



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO
DE MANABÍ.**

**DIRECCIÓN DE POSTGRADO, COOPERACIÓN Y RELACIONES
INTERNACIONALES**

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

Previo a la Obtención del Grado de:

MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

TEMA:

**IMPLEMENTACIÓN DE PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA
PLANTA DE FRACCIONAMIENTO DE ACEITES Y GRASAS EN MONTECRISTI,
PERÍODO ENERO A JUNIO DEL 2018**

AUTOR:

Ing. Luis Martín Mero Plaza

TUTOR:

Ing. Xavier Anchundia Muentes, Mg.G.A.

**MANTA – MANABÍ – ECUADOR
2019**

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
DIRECCIÓN DE POSTGRADO, COOPERACIÓN Y RELACIONES
INTERNACIONALES

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL.

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación, sobre el tema: “Implementación de plan estratégico de gestión energética para planta de fraccionamiento de aceites y grasas en Montecristi, período enero a junio del 2018”, del Ing. Luis Martín Mero Plaza, maestrante del programa de maestría en Gestión Ambiental.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Xavier Anchundia Muentes, Mg. G.A.
TUTOR

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de director de tesis certifico que:

He dirigido y revisado, el trabajo de investigación de tema: “IMPLEMENTACIÓN DE PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA PLANTA DE FRACCIONAMIENTO DE ACEITES Y GRASAS EN MONTECRISTI, PERÍODO ENERO A JUNIO DEL 2018”, presentado por el Ing. Luis Martín Mero Plaza, previo para la obtención del grado de Magister de Gestión Ambiental, el cual fue elaborado bajo mi dirección, orientación y supervisión, sin embargo, el proceso investigativo, los conceptos y resultados son de exclusiva responsabilidad del autor.

Me permito dar a conocer la culminación de este trabajo investigativo, con mi aprobación y responsabilidad correspondiente. Considero que el mencionado trabajo cumple con los requisitos y tiene los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador que las autoridades de la UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ-DIRECCIÓN DE POSTGRADO designen.

Ing. Xavier Anchundia Muentes. Mg. G.A.
Director de Tesis

AUTORÍA DE LA TESIS

Los criterios, resultados y conclusiones expuestos en el presente trabajo de investigación, son de absoluta responsabilidad del autor y sustentado de los autores reconocidos en las citas bibliográficas y web-grafías respectivas.

Ing. Luis Martin Mero Plaza.
MAESTRANTE

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	III
AUTORÍA DE LA TESIS.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN EJECUTIVO.....	XIII
SUMMARY EXECUTIVE.....	XIV
CAPÍTULO I.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Contextualización.....	1
1.1.1. Contexto Macro.....	1
1.1.2. Contexto Meso.....	2
1.1.3. Contexto Micro.....	3
1.2. Análisis Crítico.....	4
1.3. Prognosis.....	5
1.4. Formulación del problema.....	5
1.5. Delimitación del problema.....	5
1.6. Justificación.....	6
1.7. Objetivos.....	7
1.7.1. Objetivo General.....	7
1.7.2. Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO II.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.2. Fundamento Teórico.....	11
2.2.1. Fraccionamiento de Aceites y Grasas.....	11
2.2.2. Gestión Energética.....	12
2.3. Fundamento Legal, Normativas Reguladoras para el Fomento de Eficiencia Energética.....	15
2.4. Hipótesis.....	16
CAPÍTULO III.....	17
3. METODOLOGÍA.....	17

3.1. Tipo de investigación.....	17
3.1.1. Línea base y ubicación del estudio.....	17
3.2. Población y muestra.....	17
3.2.1. Población	17
3.3. Técnica de investigación.....	17
3.3.1. Auditoría energética	18
3.4. Operación de las variables	19
3.4.1. Variable independiente.....	19
3.4.2. Variable dependiente.....	19
3.5. Recolección y tabulación de la información	19
3.5.1. Procesamiento y análisis.....	20
3.5.2. Viabilidad y aplicabilidad de los resultados de la investigación	20
CAPÍTULO IV	21
4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	21
4.1. Descripción de los resultados.....	21
4.1.1. Auditoría Energética.....	21
4.1.2. Planificación de la auditoria energética.....	23
4.1.3. Plan de auditoría energética de Fraccionamiento.	24
4.1.4. Reunión Inicial.....	25
4.1.5. Plan de medición.....	26
4.1.6. Recolección de datos.....	32
4.1.7. Desarrollo de la auditoría	53
4.2. Análisis de Datos.....	71
4.2.1. Balance Energético.....	79
4.2.2. Informe de Auditoría.....	81
4.2.3. Línea Base	83
4.2.4. Reunión de Cierre de Auditoría	85
4.3. Análisis de los resultados.....	86
4.4. Comprobación de la hipótesis	87
CAPÍTULO V.....	88
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
5.1. CONCLUSIONES.....	88
5.2. RECOMENDACIONES.....	89
CAPITULO VI	90

6. PROPUESTA	90
1. JUSTIFICACIÓN.....	90
2. FUNDAMENTACIÓN	90
3. OBJETIVOS	91
4. IMPORTANCIA	92
5. UBICACIÓN SECTORIAL	92
6. FACTIBILIDAD.....	93
7. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	93
8. DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIARIOS	99
9. PLAN DE ACCIÓN	99
10. ADMINISTRACIÓN	100
11. FINANCIAMIENTO.....	100
12. PRESUPUESTO	100
13. EVALUACIÓN.....	101
7. BIBLIOGRAFÍA	103
8. ANEXOS.....	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Plan de auditoría energética	24
Tabla 2. Equipo auditor.....	26
Tabla 3. Personal de la Planta de Fraccionamiento auditado	26
Tabla 4. Equipos de medición fija de la Planta de Fraccionamiento	27
Tabla 5. Consumo total de energía eléctrica en Planta de Fraccionamiento (enero-junio 2018)	36
Tabla 6. Consumo total de vapor en Planta de Fraccionamiento (enero-junio 2018)	41
Tabla 7. Consumo total de agua en Planta de Fraccionamiento (enero-junio 2018).....	52
Tabla 8. Mediciones en áreas y equipos de Fraccionamiento #2	55
Tabla 9. Consumo de vapor por equipos de Fraccionamiento # 2 (enero-junio 2018).....	55
Tabla 10. Consumo de energía eléctrica por equipos de Fraccionamiento # 2 (enero-junio 2018)	56
Tabla 11. Consumo de agua por equipos de Fraccionamiento # 2 (enero-junio 2018)	56
Tabla 12. Mediciones en áreas y equipos de Fraccionamiento #3	59
Tabla 13. Consumo de energía eléctrica por equipos de Fraccionamiento # 3 (enero-junio 2018)	59
Tabla 14. Consumo de vapor por equipos de Fraccionamiento # 3 (enero-junio 2018).....	59
Tabla 15. Consumo de agua por equipos de Fraccionamiento # 3 (enero-junio 2018)	60
Tabla 16. Mediciones en áreas y equipos de Fraccionamiento # 5	63
Tabla 17. Consumo de vapor por equipos de Fraccionamiento # 5 (enero-junio 2018).....	63
Tabla 18. Consumo de energía eléctrica por equipos de Fraccionamiento # 5 (enero-junio 2018)	64
Tabla 19. Consumo de agua por equipos de Fraccionamiento # 5 (enero-junio 2018)	64
Tabla 20. Mediciones en áreas y equipos de Fraccionamiento #6	67
Tabla 21. Consumo de vapor por equipos de Fraccionamiento # 6 (enero-junio 2018).....	67
Tabla 22. Consumo de energía eléctrica por equipos de Fraccionamiento # 6 (enero-junio 2018)	67
Tabla 23. Consumo de agua por equipos de Fraccionamiento # 6 (enero-junio 2018)	68
Tabla 24. Mediciones en áreas y equipos de Fraccionamiento #7	70
Tabla 25. Consumo de energía eléctrica por equipos de Fraccionamiento # 7 (enero-junio 2018)	70

Tabla 26. Consumo de vapor por equipos de Fraccionamiento # 7 (enero-junio 2018).....	71
Tabla 27. Consumo de agua por equipos de Fraccionamiento # 7 (enero-junio 2018)	71
Tabla 28. Elementos con usos significativos de energía eléctrica.....	74
Tabla 29. Equipos con consumos significativos de vapor	77
Tabla 30. Variación en horas de operación de bombas de agua a chiller (enero-junio 2018)	94
Tabla 31. Ahorro de energía eléctrica en los motores de las bombas de agua a chiller	94
Tabla 32. Ahorro en consumo de electricidad en bombas de chiller	94
Tabla 33. Consumo de vapor en tolvas de Fraccionamientos # 6 y 7.....	96
Tabla 34. Cálculo de ahorro anual en calentamiento de tolvas de Fraccionamientos # 6 y 7.....	96
Tabla 35. Consumo de vapor en tanque 500 toneladas, sin aislamiento y con aislamiento.....	97
Tabla 36. Ahorro anual de vapor en tanque de almacenamiento de Fraccionamiento #5 ...	97
Tabla 37. Presupuesto referencial para mejoras energéticas en la Planta de Fraccionamiento	101
Tabla 38. Inversión y retorno de la propuesta para mejoras energéticas en la Planta de Fraccionamiento.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consumo energía eléctrica de la Planta de Fraccionamiento de la Fabril 2016-2017.....	3
Figura 2. Intensidad Energética	8
Figura 3. Ciclo de mejora continua Planificar-Hacer-Verificar-Actuar.	14
Figura 4. Reunión inicial de auditoría energética en Fraccionamiento La Fabril S.A.....	25
Figura 5. Punto de medición energía eléctrica de Fraccionamiento 5	27
Figura 6. Flujometro de vapor Fraccionamiento 7	28
Figura 7. Medidor de agua en torres de Planta de Fraccionamiento.....	28
Figura 8. Pesaje de productos de Fraccionamientos 5 y 6.	29
Figura 9. Pinza amperimétrica Fluke 376FC.....	30
Figura 10. Cámara infrarroja	30
Figura 11. Luxómetro	31
Figura 12. Multímetro de proceso.....	31
Figura 13. Termómetro	32
Figura 14. Evolución del consumo de electricidad en fraccionamiento (julio 2017 - junio 2018)	33
Figura 15. Consumo de energía eléctrica en la planta de fraccionamiento (enero - junio 2018).....	33
Figura 16. Transformadores de Fraccionamiento 2 y 3	34
Figura 17. Transformador de Fraccionamiento 5 y 6	34
Figura 18. Punto de control de consumo de energía.....	35
Figura 19. Tablero secundario para iluminación	36
Figura 20. Gráfica del consumo de energía eléctrica vs nivel de producción (enero-junio 2018)	37
Figura 21. Generador de vapor	38
Figura 22. Distribuidor de vapor principal.....	38
Figura 23. Distribuidor secundario de vapor de la planta de fraccionamiento.....	39
Figura 24. Diagrama de tuberías de vapor y condensados en fraccionamiento	39
Figura 25. Entrada de vapor y salida de condensado de la tolva.....	40
Figura 26. Intercambiadores de calor-tipo placas.....	40
Figura 27. Tanque colector de condensados de Planta de Fraccionamiento	41

Figura 28. Gráfica del consumo de vapor y nivel de producción (enero-junio 2018).....	42
Figura 29. Pozo profundo.....	43
Figura 30. Recepción de agua mediante tanqueros.....	43
Figura 31. Sistema de filtración del agua.....	44
Figura 32. Sistema de ósmosis	44
Figura 33. Equipo para la purificación del agua.....	45
Figura 34. Sistema integrado de distribución de agua.....	45
Figura 35. Diagrama de distribución de agua para Planta de Fraccionamiento	46
Figura 36. Tanque de agua 1078B/C	47
Figura 37. Sistema de agua de enfriamiento	48
Figura 38. Torre de enfriamiento.....	49
Figura 39. Bandeja de recepción y enfriamiento del agua.....	50
Figura 40. Ventilador de la torre de enfriamiento	50
Figura 41. Unidad de enfriamiento (Chiller) y tanque de agua B/C.....	51
Figura 42. Gráfica del consumo de agua y nivel de producción (enero-junio 2018)	52
Figura 43. Diagrama de Flujo de Fraccionamiento # 2.....	53
Figura 44. Esquema de proceso de producción de Fraccionamiento # 2.....	54
Figura 45. Medición de iluminación Fraccionamiento 2	55
Figura 46. Diagrama de Flujo de Fraccionamiento # 3.....	57
Figura 47. Esquema de proceso de producción de Fraccionamiento # 3.....	58
Figura 48. Medición eléctrica en tablero Fraccionamiento # 3	58
Figura 49. Diagrama de Flujo de Fraccionamiento # 5.....	61
Figura 50. Esquema de proceso de producción de Fraccionamiento # 5.....	62
Figura 51. Medición infrarroja de tablero Fraccionamiento # 5.....	63
Figura 52. Diagrama de Flujo de Fraccionamiento # 6.....	65
Figura 53. Esquema de proceso de producción de Fraccionamiento # 6.....	66
Figura 54. Medición eléctrica en tablero Fraccionamiento 6.....	66
Figura 55. Diagrama de Flujo de Fraccionamiento # 7.....	68
Figura 56. Esquema de proceso de producción de Fraccionamiento # 7.....	69
Figura 57. Medición de temperatura tanque de condensados	70
Figura 58. Consumo de electricidad por línea de producción.....	72
Figura 59. Diagrama de Pareto de uso de electricidad por operaciones del fraccionamiento	73

Figura 60. Diagrama de Pareto por equipo a los principales usos de electricidad	73
Figura 61. Consumo de vapor por línea de producción	75
Figura 62. Diagrama de Pareto de uso de vapor por operaciones del Fraccionamiento	76
Figura 63. Diagrama de Pareto por equipo a los principales usos de vapor	76
Figura 64. Consumo de agua por línea de producción.....	78
Figura 65. Diagrama de Pareto por equipo a los principales usos de agua.....	79
Figura 66. Balance energético Planta de Fraccionamiento (enero-junio 2018)	80
Figura 67. Consumo de electricidad por operación y línea de producción.	81
Figura 68. Consumo de vapor por operación y línea de producción.	81
Figura 69. Reunión del equipo auditor-preparación del informe final de auditoría	82
Figura 70. Línea base energía eléctrica de Planta de Fraccionamiento	84
Figura 71. Línea base vapor de Planta de Fraccionamiento.....	85
Figura 72. Reunión con personal de Fraccionamiento para cierre de auditoría	86
Figura 73. Ubicación Planta de Fraccionamiento.....	92
Figura 74. Esquemas actuales y propuestos de calentamiento de tolvas Fraccionamiento 6 y 7.....	95
Figura 75: Tanques de almacenamiento de grasas TA11-TA17	98

RESUMEN EJECUTIVO

La energía es un recurso fundamental en el desarrollo industrial, su utilización debería ser eficiente, con responsabilidad medioambiental y al menor costo posible.

