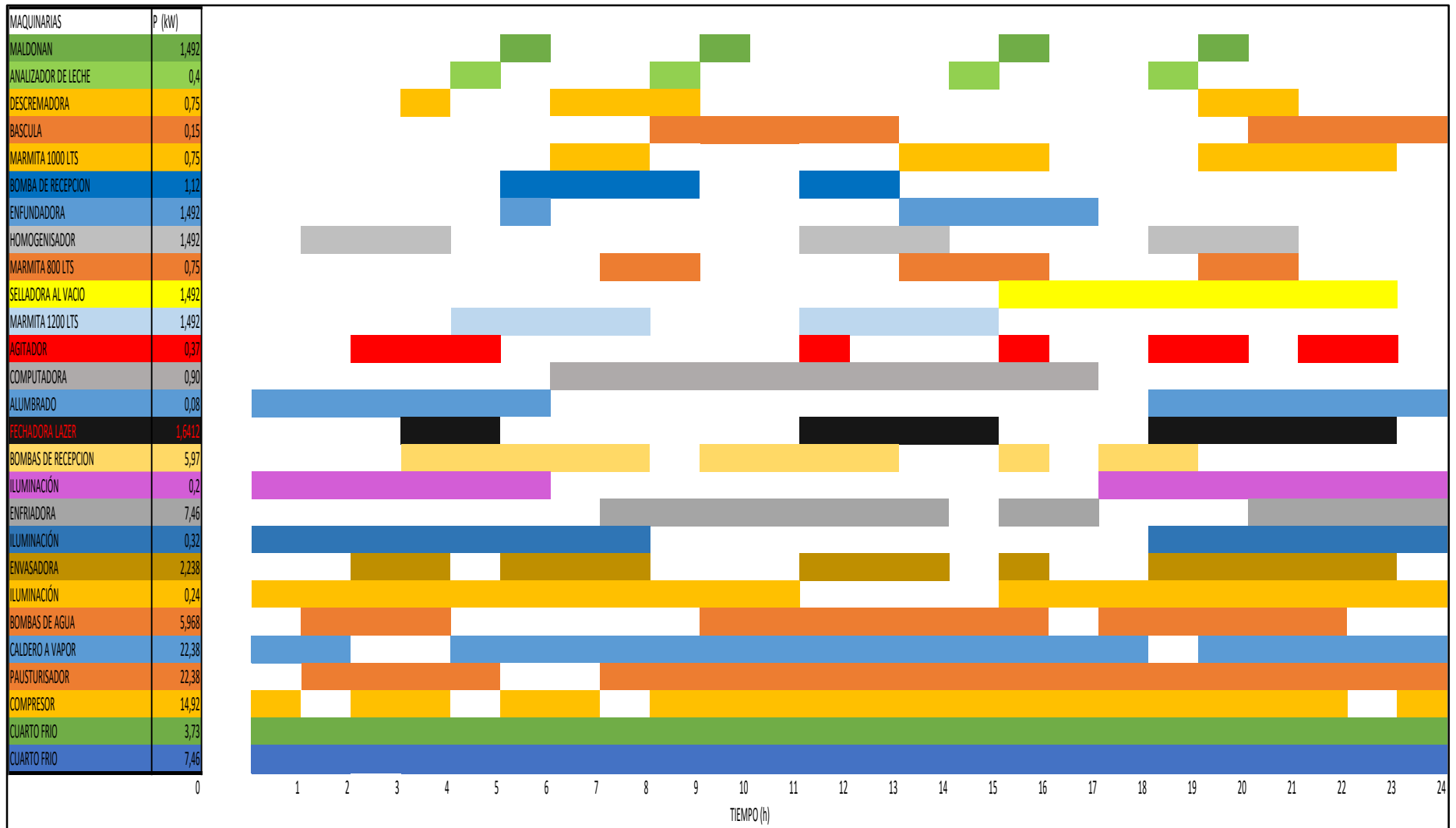


Limites Inferiores de Voltaje Violados





Anexo 10. Diagrama de flujo de procesos por tiempos



Anexo 11. Diagrama Unifilar de la Empresa Prolatd