El proceso de fraccionamiento de aceites y grasas, requiere grandes cantidades de energía eléctrica y térmica para su operación, por lo cual es necesario fomentar su consumo responsable. Este trabajo ha identificado aspectos que permitan mejorar su desempeño energético actual.

La realización de una auditoria energética, permitió un inventario de los equipos que utilizan energía eléctrica y vapor para su operación, por cada una de las cinco líneas de producción.

Se establece la línea base de sus consumos energéticos y sus indicadores de desempeño energético: energía eléctrica 59.66 kWh/tonelada de aceite procesado y 0.12 toneladas de vapor / tonelada de aceite procesado.

Se identifica oportunidades de mejoras en sus operaciones lo que permitirá disminuir la demanda energética del proceso y generar ahorros, tales como: instalar arrancadores automáticos a motores de bombas de alto consumo energético, aprovechar energía térmica de los condensados de vapor en calentamientos de menor intensidad y aislamiento térmicos en tanque de almacenamiento que utilizan vapor.

La propuesta de un Sistema de Gestión de Eficiencia Energética pretende que esta no sea una iniciativa aislada, sino al contrario se integre al proceso de mejora continua que rige en La Fabril S.A. Estos lineamientos se describen en el manual de procesos de Fraccionamiento, el cual se fundamenta en la estructura de la Norma ISO 50001 y los procedimientos implantados en esta compañía.

Palabras Claves: sistema de gestión energético, indicador de desempeño, línea base, auditoría energética, usos de energía, fraccionamiento.

SUMMARY EXECUTIVE

Energy is a fundamental resource in the industrial development, its use should be efficient, with environmental responsibility and to its lowest cost.

The process of fractionation of oils and fats, requires a big quantity of electricity and heat for its performance, that's why it is recommended to use it responsibly, therefore, this discovery has revealed features that will exhibit a better execution of energy.

An energy audit is performed, by making an inventory that utilizes electric energy and steam for its functioning, for each one of the five lines of production. The baseline is set up on energy consumption and its energy production indicator: electric energy 59.66 kWh/tons of processed oil and 0.12 tons of steam/ tons of processed oil.

Improvement on energy operation has been pointed out that will allow a decrease on the demand of energetic processing and generate savings, such as: installing automatic starters for water pumps that consume a great quantity of energy, taking advantage of heat coming from steam condensers for a low intensity heating, and thermal isolation on storage tanks that utilizes steam.

The proposal of a management system of energy efficiency pretends that this won't be an isolated initiative, but that it will get integrated to the improvement process that rules in La Fabril. These guidelines are outlined in the manual of division process, which is originated from the structure standard ISO: 50001 and the procedures implanted by this company.

Key words: energy management system, performance indicator, baseline, energy audit, energy uses, fractionation.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Contextualización

1.1.1. Contexto Macro

El excesivo uso de combustibles fósiles en los procesos antropogénicos tiene innumerables consecuencias en diferentes áreas. Las connotaciones ambientales han llegado a límites preocupantes debido a la generación de CO₂ y sus consecuencias ambientales. Contaminación atmosférica, gases generadores del efecto invernadero, lluvia ácida y enfermedades respiratorias (González et al., 2017), son algunas de las secuelas originadas por el consumo excesivo de los combustibles fósiles.

El consumo mundial de fuentes primarias se distribuye de la siguiente manera: Crudo de petróleo 35 %, Carbón 25 %, gas natural 16 %, biomasa 9 %, saltos de agua 5 %, origen nuclear 5 % y otros 4% (Furió et al, 2005). No obstante, la dependencia mundial de la energía fósil ha ido en decadencia durante las últimas cinco décadas, del 94 % en los 60' al 80 % al 2015 (Banco Mundial, 2018).

“A pesar de esto, las plantas industriales de generación primaria en Latinoamérica, conservan como principal fuente de energía los combustibles fósiles para fundamentar sus procesos productivos, esto hace que la desfosilización se transforme en un proceso lento y costoso” (Arango & Arroyave, 2016).

Más allá del consumo, el problema radica también en la dinámica de precios de los combustibles fósiles en función de su disponibilidad en el mercado. Según Ballenilla (2005) la caída de la producción mundial sostenida año tras año por lo países generadores, ha tenido un impacto sostenible y sistemático en la política internacional de precios de los productos derivados.

La problemática relacionada con el consumo excesivo de combustibles fósiles, ha tenido connotaciones a nivel mundial. Así, los problemas asociados a la obtención, transporte, utilización de energía, la importancia del ahorro energético y las consecuencias ambientales del consumo de energía, son temática de actualidad en los principales espacios académicos, institucionales y políticos de algunos sectores del mundo.

1.1.2. Contexto Meso

“El consumo de energía por parte de la industria a nivel mundial alcanza el 19%. Es decir, 19 de cada 100 megavatios consumidos en el planeta, se producen por demanda del sector industrial en sus diferentes facetas”, (Banco Mundial, 2018). “Entre los sectores industriales con mayor registro de consumo a nivel mundial están el sector metalúrgico con el 24 %, el sector químico (8 %), el sector de la generación de minerales no metálicos (6 %) y la industria alimenticia con el 6 %” (Consejo Mundial de la Energía, 2015).

En Ecuador, la actividad industrial requiere ineludiblemente de procesos, herramientas, tecnología, insumos y productos que exigen un alto consumo energético. Según el balance Energético Nacional del 2013 elaborado por el Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos (MICSE), el sector industrial consume el 13% de la energía total del Ecuador. “Entre los sectores con mayor incidencia en el consumo están el metalúrgico, el de procesamiento alimenticio, el sector químico y el de la pesca” (Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables [INER], 2013).

Las actividades agroindustriales representan un importante campo para el desarrollo económico de la provincia de Manabí, pero constituyen también una potencial fuente de impactos ambientales. “Estos impactos son rubros de importancia como la capacidad de restitución hídrica, modificación de la estructura y composición de los suelos y la alteración de flora en función de la demanda por materia prima”, (Enríquez, 2009).

1.1.3. Contexto Micro

En Manabí existen 215 entidades exportadoras, de las cuales 177 se encuentran activas. Se implementaron 963 emprendimientos de actividad general, en especial 89 emprendimientos agroindustriales (Zambrano, 2018). El consumo del sector agroindustrial en la provincia de Manabí, representa un alto rubro del consumo energético general. La presencia de emparadoras, transformadoras, fábricas y embaladoras, embotelladoras, etc., involucra la existencia de alta demanda energética debido a la complejidad de los procesos.

Dentro del sector agroindustrial manabita, la industria aceitera tiene un rubro de importancia debido a la limitada existencia de empresas similares en el sector. La empresa La Fabril mantiene un historial empresarial que data desde hace medio siglo con la producción de aceites y grasas a partir de materias primas vegetales.

El consumo energético de la Planta de Fraccionamiento de Aceites y Grasas de la FABRIL tuvo un nivel anual de 6'119.692 kWh en 2016 (FABRIL S.A., 2017) y de 7'196.810 kWh en 2017 (FABRIL S.A., 2018) (figura 1). Esta tendencia enmarca un problema ambiental y económico, que debe ser resuelto mediante la aplicación de tecnologías ambientales, que tratarán de desarrollarse a través del presente estudio.

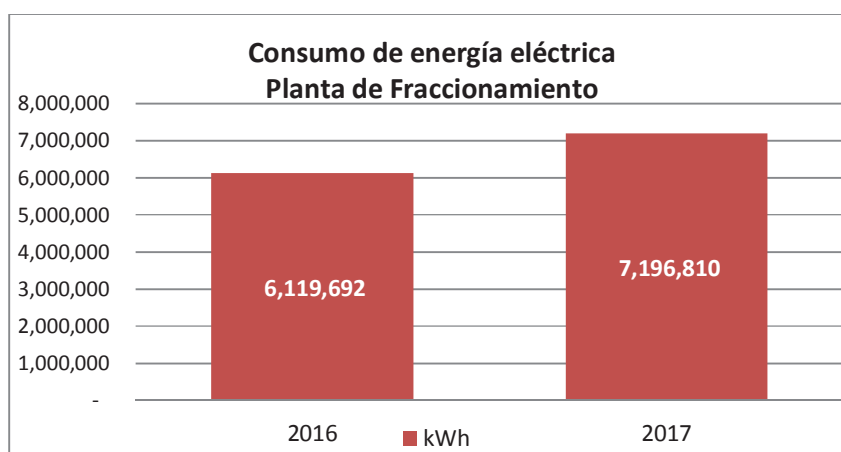


Figura 1. Consumo energía eléctrica de la Planta de Fraccionamiento de la Fabril 2016-2017.
Fuente: La Fabril S.A.

1.2. Análisis Crítico

El crecimiento de la industria ha sido paralelo al incremento de la demografía mundial. Pero, en función de este crecimiento se origina el incremento de las demandas por energía. Las industrias utilizan la energía básicamente para tres aplicaciones: calentamiento o enfriamiento, fuerza motriz y generación de vapor, entonces debido a las importantes cantidades de combustibles fósiles y energía eléctrica que se consumen para estos fines, es importante disminuir éstos con el fin de bajar costos de producción y disminuir la contaminación ambiental (Díaz, Encalada, & Peña, 2015).

El proceso productivo industrial demanda de altos flujos energéticos de manera justificada. No obstante, se registra demanda por fugas, lo que origina ineficiencia e ineficacia.

Las fugas de vapor a causa de fallas en las tuberías, pueden ser una gran fuente de pérdida de vapor en una planta industrial. Estos inconvenientes suelen representar además un "problema de seguridad", especialmente si están en las cercanías de áreas frecuentadas por el personal de la planta. Por el contrario, las fugas de vapor en lugares remotos, como en bastidores de tuberías, suelen pasar desapercibidas, lo que impide un adecuado programa de mantenimiento sin que nadie las arregle nunca (Matteini, 2014).

El personal de las plantas industriales que trabaja en sistemas de vapor tiene que recibir capacitación para comprender cómo se usa el vapor en su empresa. “De esta manera, podrá optimizar sistema de vapor según las especificaciones del funcionamiento de su planta”, (Matteini, 2014).

En el estudio energético de la extractora de aceite de palma, Palmera de Los Andes, se identificó que esta planta tiene una gran cantidad de motores que se utilizan en los distintos procesos de la extracción del aceite que van desde 1,5 hasta 75 HP, que si bien se procura que trabajen de acuerdo a la carga nominal y que estén en su mejor punto de mantenimiento, la sustitución de motores antiguos por otros de alto rendimiento es una alternativa de ahorro y se requiere de un estudio de diagnóstico más detallado que permita identificar los equipos que necesitan recambio” (Rosero, 2018).

La sustitución y/o incremento de la eficiencia de los motores eléctricos, bombas, calderas, sistemas de calefacción; la recuperación de energía desperdiciada en los procesos de producción; el reciclaje y adopción de nuevos materiales; aplicación de nuevos y más avanzados procesos industriales; mejora del mantenimiento de maquinaria y reconversión de tecnologías obsoletas (Rosero, 2018).

1.3. Prognosis

El impacto ambiental generado por alto nivel de consumo de energía en el proceso de fraccionamiento de aceites y grasas en la industria La Fabril, debe ser medido y valorado de manera eficiente. Para este fin es obligatorio emplear un diagnóstico de los componentes del sistema de gestión energético vigente, con la finalidad de ser mejorado de manera integral.

El nivel de contaminación por el uso indiscriminado de energía en La Fabril, puede generar problemas ambientales que alteran el orden de la producción, así como el incremento de los costos en el proceso de fraccionamiento de grasas y aceites.

1.4. Formulación del problema

La gestión de la matriz energética vigente en la planta de fraccionamiento de aceites y grasas de la empresa La Fabril de la ciudad de Montecristi, incide en el nivel de eficiencia del consumo energético de sus procesos agroindustriales.

1.5. Delimitación del problema

Tiempo: 2018

Espacio: Provincia de Manabí – Cantón Montecristi - Empresa LA FABRIL S.A.-
Planta de Fraccionamiento de Aceites y Grasas – Líneas de producción # 2, 3, 5, 6 y 7.

Objetivo de investigación: Implementar un Plan Estratégico de Gestión Energética para el manejo eficiente de una planta de fraccionamiento de aceites y grasas en la ciudad de Montecristi, Manabí.

Área: Eficiencia Energética.

1.6. Justificación

Uno de los principales problemas que enfrenta la industria aceitera, son los altos consumos energéticos que repercuten en los costos de producción y en el impacto ambiental de los proyectos. El incremento continuo de la producción, requiere del desarrollo de módulos operativos de mayor potencia, lo que representa un incremento ineludible de los costos. Considerando que los costos por consumo de energía eléctrica en la industria aceitera pueden llegar a representar hasta el 20 % de los costos totales del proceso (Sánchez & Maceiras, 2015), la solución de la problemática debe generar resultados inmediatos.

En consecuencia, es necesaria una intervención viable y sostenible. Resulta indispensable el diseño de un Sistema de Gestión Energética que reduzca el consumo de energía en una planta de fraccionamiento de aceites y grasas, con la finalidad de reducir los costos financieros y ambientales. La generación de las estrategias para la configuración del sistema, debe contemplar los protocolos jurídicos, técnicos, industriales, económicos y ambientales registrados por la Norma ISO 50001 (International Organization for Standardization, 2011), sobre la que se fundamentará el presente estudio.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Implementar un Plan Estratégico de Gestión Energética para el manejo eficiente de una planta de fraccionamiento de aceites y grasas de la empresa La Fabril S.A. en la ciudad de Montecristi, Manabí.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar una auditoría energética a través del uso de las Normas ISO 50001, para determinar la línea base de una planta de fraccionamiento de aceites y grasas de la empresa la Fabril S.A.
- Identificar los factores críticos de consumo energético para delinear estrategias de gestión energética en el proceso de fraccionamiento de aceites y grasas.
- Diseñar un Sistema de Gestión Energética para la planta de fraccionamiento de aceites y grasas de la Fabril, fundamentado en la Norma ISO 50001.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Los países latinoamericanos consumen en conjunto una intensidad energética inferior al promedio mundial (figura 2). No obstante, durante las últimas décadas han existido mejoras considerables en función del acogimiento de cambios en la matriz de generación de energía a través de las agendas gubernamentales regionales. “Estas modificaciones implican cambios en la forma de obtener la energía. Muchos países pasaron del sistema de generación basado en procesos térmicos a nuevos sistemas hidroeléctricos” (WEC, 2013).

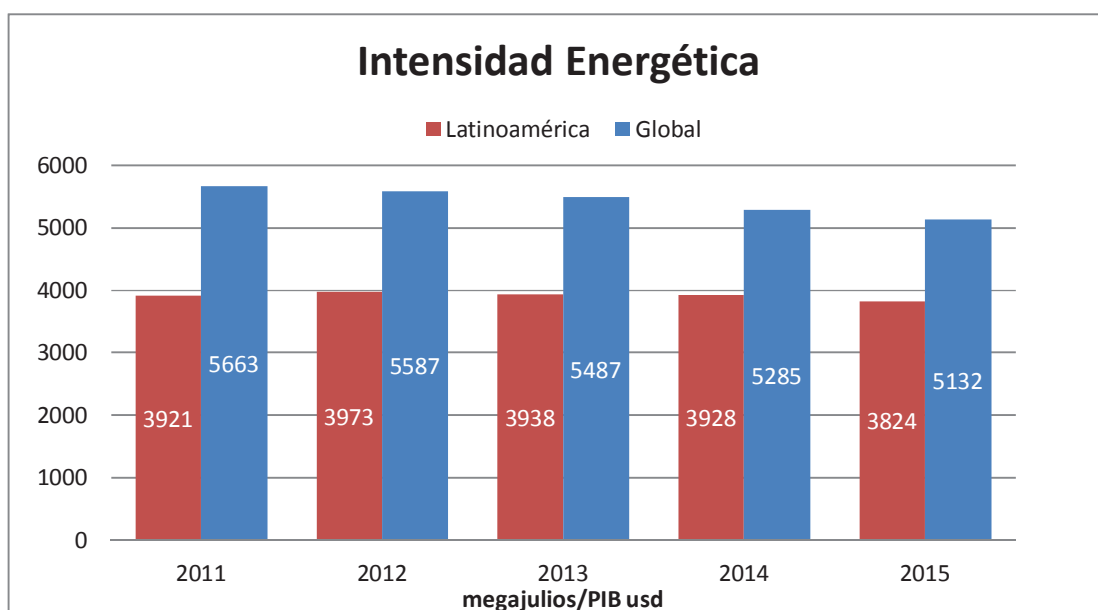


Figura 2. Intensidad Energética
Fuente: Banco Mundial

Estos programas de cambios en la matriz energética no han sido adecuadamente acompañados por programas de eficiencia. Algunos de los casos más avanzados han logrado tener programas aislados de eficiencia energética, sobre todo en el sector industrial. No obstante, estos pequeños cambios resultan insuficientes e ineficientes. (Carrillo, Andrade, Barragán, & Astudillo, 2014).

En el Ecuador, la intensidad energética en el sector industrial, ha mantenido una evolución creciente, que se debe entre otros aspectos, al uso de tecnologías energéticas poco eficientes; por ello desde el año 2012, el gobierno ecuatoriano busca mejorar esta situación con iniciativas como la construcción de proyectos hidroeléctricos, y con la creación del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) que fomenta la investigación científica en este ámbito en el país (SENPLADES, 2009).

En Ecuador, la eficiencia energética es una prioridad en las políticas estatales. UNIDO (United Nations Industrial Development Organization) en conjunto con el MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable) apoyaron la adopción de medidas de eficiencia energética en el sector industrial, mediante el desarrollo e implementación de un estándar nacional de energía a través del proyecto: “Eficiencia Energética en la Industria” que consideraba mejorar la estrategia energética de la industria ecuatoriana con el desarrollo de estándares nacionales de gestión de energía y la aplicación de metodologías de optimización de sistemas eléctricos motrices y de vapor (Rosero, 2018).

El estudio de la estrategia energética tiene a su haber una larga lista de trabajos académicos en eficiencia energética que desde su enfoque aportan a este proyecto. El estudio implementado por Rosero (2018) estructuró la planeación energética en la implementación de un sistema Normalizado de Gestión de Energía en la Planta Industrial Palmeras de los Andes. Para este fin se efectuó una revisión energética para evaluar el desempeño energético de la planta, recopilando información relacionada con el consumo de electricidad, diesel y biomasa en el proceso productivo.

Se determinó además el nivel de producción mensual de aceite con lo que se logró identificar un ahorro de electricidad cercano al 10% respecto a la situación actual que se la puede gestionar sin ningún tipo de inversión económica. Adicionalmente, se estructuró un levantamiento de línea base energética, junto con la determinación de indicadores de desempeño determinando un inventario de motores eléctricos utilizados en la producción. Se determinó que los mayores flujos de demanda de electricidad se produjeron en el proceso de palmistería, la extracción, las calderas y la clarificación son los mayores consumidores. (Rosero, 2018).

Finalmente, se viabilizó la recuperación de condensados de palmistería, el recambio de aislamiento térmico en esterilizadores y el incremento de la autogeneración de energía eléctrica turbo vapor. “Con estas medidas se logró reemplazar aproximadamente el 83% de la electricidad consumida del servicio público, reutilizando como combustible la biomasa residual excedente del proceso”, (Rosero, 2018).

Como se detalla, la clave para el desarrollo del concepto de eficiencia energética se fundamenta en el análisis de la optimización de los factores incidentes en la demanda energética. En este sentido Carrillo, Andrade, Barragán y Astudillo (2014) determinaron respuestas alentadoras en el nivel de consumo siete empresas expuestas a programas homologados de eficiencia energética. El estudio que incluyó un diagnóstico, la intervención técnica y la evaluación integral de los estados energéticos, obtuvo un análisis comparativo del consumo de energía versus producción, análisis de calidad de energía, relación cumplimiento/consumo específico de energía, e impacto sobre emisiones CO₂ entre las empresas beneficiarias.

Entre los principales resultados determinaron un efecto parcial sobre la reducción del consumo específico de energía en cuatro de las siete compañías. “También se estableció una corrección positiva entre el factor de potencia, el incremento de la eficiencia en el balance de corriente y una reducción significativa en las emisiones al ambiente” (Carrillo, Andrade, Barragán, & Astudillo, 2014).

Otros estudios determinaron metodologías para la reducción de la demanda energética basada en medida, verificación y eficiencia energética. Así, Celorrio (2015) instrumentó la optimización general del sistema energético, reduciendo el impacto económico y medioambiental, mediante el trabajo conjunto sobre la generación, la demanda energética y el adecuado control desde la información del proceso. El autor estableció correlación entre la acción conjunta de los tres conceptos indicados, lo que permite maximizar los resultados conseguidos. Acciones individuales únicamente permitirán solucionar parcialmente el problema no alcanzándose los mejores resultados.

Por su parte Albuja y Soria (2017) establecieron un sistema eficiente de gestión energética al servicio del Hospital Baca Ortiz. A través del estudio se estructuró la eficiencia operativa del sistema implementando la Normativa INEN NTE ISO 50001. Se definieron los requisitos y documentación necesarias para la aplicación del Sistema de Gestión Energético, se estableció responsabilidades, niveles de gestión, políticas energéticas y planes de acción para alcanzar las metas propuestas.

2.2. Fundamento Teórico

2.2.1. Fraccionamiento de Aceites y Grasas

Según KELLENS (1995), el fraccionamiento es un proceso de separación donde una parte de la materia grasa, generalmente un aceite o una grasa, se cristaliza de un modo selectivo, luego del cual la fase líquida que permanece se separa de la sólida mediante filtración o centrifugación. Este proceso se puede dividir en dos etapas consecutivas, en la primera el aceite es parcialmente cristalizado mediante un enfriamiento controlado hasta la temperatura final adecuada. En la segunda etapa la parte líquida remanente es separada de la parte sólida.

Cristalización

La primera etapa del fraccionamiento de aceites y grasa es la cristalización, esta consta de las siguientes operaciones:

- Se calienta al aceite a una temperatura por encima del punto de fusión para borrar la “memoria” de cristales del mismo.
- Se enfría controladamente el aceite para la formación de núcleos de cristales.
- Una vez que se forman los núcleos se da crecimiento al cristal.
- La velocidad del crecimiento es proporcional al súper enfriamiento e inversamente proporcional a la viscosidad, mientras más viscoso el aceite más lento el crecimiento de los cristales del mismo. La viscosidad también disminuye la transferencia de temperatura de cristalización desde la superficie del cristal hasta la superficie de enfriamiento.

- Para mantener una cristalización continua y uniforme se requiere que permanezca homogénea por lo que se necesita agitación intensa más no destructiva (Voglar, 2015).

Filtración

En el fraccionamiento de aceite refinado de palma, se alimenta el filtro con aceite de palma y se obtienen sus dos fracciones: oleína y estearina de palma. Para fraccionar se emplea el filtrado tipo prensa, fundamentalmente del tipo membrana. Este último tipo de filtro permite obtener mayores rendimientos en el proceso, en comparación con los filtros prensa convencionales (Voglar, 2015).

2.2.2. Gestión Energética

Consumo de energía

El consumo de energía enmarca muchos de los procesos fundamentales en la historia de la humanidad. Su significancia radica en aspectos preponderantes para el desarrollo de las civilizaciones como los aspectos económicos y ambientales. “Las dos grandes revoluciones económicas de la humanidad: la revolución agrícola del neolítico y la revolución industrial del siglo XVIII, se generaron a partir de la implementación de dispositivos (adaptados a la época) dedicados a la eficiencia energética lo que viabilizó grandes lapsos de la historia productiva de la humanidad” (Folchi & Rubio, 2007)

El consumo de energía en el sector industrial se materializa a través de las demandas impuestas por los procesos intrínsecos a la elaboración de los diversos productos. “Esta demanda varía de acuerdo al tipo de producto y la naturaleza de su elaboración. Así, por ejemplo, la elaboración de un litro de yogurt tendrá menor demanda de energía que la extracción de un litro de aceite vegetal”, (Manrique, 2017).

El consumo industrial de la energía suele ser racionado o limitado por el administrador del servicio (cuando se trata de un servicio subsidiado). “La disposición del suministro energético se atribuye a la existencia de la necesidad industrial. La demanda impone el

precio y las condiciones de la comercialización, así que el consumo de energía por parte de la industria representa un gasto plenamente justificado desde el valor nominal de los bienes y/o servicios a producir”, (Albán, 2017).

Sistema de Gestión Energético

Un sistema de gestión energético se estructura por una serie de reglas y procedimientos que tienen como finalidad tener un monitoreo y control eficiente del consumo de energía en cada una de las áreas de elaboración de productos y/o servicios. “La gestión de estas reglas suele fundamentarse en la implementación de normas internacionales y estándares de calidad que regulan procesos y protocolos a ejecutar dentro de las actividades productivas”, (Serrano, Martínez, Guarddon, & Santolaya, 2015).

Los sistemas de gestión energéticos adicionalmente exploran alternativas energéticas a las que convencionalmente se utilizan. Esta área de gestión se denomina fuentes de energías renovables y se desarrollan en virtud de la conservación y protección ambiental. Se ejecuta bajo el contexto de diseño, ejecución y evaluación de las instalaciones empleadas para este fin (Moro, 2016).

Un sistema de gestión energética eficiente debe tener objetivos claros, medibles y cumplibles en el corto, mediano y largo plazo. “Estos objetivos deben responder a los intereses corporativos, viabilizando un óptimo estándar de producción, mientras se implementan actividades de ahorro y optimización procesal y laboral” (Valencia, Moreno, & Rodríguez, 2015).

La gestión eficiente de un sistema energético debe estar administrada por una persona o equipo que preserve la utilidad y viabilidad de las instalaciones. Así mismo, se prevé que esta administración efectúe el monitoreo y control continuo y permanente del sistema, garantizando el óptimo funcionamiento de cada uno de sus componentes (Monteagudo & Gaitán, 2014).

Entre los principales beneficios a partir de la implementación del sistema de gestión energético están la reducción de consumo de kWh, de tipo eléctrico y/o térmico. “Incremento de la rentabilidad en la relación \$/kWh. Ahorros a largo plazo en temas de

instalaciones industriales y/o eléctricas. Reducción de impacto contaminante por eficiencia de la matriz energética”, (Hidalgo & Perez, 2017).

Un sistema de gestión energético se fundamenta sobre las reglas y normas que se implanten con la finalidad de optimizar los procesos, a fin de ahorrar el consumo de energía en los procesos agroindustriales. Esta gestión se efectúa a través de la normativa ISO (Maccarone, Gil, Nahuel, & Pascual, 2016).

La gestión estratégica de un sistema de energía eficiente es facultativa, conlleva a las organizaciones a desarrollar una cultura de optimización de los recursos energéticos. A su vez, se incrementan aspectos relacionados con la eficiencia de los procesos y procedimientos en la producción de los bienes y/o servicios. El sistema funciona de acuerdo a la adaptabilidad corporativa a las normas ejecutándose en base al siguiente esquema:

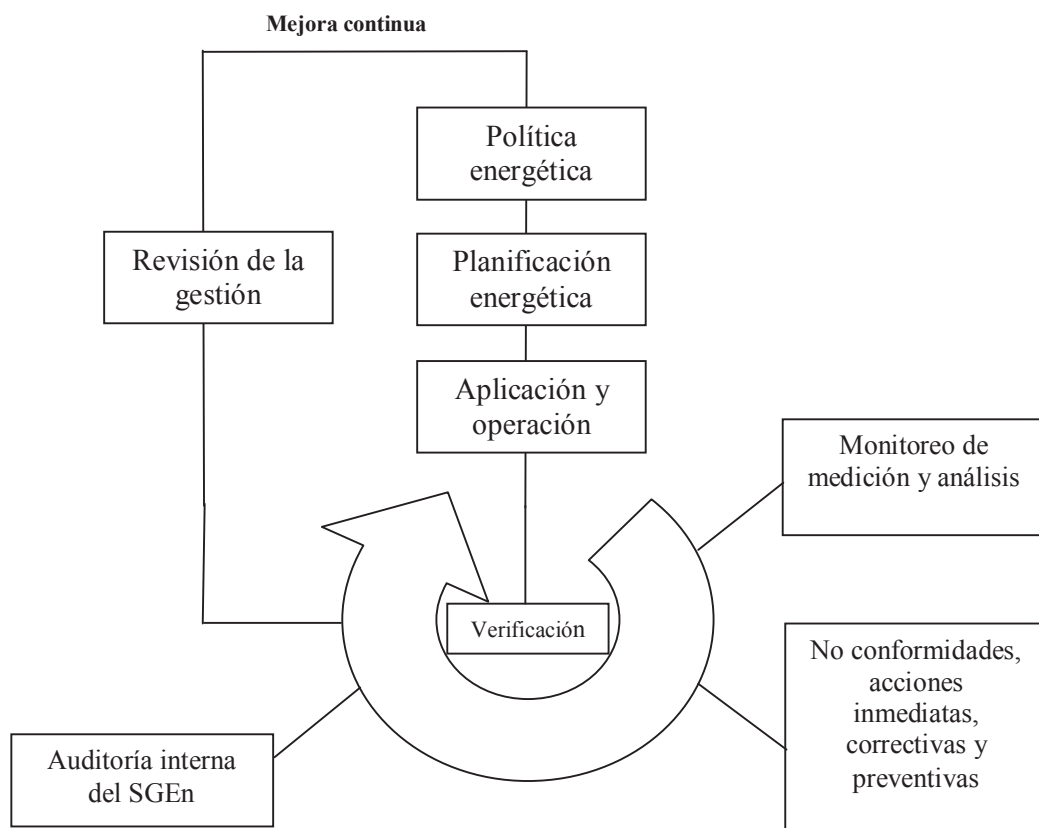


Figura 3. Ciclo de mejora continua Planificar-Hacer-Verificar-Actuar.
Fuente: Norma ISO 50001:2011, adaptado de Díaz (2017)

2.2.3. Norma Internacional Serie ISO 50000

Constituyen un listado de normas ISO 50000, que regulan y articulan aspectos energéticos en diferentes sectores productivos a nivel mundial. Esta normativa detalla requisitos para implementación de planes y sistemas hasta protocolos para la ejecución de auditorías energéticas.

Dentro de la serie ISO 50000 se registran:

- ISO 50001:2011 “Sistema de Gestión de la Energía – Requerimientos con Orientación para su uso.
- ISO 50002:2014 “Auditorías Energéticas – Requerimientos y Guía, que complementa los lineamientos de la Gestión Energía”.
- ISO 50003:2014 “Sistemas de gestión energética – Requisitos para los organismos que realizan las auditorías y certificación de sistemas de gestión de la energía “
- ISO 50004:2014 “Sistemas de gestión de energía – Orientación para la implementación, mantenimiento y mejora de un Sistema de gestión energética”, basado en la norma ISO 50001.
- ISO 50006:2014 “Sistemas de Gestión de Energía – Medición del desempeño energético usando líneas base (LB) e Indicadores de desempeño energético (IDE). Principios generales y directrices”.

2.3. Fundamento Legal, Normativas Regulatoras para el Fomento de Eficiencia Energética

El Marco Jurídico vigente en Ecuador en función del fomento de la Eficiencia Energética, el uso de energías renovables y de tecnologías ambientalmente limpias, parte desde la misma Constitución de la República, la cual nos menciona:

Según el Art. 15, el estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua (Asamblea Nacional, 2008)

El fomento por la tendencia productiva con energías limpias se contextualiza también a través del Art. 413: el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los sistemas ni el derecho al agua (Asamblea Nacional, 2008).

Adicionalmente, el artículo 414 obliga al Estado a adoptar medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

En este contexto, la nueva Ley Orgánica del Servicio Público de Energía aprobada el año 2015 también impulsa la investigación científica y tecnológica en materia de electricidad, energía renovable y eficiencia energética. Este instrumento jurídico viabiliza la gestión de nuevas alternativas para la producción y uso de energías alternativas, con la finalidad de reducir y/o mitigar los costos financieros y ambientales.

El Plan Nacional de Eficiencia Energética del Ecuador 2016-2035, tiene como objetivo incrementar el uso eficiente de los recursos energéticos mediante la ejecución de programas y proyectos de eficiencia energética en los sectores relacionados con la oferta y la demanda de energía, a fin de reducir la importación de derivados del petróleo, contribuir a la mitigación del cambio climático y crear una cultura de eficiencia energética respaldada por una sólida base jurídica e institucional.

2.4. Hipótesis

La implementación de un Plan Estratégico de Gestión Energética en la planta de fraccionamiento de aceites y grasas de la empresa La Fabril de la ciudad de Montecristi incidirá en el nivel de eficiencia energética de sus operaciones.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

El presente estudio se efectuó bajo la tipología no experimental. La investigación de tipo no experimental o *expost-facto* no requirió de manipulaciones a las variables del estudio. Se desarrolló una investigación de tipo descriptiva por el nivel de caracterización sobre los componentes de la problemática detectada. Se implementó una investigación de campo en función de la recopilación de información en el lugar de los hechos.

3.1.1. Línea base y ubicación del estudio

La estructuración de la línea base ambiental se levantó a partir de un diagnóstico de campo desarrollado en las instalaciones de la empresa LA FABRIL, ubicada en la ciudad de Montecristi.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La presente investigación se fundamentó en el contexto de una auditoría energética. Para este fin se emplearon las Normas ISO 50001, a través de las cuales se evaluó el sistema energético vigente en la industria La Fabril, de la ciudad de Montecristi. La modalidad del estudio no requirió el estudio de alguna población de manera específica, por lo que tampoco fue necesario calcular el tamaño de la muestra.

3.3. Técnica de investigación

La principal técnica utilizada para esta investigación consiste en una auditoría energética del proceso de fraccionamiento de aceites y grasas de la empresa La Fabril.

3.3.1. Auditoría energética

La entrevista al personal responsable de las operaciones de la planta de aceites y grasas de la Fabril, fue el punto de partida del proceso de auditoría. Mediante esta técnica se recolectó información sobre la aplicación de los procedimientos operacionales que se aplican en las diferentes líneas de producción de esta planta industrial.

Se implementó la auditoría energética utilizando como orientación metodológica a los protocolos establecidos por la norma ISO 50001:2011 (apartado Auditoría interna del Sistema de Gestión de la Energía) y la ISO 50002 (International Organization for Standardization, 2014). Para este fin se desarrollaron las siguientes etapas:

- Inventario de equipos consumidores de energía y toma de datos;
- Análisis de los flujos de energía;
- Campaña de medidas y monitorización;
- Revisión del sistema de gestión energética;
- Identificación y descripción de las posibles medidas de ahorro de energía;
- Análisis del ahorro energético y de las inversiones necesarias;
- Informe final de la Auditoría Energética;

El segundo objetivo específico se cumplió a través del informe final de la auditoría, el mismo que fue procesado por un análisis estadístico. Los principales indicadores de desempeño energético son: toneladas de producción, consumo de energía eléctrica, consumo de energía por unidad producida, consumo de vapor, consumo de vapor por unidad producida, adicionalmente se incluyen indicadores de eficiencia para el consumo de agua y consumo de agua por unidad producida, ya que la Fabril mantiene un programa para mejorar su desempeño ambiental denominado E.V.A. (electricidad, vapor, agua), el cual tiene por objetivo, optimizar el uso de los mencionados recursos.

Para el cumplimiento del tercer objetivo específico se diseñó un Sistema de Gestión Energética de una planta de fraccionamiento de aceites y grasas que fundamente su estructura funcional en la Normativa ISO 50001:2011. La estructura de la propuesta se

adaptó a partir de la guía publicada por de Laire (2013) y que se contextualiza de acuerdo a la siguiente estructura:

- Objetivos
- Metas
- Planes de acción
- Control operacional
- Seguimiento, medición y análisis
- Plan de Comunicaciones
- Cronograma de actividades
- Diseño de proyectos y procesos de adquisición de servicios de energía.

3.4. Operación de las variables

3.4.1. Variable independiente

Gestión energética vigente

3.4.2. Variable dependiente

Eficiencia energética

3.5. Recolección y tabulación de la información

La recolección de la información se efectuó empleando el Método Analítico, la cual se utilizó para la evaluación de datos de consumo energético dentro del proceso de fraccionamiento de aceites y grasas. Adicionalmente, se empleó el Método Histórico en la recolección de datos en torno a la medición de consumo energético por concepto del proceso de fraccionamiento de grasas y aceites.

Adicionalmente, se empleó el método empírico, a través del cual se viabiliza la obtención de información sobre el nivel del consumo de energía. Se empleó la

observación, para evidenciar los hechos mecánicos y químicos ocurridos durante la auditoría energética

3.5.1. Procesamiento y análisis

Se aplicaron métodos y técnicas de estadística descriptiva y diferencial en el procesamiento, análisis e interpretación de la información recopilada en el estudio de campo.

3.5.2. Viabilidad y aplicabilidad de los resultados de la investigación

La planta de fraccionamiento de aceites y grasas existente en la FABRIL S.A., ha mantenido un buen funcionamiento a lo largo de sus años de operación, sin embargo, no se aplica un sistema de gestión energético como tal. El modelo de trabajo actual se basa en desarrollar estrategias energéticas que asegure la capacidad de producción de la planta, lo que acarrea altos costos energéticos, económicos y ambientales.

Los resultados obtenidos a partir del presente estudio tendrán viabilidad jurídica y técnica en función del uso de la Norma ISO 50001:2011 para su configuración. La implementación de la normativa confiere la viabilidad necesaria a la propuesta por tratarse de un estándar internacional de gestión energética (Normativa ISO 50001:2011). La viabilidad logística y económica se determinará mediante aprobación de las áreas administrativas respectivas para la aprobación de la propuesta.

En consecuencia, la aplicabilidad de los resultados será inmediata y viable desde la perspectiva técnica, operativa, logística, ambiental, tecnológica y económica. La generación de la propuesta de Sistema de Gestión Energética facilitará el establecimiento de regulaciones productivas fundamentadas en la eficiencia del consumo energético como una cultura organizacional en la empresa La FABRIL S.A.

CAPÍTULO IV

4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. Descripción de los resultados

Los resultados de este trabajo se sustentan en la auditoría energética desarrollada en las cinco líneas de producción de la planta de fraccionamiento de aceites y grasas de La Fabril, denominadas:

- Fraccionamiento # 2
- Fraccionamiento # 3
- Fraccionamiento # 5
- Fraccionamiento # 6
- Fraccionamiento # 7

Las líneas de producción #1 y 4, no son parte de este estudio debido a que la línea Fraccionamiento # 1, fue desmontada hace varios años y el Fraccionamiento # 4, es una línea de producción instalada en la planta sucursal ubicada en la ciudad de Guayaquil.

Durante el desarrollo de la auditoría energética en las líneas de producción de la planta de fraccionamiento, se evaluaron: el nivel de operación de los equipos energéticos, la aplicación de procedimientos implementados, consumos de energéticos y posibles oportunidades de mejoras.

4.1.1. Auditoría Energética.

Una auditoría energética se constituye de una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía en un edificio, proceso o sistema. Se efectúa con la finalidad de comprender la energía dinámica del sistema bajo estudio. “Normalmente una auditoría energética se lleva a cabo para buscar oportunidades para reducir la cantidad de energía de entrada en el sistema sin afectar negativamente la salida. Cuando el objeto de estudio es un edificio

ocupado se busca reducir el consumo de energía, manteniendo y mejorando al mismo tiempo el confort higrotérmico, la salubridad y la seguridad”, (Peña & Sánchez, 2012).

La Fabril S.A. cuenta con la certificación de su Sistema de Gestión de Calidad bajo la Norma ISO 9001 desde el año 2004 y su Sistema de Gestión Ambiental fue certificado con la Norma ISO 14001 desde el 2006, lo que confirma el compromiso de esta organización con el ciclo de mejora continua y la gestión ambiental de su personal para prevenir contaminación y cumplir con los requisitos legales aplicables.

Además del Sistema de Gestión de la Calidad y Ambiental, esta compañía cuenta con varias certificaciones en sus diversos campos de acción como son BPM, HACCP, BASC, ISO22000, IFSS, entre otras, las cuales requieren realizar auditorías internas y externas periódicamente para evidenciar la vigencia de estos sistemas en la organización. Para cumplir con este requerimiento La Fabril S.A. cuenta con un procedimiento para realizar auditorías internas, código PRD.SGC.06, el cual establece los mecanismos para realizar auditorías internas con el objeto de evaluar los diferentes sistemas de gestión implantados en esta compañía.

La auditoría energética a la Planta de Fraccionamiento se desarrollará bajo los lineamientos de este procedimiento de La Fabril.

Según la Norma ISO 19011, una auditoría interna es un examen, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluar de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumple los criterios de auditoría.

De acuerdo a lo mencionado, el Procedimiento para realizar Auditorías Internas PRD.SGC.O6 de La Fabril S.A. establece en su numeral 5, Descripción de las operaciones, que para realizar una auditoría interna se debe realizar lo siguiente:

- a) Planificación de la auditoría.
- b) Preparación y ejecución de la auditoría.
- c) Seguimiento y evaluación.

4.1.2. Planificación de la auditoría energética.

Este procedimiento para realizar auditorías internas indica que entre los principales criterios para elaborar un programa de auditorías están:

- Las prioridades de la Dirección.
- Requisitos del sistema de gestión.
- Requisitos legales, reglamentarios y contractuales.
- Requisitos del cliente o de otras partes interesadas.
- Riesgos para la organización.
- Implicaciones y responsabilidades.

Para la realización de esta auditoría energética se cumple con los criterios de una prioridad para la dirección, requisito del sistema de gestión, requisitos legales y de responsabilidades. El procedimiento también establece la estructura del Plan de auditoría, el cual consiste en:

- Objetivo de la auditoría.
- Criterios de auditoría.
- Alcance de la auditoría.
- Procesos, plantas o líneas de producción.
- La identificación del grupo auditor.
- La identificación del responsable del proceso auditado.
- Las fechas, horas y duración estimadas de las actividades de la auditoría.

Estos requisitos del procedimiento para realizar auditorías internas se cumplen mediante la entrega del Plan de Auditoría.

4.1.3. Plan de auditoría energética de Fraccionamiento.

Tabla 1.
Plan de auditoría energética

Plan de Auditoria Energética la Planta de Fraccionamiento de Aceites y Grasas de la Fabril ubicada en Montecristi				
Dirección:	Km 51/2 vía Manta- Montecristi		Fecha	11-14 junio 2018
Objetivo de la auditoría:	Determinar la línea base energética de la Planta de Fraccionamiento de La Fabril S.A. ubicada en la ciudad de Montecristi			
Criterios de auditoría:	Documentación desarrollada por la Planta de Fraccionamiento de Aceites y Grasas de La Fabril S.A. Requisitos legales, reglamentarios y contractuales aplicables. Referencia normativa ISO 50001/50002			
Alcance:	Este diagnóstico energético abarca el análisis de consumos de electricidad, vapor y agua que requiere para su operación la Planta de Fraccionamiento en todas sus líneas de producción (2, 3, 5, 6 y 7).			
Equipo auditor:	Auditor líder	Luis Mero Plaza		
	Auditor	Omar Delgado		
	Auditor	Breddy Loor		
	Especialista técnico	Gabriel López		
	Especialista técnico	Antonio Bayas		
Cronograma de visitas a los procesos auditados				
Líneas de Producción	2018-06-11 8H00-12H00	2018-06-12 8H00-12H00	2018-06-13 8H00-12H00	2018-06-14 8H00-10H00
Fraccionamiento # 2	X			
Fraccionamiento # 3	X			
Fraccionamiento # 5		X		
Fraccionamiento # 6			X	
Fraccionamiento # 7				X

Elaborado por: Ing. Luis Mero
Fuente: Auditoría energética

4.1.4. Reunión Inicial.

De acuerdo al procedimiento de auditorías internas, el auditor líder notifica a los representantes de cada área la fecha de realización de la auditoría con una semana de antelación. La fecha concreta se puede acordar con el responsable del área a auditar para no interferir en el desarrollo normal del trabajo.

En la fecha designada el auditor líder inicia la auditoría por medio de la reunión inicial en la que cubre la siguiente agenda:

- Presentación del equipo auditor
- Razón alcance y criterio de la auditoría
- Explicación del muestreo a realizarse
- Clasificación de No Conformidades
- Confirmación de la disponibilidad para recibir la auditoría
- Preguntas.



Figura 4. Reunión inicial de auditoría energética en Fraccionamiento La Fabril S.A.
Fuente: Auditoría energética

Durante la Reunión Inicial o apertura de la auditoría, se presenta el equipo auditor con el responsable de los sistemas de gestión de la Planta de Fraccionamiento y a su vez se conoce a los auditados por cada línea de producción de la planta:

Equipo Auditor:

**Tabla 2.
Equipo auditor**

Función	Nombre
Auditor líder	Luis Mero Plaza
Auditor	Omar Delgado
Auditor	Breddy Loor
Especialista técnico	Gabriel López
Especialista técnico	Antonio Bayas

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

Personal de la Planta de Fraccionamiento auditado:

**Tabla 3.
Personal de la planta de fraccionamiento auditado**

Función	Nombre	Cargo
Sistema de Gestión	Teddy Arauz	Coordinador
Fraccionamiento # 2	Leonardo Alcívar	Operador Planta Fraccionamiento # 2
Fraccionamiento # 3	José González	Operador Planta Fraccionamiento # 3
Fraccionamiento # 5	Richard Bravo	Operador Planta Fraccionamiento # 5
Fraccionamiento # 6	Luis Montehermoso	Operador Planta Fraccionamiento # 6
Fraccionamiento # 7	Damián Pinto	Operador Planta Fraccionamiento # 7

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

4.1.5. Plan de medición.

Actualmente la planta de fraccionamiento de aceites y grasas de La Fabril cuenta con medidores de energía eléctrica en los distintos tableros de distribución principales (TDP) y secundarios (TDS). Así mismo posee flujómetros de vapor y medidores de agua, lo que permitió registrar con precisión los consumos de estos servicios en todas las líneas de producción.

Tabla 4.
Equipos de medición fija de la planta de fraccionamiento

Servicio	Equipo	Línea de Producción
Electricidad	PM meter	Fraccionamiento # 2
Electricidad	PM meter	Fraccionamiento # 3
Electricidad	PM meter	Fraccionamiento # 5
Electricidad	PM meter	Fraccionamiento # 6
Electricidad	PM meter	Fraccionamiento # 7
Vapor	Flujometro	Fraccionamiento # 2
Vapor	Flujometro	Fraccionamiento # 3
Vapor	Flujometro	Fraccionamiento # 5
Vapor	Flujometro	Fraccionamiento # 6
Vapor	Flujometro	Fraccionamiento # 7
Agua	Medidor	Fraccionamiento # 2
Agua	Medidor	Fraccionamiento # 3
Agua	Medidor	Fraccionamiento # 5
Agua	Medidor	Fraccionamiento # 6
Agua	Medidor	Fraccionamiento # 7

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética



Figura 5. Punto de medición energía eléctrica de Fraccionamiento 5
Fuente: Auditoría energética



Figura 6. Flujometro de vapor Fraccionamiento 7
Fuente: Auditoría energética



Figura 7. Medidor de agua en torres de Planta de Fraccionamiento
Fuente: Auditoría energética

Esta infraestructura de medidores facilitó la recolección de datos de consumos energéticos kilovatios-hora, toneladas de vapor y metros cúbicos, necesarios para evaluar los procesos. Se revisaron las fuentes de alimentación de la energía eléctrica, vapor y agua; se registraron los datos de consumo mensuales de kilovatios-hora, toneladas de vapor y metros cúbicos entre los meses de enero y junio del 2018, volumen de producción en el mismo periodo de estudio (Ton/mes), y se establecen los indicadores de desempeño energético por consumos de electricidad, vapor y agua.

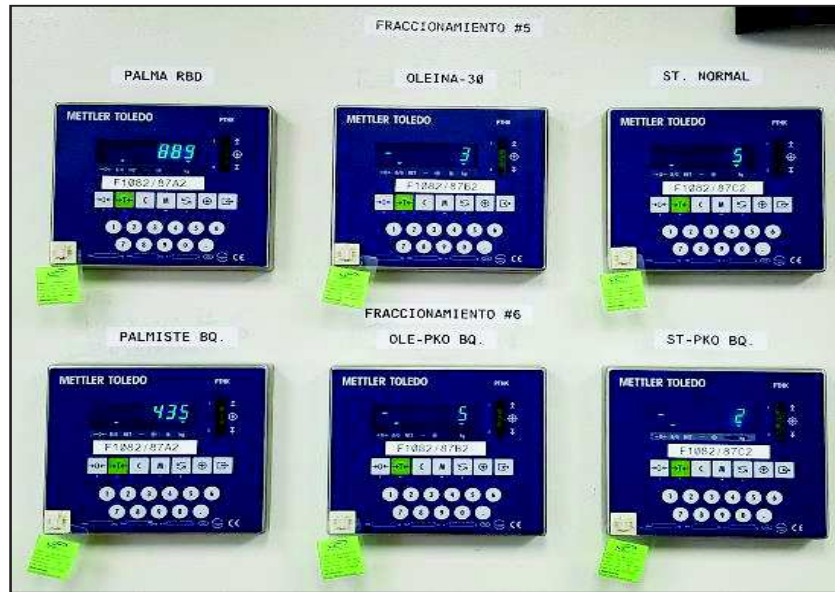


Figura 8. Pesaje de productos de Fraccionamientos 5 y 6.
Fuente: Auditoría energética

Instrumentación y equipos de medición

Para complementar las mediciones de consumo que se realizan permanentemente en las líneas de producción con los equipos de medición fijos instalados, también se monitorearon los equipos de planta con los siguientes instrumentos portátiles.

Pinza amperimétrica modelo Fluke 376 FC

La pinza amperimétrica es una herramienta de medición eléctrica que combina un multímetro digital con un sensor de corriente. Mide la corriente y voltaje, corriente de arranque, resistencia y capacitancia, también mide frecuencia y milivoltios dc. La sonda de corriente flexible ofrece mayor flexibilidad de visualización, permite realizar medidas en conductores de tamaño difícil y acceder de forma más fácil a los cables. Este instrumento trabaja hasta máximo voltaje 1000 V entre cualquier terminal y tierra trabaja, maneja un error del +2%.



Figura 9. Pinza amperimétrica Fluke 376FC
Fuente: Auditoría energética

Cámara termográfica Flir modelo E30

Una cámara termográfica o cámara térmica es una cámara que muestra en pantalla una imagen de la radiación calorífica que emite un cuerpo (figura 10). La detección de estas radiaciones infrarrojas, imposibles de realizar a simple vista, supone una ventaja importantísima en muchas situaciones y puede ayudar a la prevención de multitud de situaciones indeseadas. La no uniformidad de temperaturas suele indicar alguna falla o punto crítico como: calentamiento de componentes eléctricos defectuosos, fricciones en motores o máquinas eléctricas, desequilibrio de cargas, conexiones mal realizadas o sobrecarga en circuitos eléctricos.



Figura 10. Cámara infrarroja
Fuente: Auditoría energética

Luxómetro: medidor de luminancia Sunche HS1010

Un luxómetro es un dispositivo que permite medir la luz o luminosidad que hay en un ambiente con luz. Se utilizó un luxómetro con la finalidad de medir los niveles de iluminación en las instalaciones que albergan los equipos y maquinarias caracterizados dentro de la auditoría energética (figura 11).



Figura 11. Luxómetro
Fuente: Auditoría energética

Multímetro de procesos Fluke 789

Un multímetro digital es un instrumento de medición de tensión (voltios), corriente (amperios) y resistencia (ohmios). Es una herramienta de diagnóstico estándar. Este equipo se implementó con la finalidad de medir el consumo energético y la potencia de los instrumentos y equipos que consumen energía en el proceso de fraccionamiento de grasas y aceites (figura 12).



Figura 12. Multímetro de proceso
Fuente: Auditoría energética

Termómetro IR Fluke 62max

Los termómetros laser permiten medir la temperatura en aplicaciones en las que los sensores de temperatura convencionales no pueden ser empleados. Las mediciones de la temperatura de los equipos se registraron con la ayuda de un termómetro infrarrojo.



Figura 13. Termómetro
Fuente: Auditoría energética

Una vez definidos el plan y los equipos para la medición, así como el personal responsable de sustentar la auditoría, se procede con la descripción del sistema energético y la recopilación de datos históricos disponibles de los consumos energéticos (auditoría documental).

4.1.6. Recolección de datos.

El suministro de la energía eléctrica, el vapor y el agua a las áreas productivas y administrativas de La Fabril, está a cargo del departamento mantenimiento con sus divisiones de Mantenimiento Eléctrico y Servicios Industriales.

Sistema eléctrico

El sistema eléctrico se compone de estructuras de recepción a partir de la red pública industrial de 69 kV desde la subestación eléctrica Manta II. El proveedor de energía eléctrica es la compañía Hidroalto, con una tarifa promedio de 0.0756 USD/kWh. La

energía eléctrica llega al transformador de 12MVA de La Fabril y desde ese punto es distribuido a 13.8 kV a los diferentes transformadores de los usuarios internos (figura 16).

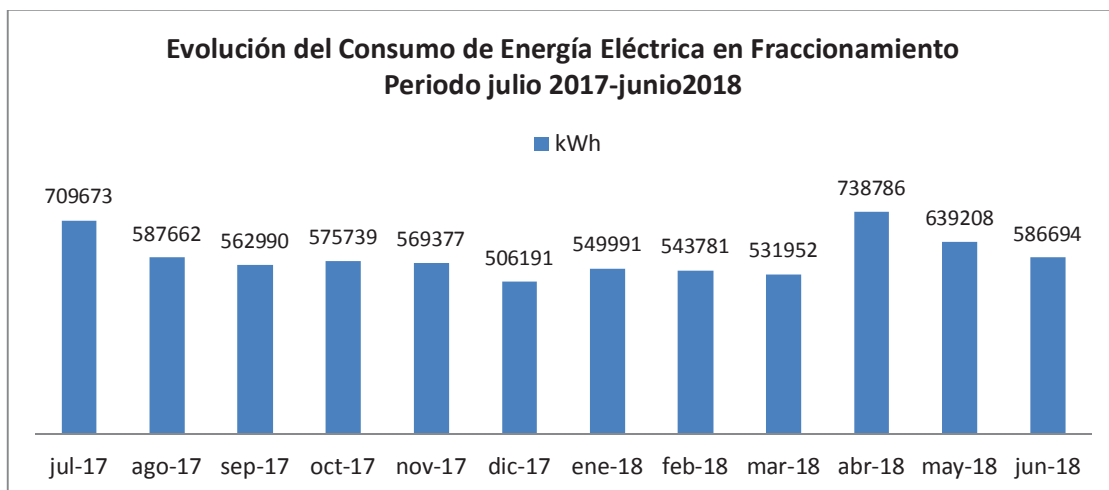


Figura 14. Evolución del consumo de electricidad en fraccionamiento (julio 2017 - junio 2018)
Elaborado por: Ing. Luis Mero; Fuente: Auditoría energética

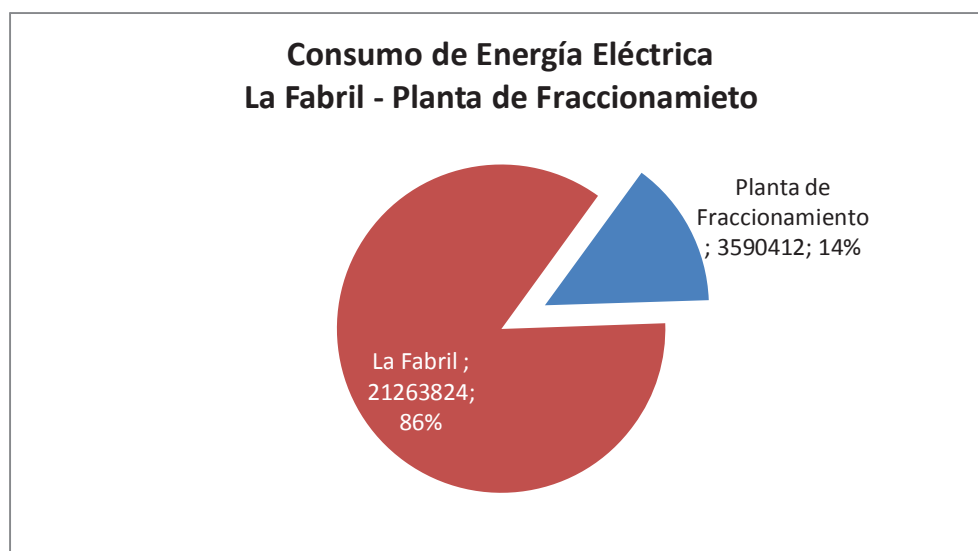


Figura 15. Consumo de energía eléctrica en la Planta de Fraccionamiento (enero - junio 2018)
Elaborado por: Ing. Luis Mero; Fuente: Auditoría energética



Figura 16. Transformadores de Fraccionamiento 2 y 3
Fuente: Auditoría energética

El área de Fraccionamiento cuenta con un banco de $3 * 167\text{kVA} 13.8 / 0.22\text{kV}$, para el suministro eléctrico de las líneas de Fraccionamiento 2 y 3; y un transformador $1 * 1500\text{kVA} 13.8 / 0.22\text{kV}$ para la alimentación de las líneas de producción 5, 6 y 7 (figura 17).



Figura 17. Transformador de Fraccionamiento 5 y 6
Fuente: Auditoría energética

Estos transformadores alimentan a los tableros principales de cada línea de producción y estos cuentan con su respectivo punto de medición para el registro del consumo de energía eléctrica por cada línea de producción de la Planta de Fraccionamiento (figura 14).



Figura 18. Punto de control de consumo de energía
Fuente: Auditoría energética

Sistema de iluminación

Un punto de consumo de importancia es la iluminación general de la planta. Este servicio se fundamenta en lámparas para alumbrado general y que se controlan a partir de un tablero de iluminación general (figura 19).



Figura 19. Tablero secundario para iluminación
Fuente: Auditoría energética

Consumos de Energía Eléctrica

Los datos de consumo de electricidad por cada centro de trabajo son proporcionados diariamente por el departamento de Mantenimiento Industrial de La Fabril. A continuación, se detallan los registros de consumo de energía eléctrica del proceso de fraccionamiento de aceites y grasas en el periodo comprendido de enero a junio del año 2018.

Tabla 5.
Consumo total de energía eléctrica en Planta de Fraccionamiento (enero-junio 2018)

Descripción	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	TOTAL
Consumo E.E. (kWh)	549.991	543.781	531.952	738.786	639.208	586.694	3.590.412
Costo electricidad (dólares)	45.924	41.273	39.152	54.449	47.046	43.415	271.259
Toneladas aceite procesadas	8.001	8.638	9.647	12.546	10.839	10.505	60.176

Elaborado por: Ing. Luis Mero
Fuente: Auditoría energética

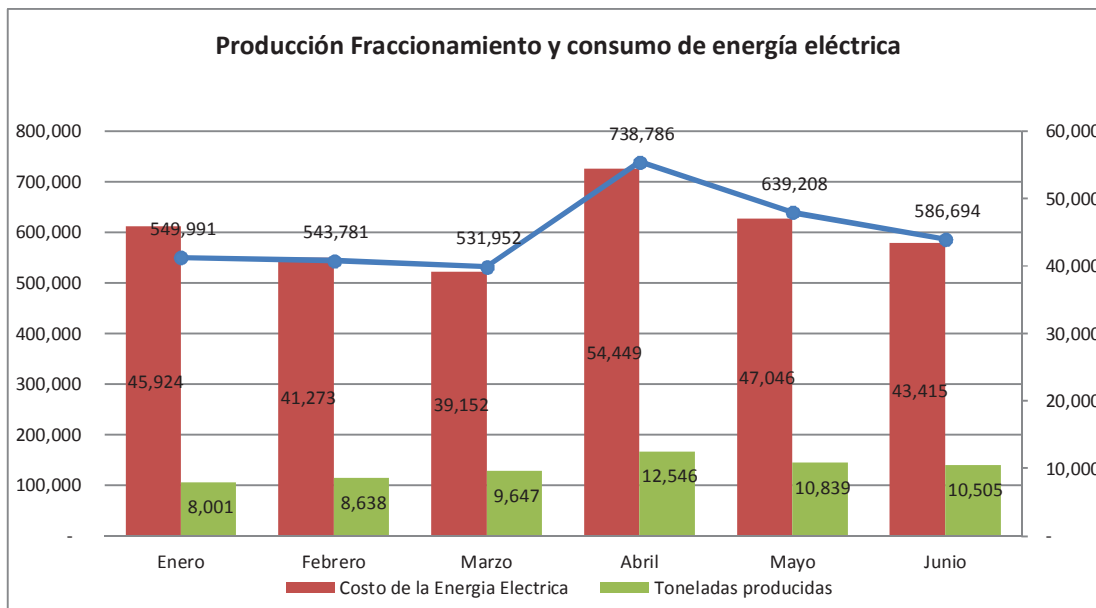


Figura 20. Gráfica del consumo de energía eléctrica vs nivel de producción (enero-junio 2018)
 Elaborado por: Ing. Luis Mero; Fuente: Auditoría energética

Los registros de consumos presentados en la figura 20, nos indican que el mes de abril fue el de mayor producción y consumo de electricidad con 738.786 kWh y 12.546 toneladas de aceite procesado. El mes de marzo aparece como el de menor consumo de energía eléctrica con 531.952 kWh y enero el mes de menor producción con 8.001 toneladas de aceite procesado.

Sistema de vapor

Generación y distribución principal del vapor

Para cubrir las necesidades de vapor de la Fabril se utilizan tres generadores de vapor acuotubulares marca Clayton con potencia de 1000 BHP cada uno (BHP = El caballo de fuerza de caldera en inglés boiler horsepower o BHP). Estas unidades producen vapor de media presión (12BAR), con una capacidad de 500 a 600 toneladas de vapor diarias y están conectados a un sistema de distribución principal para todos los procesos productivos (figuras 21 y 22).



Figura 21. Generador de vapor
Fuente: Auditoría energética



Figura 22. Distribuidor de vapor principal
Fuente: Auditoría energética

Distribución y medición de vapor en Fraccionamiento

El vapor generado en el área de Calderos se direcciona desde el distribuidor principal, llega a cada una de las líneas de fraccionamiento para su contabilización en flujómetros y mediante una válvula reguladora se reduce la presión de 12 a 5 BAR, de esta manera se direcciona el vapor hacia los puntos de uso en los equipo de fraccionamiento (figuras 23 y 24).



Figura 23. Distribuidor secundario de vapor de la planta de fraccionamiento
Fuente: Auditoría energética

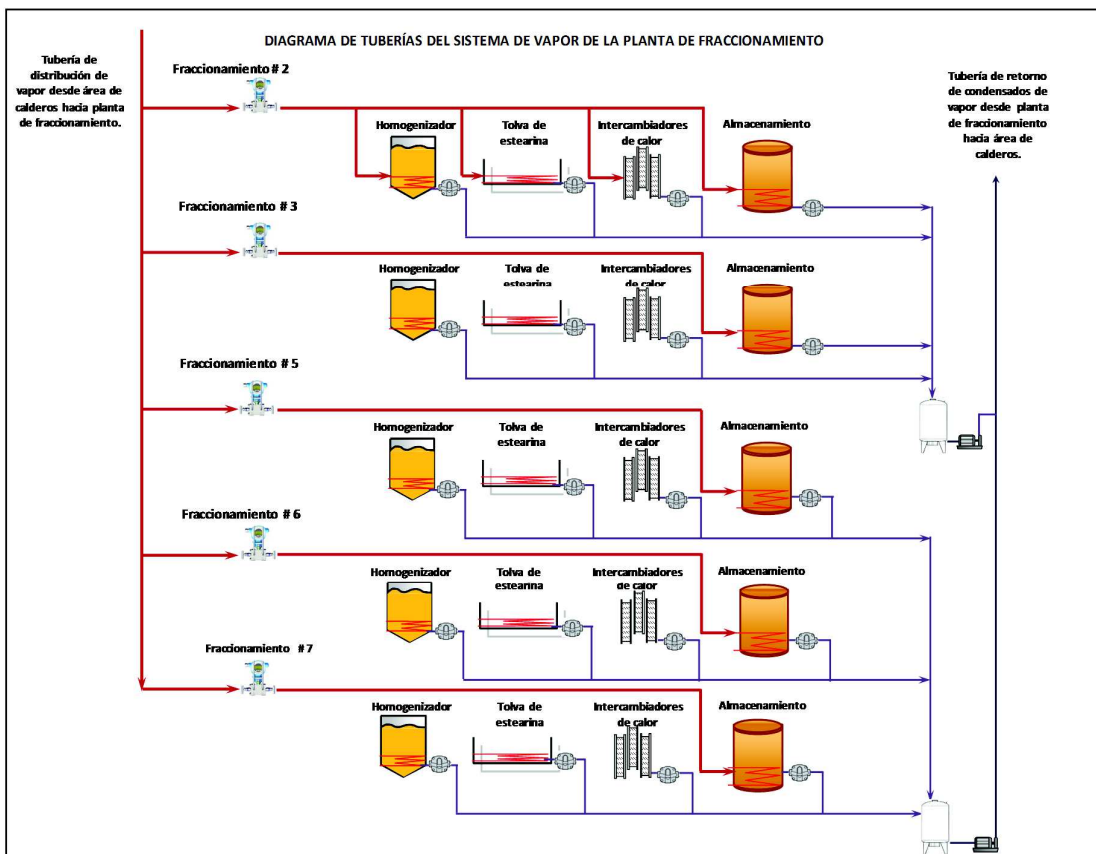


Figura 24. Diagrama de tuberías de vapor y condensados en fraccionamiento
Fuente: Auditoría energética

Usos del vapor en Fraccionamiento

En el proceso de fraccionamiento, el vapor cumple con la exclusiva función de calentamiento de aceites, grasas y agua. Esta transferencia de calor se realiza a través de serpentines en las operaciones de homogenización, en la fundición de estearina en las tolvas de descarga de la filtración (figura 25), así como también se utiliza el vapor en los intercambiadores de calor para calentar agua, oleína y estearina para su almacenamiento (figura 26).

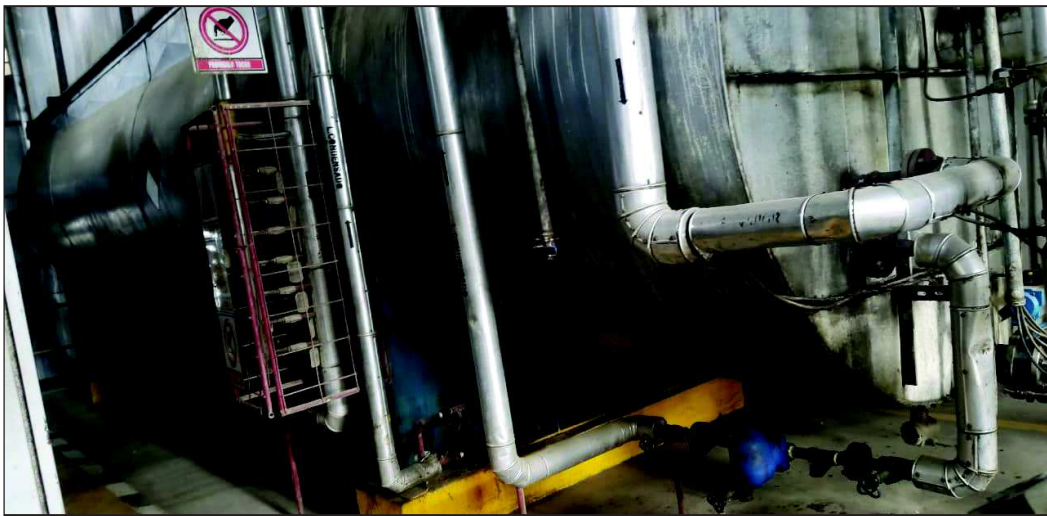


Figura 25. Entrada de vapor y salida de condensado de la tolva
Fuente: Auditoría energética



Figura 26. Intercambiadores de calor-tipo placas
Fuente: Auditoría energética

Una vez que el vapor transfiere el calor al agua, aceite o grasa, este se condensa y se recupera en un tanque colector de 1 m³, que tiene como finalidad acumular un volumen considerable de agua para su posterior devolución al área de Calderos, específicamente una tina de condensados la cual recibe los condensados de todas las plantas de procesos de La Fabril (figura 27).



Figura 27. Tanque colector de condensados de Planta de Fraccionamiento
Fuente: Auditoría energética

Consumos de Vapor

Los datos de consumo de vapor por cada centro de trabajo son proporcionados diariamente por el departamento de Mantenimiento Industrial de La Fabril. A continuación, se detallan los registros de consumo de vapor del proceso de fraccionamiento de aceites y grasas en el periodo comprendido de enero a junio del año 2018.

Tabla 6.
Consumo total de vapor en Planta de Fraccionamiento (enero-junio 2018)

Descripción	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	TOTAL
Toneladas vapor	1.018	1.178	1.077	1.583	1.220	1.139	7.214
Costo del vapor (dólares)	48.601	52.017	53.074	75.335	57.617	56.139	342.784
Toneladas aceite procesadas	8.001	8.638	9.647	12.546	10.839	10.505	60.176

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

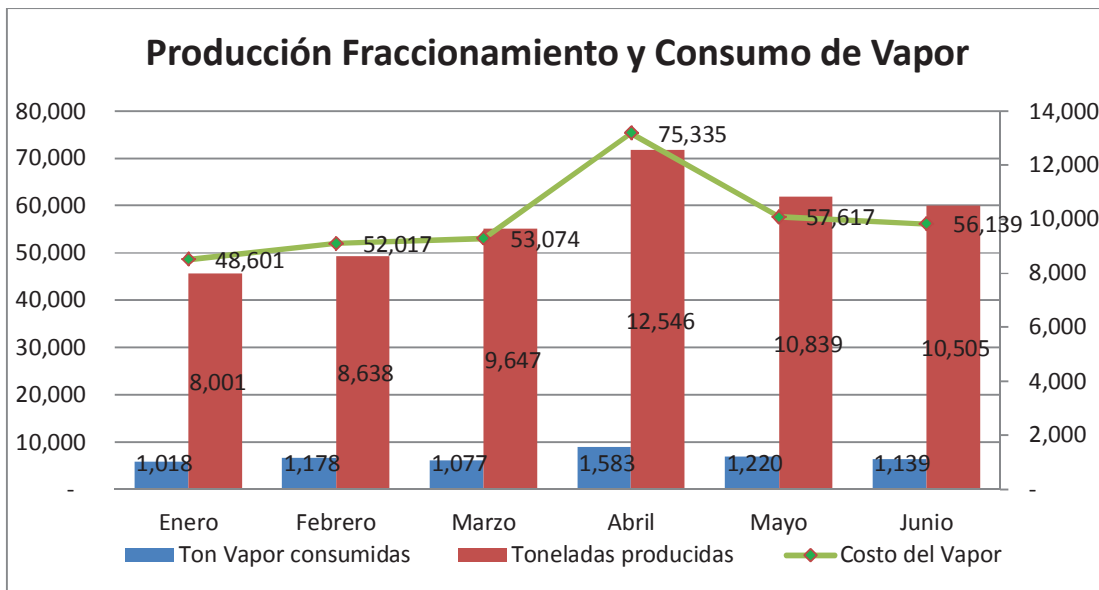


Figura 28. Gráfica del consumo de vapor y nivel de producción (enero-junio 2018)
 Elaborado por: Ing. Luis Mero; Fuente: Auditoría energética

Los registros de consumos presentados en la figura 28, nos indican que el mes de abril fue el de mayor producción y consumo de vapor con 1.583 toneladas de vapor y 12.546 toneladas de aceite procesado. Enero es el mes de menor consumo de vapor con 1.018 toneladas de vapor y menor producción con 8.001 toneladas de aceite procesado.

Sistema de agua

Recepción

La mayor parte del agua utilizada en los procesos de La Fabril S.A. es obtenida de una fuente propia en la planta. Para este fin se dispone de un sistema de pozos profundos (figura 29). Estos pozos están ubicados en diferentes partes del complejo industrial de La Fabril. El agua se bombea de estos pozos a la planta de tratamiento de agua para su posterior utilización en los procesos y servicios de la empresa.



Figura 29. Pozo profundo
Fuente: Auditoría energética

La demanda por agua del proceso que no se logra satisfacer a través de fuentes propias, es obtenida a través de tanqueros (figura 30).



Figura 30. Recepción de agua mediante tanqueros
Fuente: Auditoría energética

Tratamientos

El agua pasa por el proceso de filtración primaria (figura 31). La filtración en el proceso de purificación elimina los sedimentos sólidos suspendidos en el agua, atrapa partículas

relativamente grandes que pueden estar presentes en el agua como tierra, arena, limo y partículas.



Figura 31. Sistema de filtración del agua
Fuente: Auditoría energética

Luego se procesa a través de una planta de ósmosis (figura 32). Este se trata de un proceso con membranas semipermeables que separa el agua en función de su concentración de sales. El objetivo de este proceso es bajar los sólidos totales disueltos en el agua.

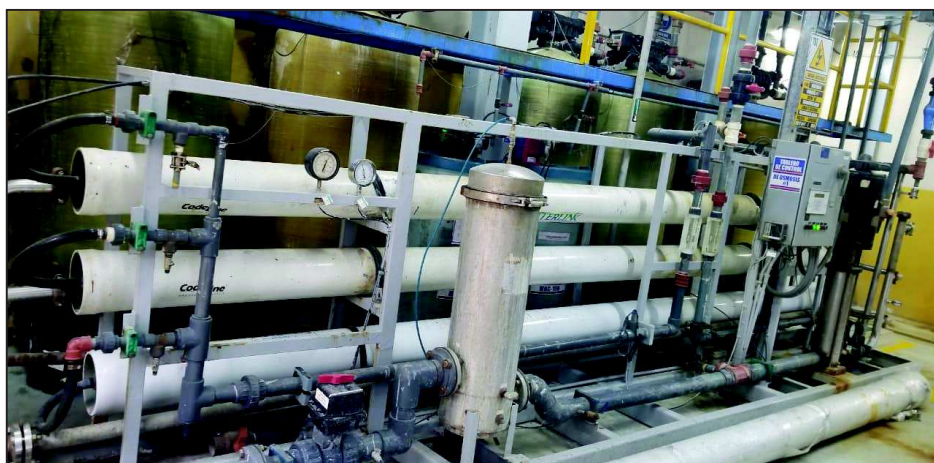


Figura 32. Sistema de ósmosis
Fuente: Auditoría energética

El proceso concluye en el equipo para la purificación del agua (figura 33). Se trata de un proceso de filtración de membrana que se elimina sólidos suspendidos, bacterias y más, para producir agua de alta pureza con bajo sedimento.



Figura 33. Equipo para la purificación del agua
Fuente: Auditoría energética

El agua se distribuye a los procesos productivos a través de un sistema integrado de tuberías el cual es controlado por el departamento de Mantenimiento a través del área de Servicios Industriales (figuras 34 y 35).



Figura 34. Sistema integrado de distribución de agua
Fuente: Auditoría energética

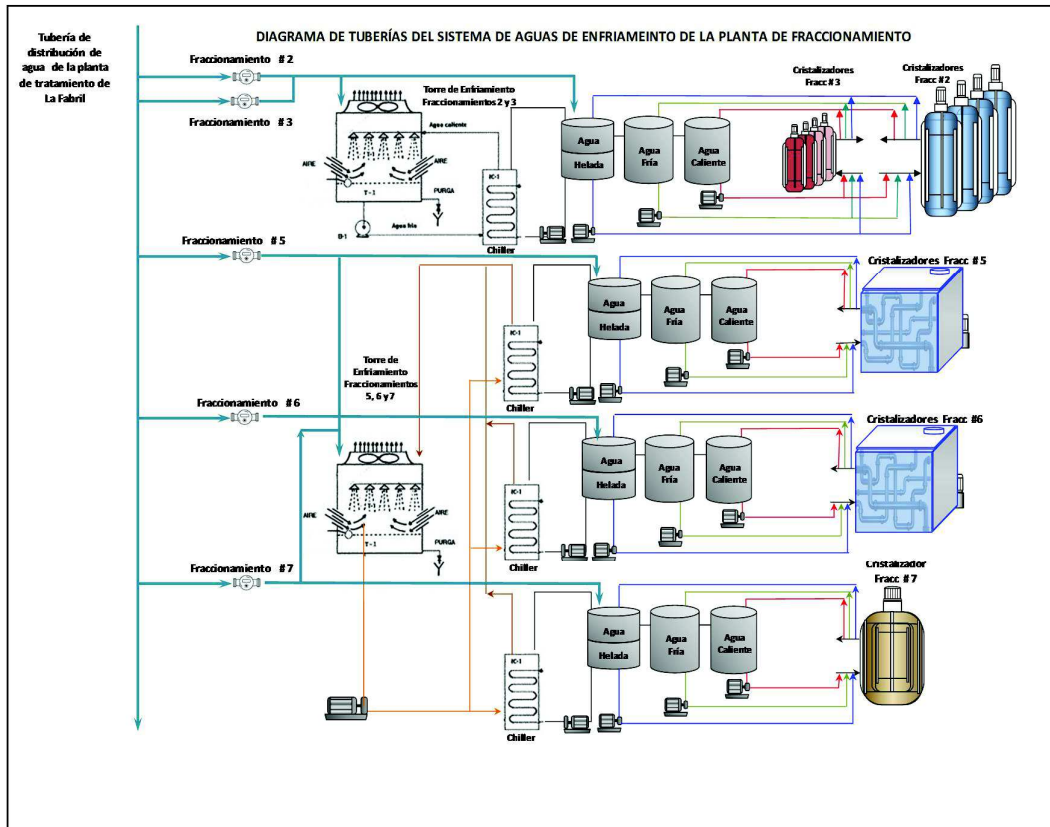


Figura 35. Diagrama de distribución de agua para planta de fraccionamiento
Fuente: Auditoría energética

El uso principal del agua en el proceso de fraccionamiento es el enfriamiento del aceite en los cristalizadores para cumplir la curva de cristalización y pasar a la etapa de filtración, para esto cuenta con cuatro sistemas de enfriamiento que dan servicio a las cinco líneas de producción (Fraccionamiento 2 y Fraccionamiento 3 comparten un solo sistema de enfriamiento).

El sistema tiene 300 metros cúbicos de capacidad, los cuales se reciben en los tanques de almacenamiento desde la red de distribución principal de la planta de tratamiento de agua (figura 36).

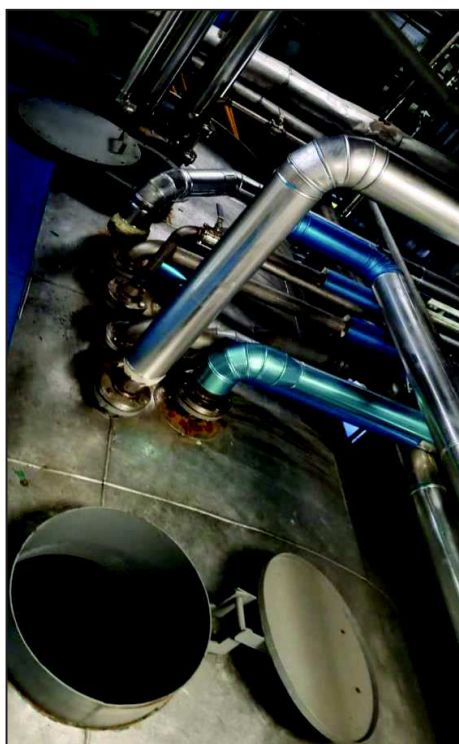


Figura 36. Tanque de agua 1078B/C
Fuente: Auditoría energética

Sistema de Enfriamiento con Agua de Fraccionamiento.

Como se indicó en el capítulo 2, el fraccionamiento de aceites y grasas requiere un enfriamiento controlado en la etapa de cristalización, estas temperaturas necesarias para la formación de cristales se consiguen a través de un sistema de tanques con agua a diferentes temperaturas.

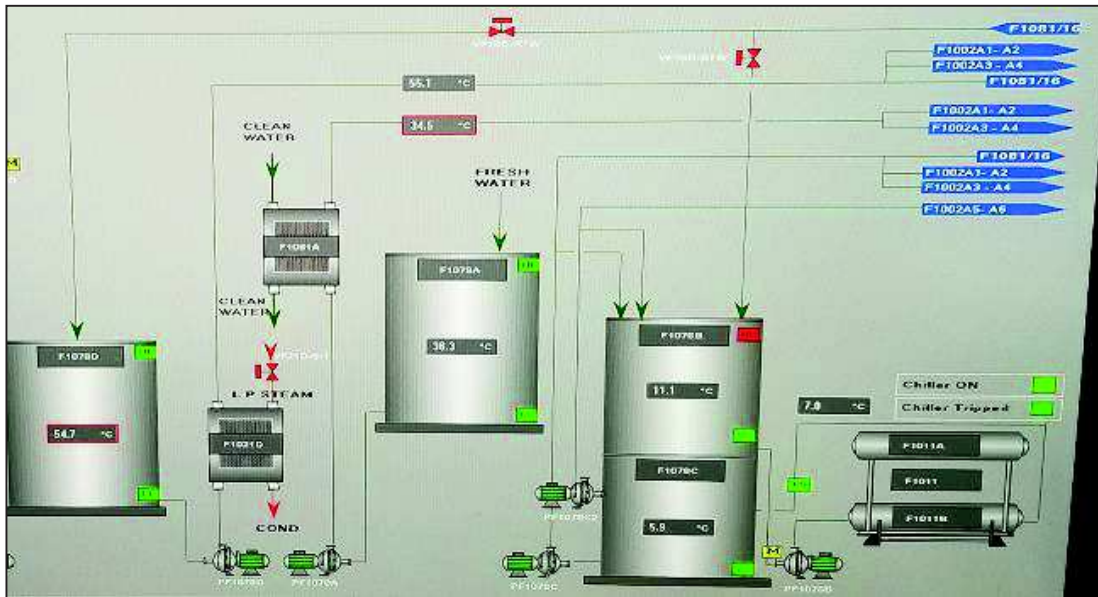


Figura 37. Sistema de agua de enfriamiento
Fuente: Auditoría energética

El funcionamiento del sistema de enfriamiento con agua representa una parte importante en el consumo de energía eléctrica y agua en la planta de fraccionamiento.

Este sistema está compuesto por cuatro tanques, las unidades de enfriamiento (chiller) y la torre de enfriamiento.

La Planta de Fraccionamiento tiene 2 torres de enfriamiento, una para las líneas de fraccionamiento 2 y 3 con un sistema de tanques de agua y 3 unidades de enfriamiento (chiller), para las dos líneas. La otra torre de enfriamiento da servicio a las líneas 5, 6 y 7, cada una con su propio sistema de tanques de agua de enfriamiento y una unidad de enfriamiento cada una.

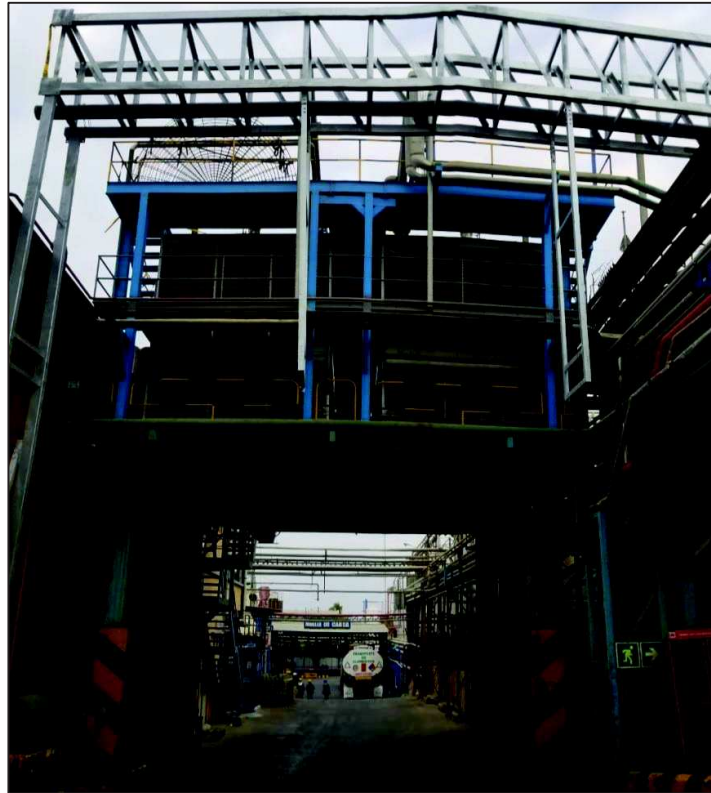


Figura 38. Torre de enfriamiento
Fuente: Auditoría energética

Etapa A. Agua fría.

En la primera fase de enfriamiento, el aceite se encuentra caliente ($40-70^{\circ}\text{C}$), dentro del cristizador y se inicia el enfriamiento con agua a temperatura ambiente, a través de la chaqueta o serpentín del cristizador, como resultado de esta transferencia de calor el aceite baja su temperatura y el agua que ingresa generalmente a $28-30^{\circ}$ centígrados regresa a su tanque de origen cerca de los 35° centígrados.

Para mantener la temperatura de esta agua de enfriamiento y darle continuidad al proceso, esta agua se vuelve a enfriar con agua de la torre de enfriamiento a través de un intercambiador de placas.



Figura 39. Bandeja de recepción y enfriamiento del agua
Fuente: Auditoría energética



Figura 40. Ventilador de la torre de enfriamiento
Fuente: Auditoría energética

Etapa B/C. Agua helada.

Las siguientes fases de enfriamiento de aceite se realizan con agua helada del tanque de enfriamiento C (6-10°C), debido a que el tiempo de superenfriamiento del aceite se realiza en un 85% con agua a esta temperatura, esta agua no puede ser devuelta al mismo tanque C, porque alteraría su temperatura, en su lugar es recibida en el tanque B. El agua del tanque B pasa a la unidad de enfriamiento (chiller) para bajar nuevamente su temperatura y entregarla al tanque C.



Figura 41. Unidad de enfriamiento (Chiller) y tanque de agua B/C
Fuente: Auditoría energética

Etapa D. Agua caliente.

Una vez concluida el proceso de cristalización el aceite se envía hacia la filtración quedando vacío el cristizador para iniciar nuevamente el ciclo. Como la chaqueta o serpentín del cristizador terminó con agua helada, el equipo hace la transición recibiendo agua fría del tanque A, posteriormente agua caliente del tanque D y en simultáneo ingresa una nueva carga de aceite caliente para su cristalización. De forma inversa al agua fría, el agua del tanque D se enfría cuando realiza el intercambio de calor, por lo tanto, para mantener su temperatura de operación (50-55°C), el agua de tanque D es calentada indirectamente con vapor a través de un intercambiador de calor – tipo placas.

La interacción de este sistema demanda grandes cantidades de energía eléctrica para el funcionamiento de los motores eléctricos de las bombas que impulsan agua, las unidades de enfriamiento o chiller y el ventilador de las torres de enfriamiento.

Casi la totalidad del consumo de agua en la planta de fraccionamiento se da por el funcionamiento del sistema de enfriamiento, las principales causas son la pérdida por evaporación en las torres de enfriamiento y las purgas del sistema para mantener la calidad del agua, la cual se deteriora por los ciclos de uso.

Consumos de Agua

Los datos de consumo de agua por cada centro de trabajo son proporcionados mensualmente por el departamento de Mantenimiento Industrial de La Fabril. A continuación, se detallan los registros de consumo de agua del proceso de fraccionamiento de aceites y grasas en el periodo comprendido de enero a junio del año 2018.

Tabla 7.
Consumo total de agua en Planta de Fraccionamiento (enero-junio 2018)

Descripción	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	TOTAL
Agua consumida (m ³)	2.129	2.103	2.289	3.078	2.205	1.903	13.707
Costo del agua (dólares)	6.029	6.105	6.694	9.266	6.111	5.395	39.601
Toneladas de aceite procesadas	8.001	8.638	9.647	12.546	10.839	10.505	60.176

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

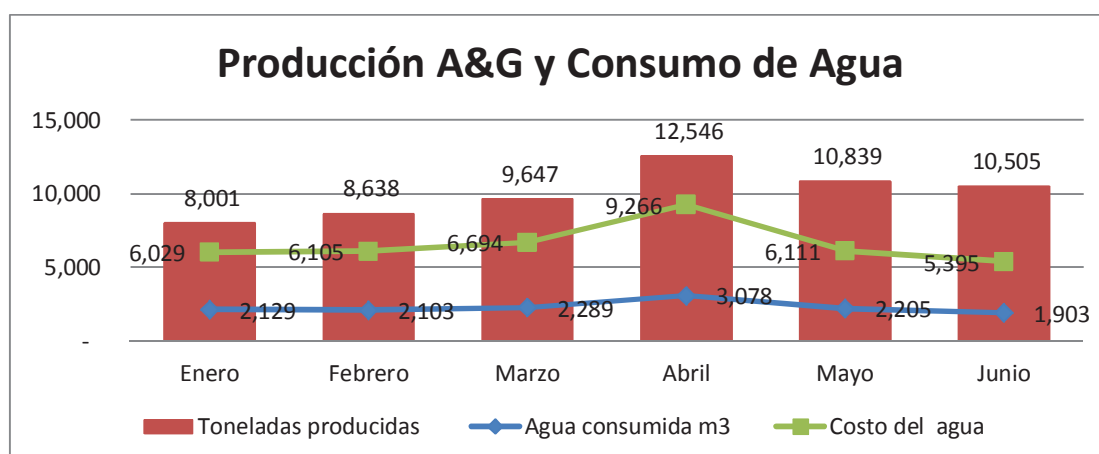


Figura 42. Gráfica del consumo de agua y nivel de producción (enero-junio 2018)
Elaborado por: Ing. Luis Mero; Fuente: Auditoría energética

Los registros de consumos presentados en la figura 42, nos indican que el mes de abril fue el de mayor producción y consumo de agua con 3.078 metros cúbicos y 12.546 toneladas de aceite procesado. El mes de junio aparece como el de menor consumo de agua con 1.903 metros cúbicos y enero el mes de menor producción con 8.001 toneladas de aceite procesado.

4.1.7. Desarrollo de la auditoría

Fraccionamiento # 2

Esta línea de producción tiene una capacidad para fraccionar 140 ton /día de aceite de palma, trabajan 2 personas por turnos, en tres turnos al día, con un coordinador a cargo. Su tasa de ocupación es del 84%.

En el diagrama de la figura 43 se muestran las operaciones que componen el proceso de fraccionamiento #2.

DIAGRAMA DE FLUJO FRACCIONAMIENTO 2

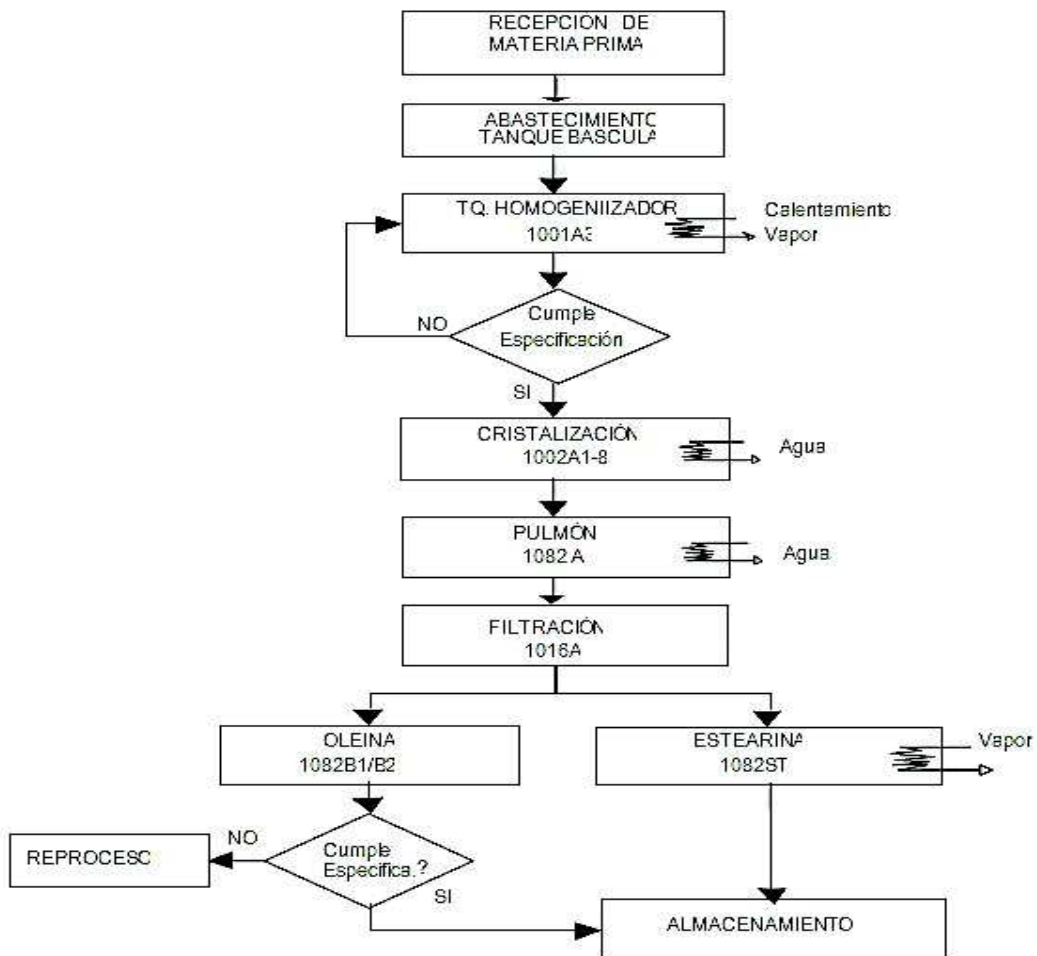


Figura 43. Diagrama de Flujo de Fraccionamiento # 2
Fuente: Planta Fraccionamiento 2. La Fabril S.A.

El proceso productivo del Fraccionamiento 2 inicia con la recepción de materia prima, este aceite de palma se pesa y luego se calienta con vapor para su homogenización, se realizan análisis de control de calidad para después pasar a la etapa de cristalización dinámica (agitación tipo raspador y enfriamiento mediante chaqueta), una vez concluida la curva de cristalización pasan al tanque pulmón para alimentar el filtro y realizar la separación de las fracciones y su posterior almacenamiento. Se cuenta con ocho cristalizadores que trabajan alternadamente para dar la continuidad a la etapa de filtración. Esta planta trabaja con un filtro Filox de 16 Bar de presión. La secuencia de estas operaciones se describe en las figuras 43 y 44.

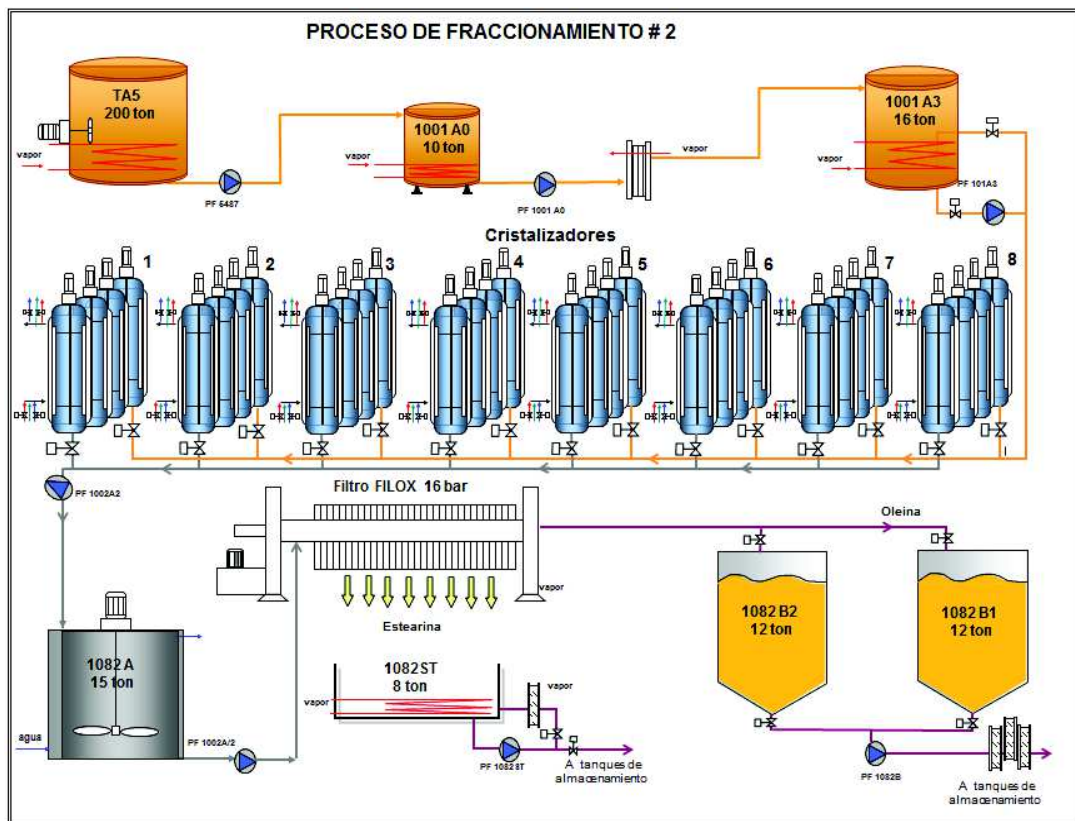


Figura 44. Esquema de proceso de producción de Fraccionamiento # 2
Fuente: Auditoría energética

Durante el recorrido de la auditoría se tomaron una muestra de áreas y equipos para varias mediciones de esta línea de producción las cuales se describen en la tabla 8 (figura 45).



Figura 45. Medición de iluminación Fraccionamiento 2
Fuente: Auditoría energética

Tabla 8.
Mediciones de áreas y equipos de Fraccionamiento #2

Instrumento	Área o equipo	Unidad	Lectura	Estándar	Estatus
Pinza amperimétrica	Motor bomba PF1078A	Amperios	15	Máximo 16	Ok
Multímetro	Motor Bomba PF1001A	Voltios	220	220	Ok
Termómetro	Tanque colector de condensados	° Centígrados	82	80-90°	Ok
Luxómetro	Sala de filtración	Luxes	420	Mínimo 300	Ok(figura)
Cámara infrarroja	Tablero principal	° Centígrados	42	Máximo 60	Ok

Elaborado por: Ing. Luis Mero
Fuente: Auditoría energética

Los consumos de vapor, energía eléctrica y agua asociados a este proceso se detallan a continuación:

Tabla 9.
Consumo de vapor por equipos de Fraccionamiento # 2 (enero-junio 2018)

Operación	Equipos	Ton Vapor/hora	Horas	Consumo
Materia Prima	Serpentín báscula	0,05	1.844	92,2
Homogenización	Serpentín homogeneizador	0,5	1.224	612,0
	Intercambiador de calor	0,05	1.224	61,2
Sistema de Enfriamiento	Intercambiador de calor 1078D	0,05	1.224	61,2
	Intercambiador de estearina	0,2	1.224	244,8
Filtración	Serpentín tolva de estearina	0,6	1.224	734,4
	Intercambiador de oleína	0,05	1.224	61,2
	Venas de calentamiento para tuberías	0,05	825	41,3
				1.908,3

Elaborado por: Ing. Luis Mero
Fuente: Auditoría energética

Tabla 10.**Consumo de energía eléctrica por equipos de Fraccionamiento # 2 (enero-junio 2018)**

Operación	Equipos	número	Kw-total	Horas	Consumo
Materia Prima	Motor bomba producto	3	45	7.376	70.533
Homogenización	Motor bomba producto	1	15	3.688	35.267
Cristalización	Motor bomba de recirculación agua	8	30	29.504	70.533
	Motor raspador del cristalizador	32	24	118.016	56.426
Sistema de Enfriamiento	Motor bomba de agua	10	84,8	31.348	161.403
	Compresores de Chiller	1	105	2.265	151.627
	Ventilador Torre Enfriamiento	1	37,5	3.688	88.162
Filtración	Motor bomba transferencia producto	7	44,2	23.234	93.580
	Compresor	3	67,5	11.064	158.699
	Motor bomba de presurización	2	26	2.582	19.984
	Sistema hidráulico filtro prensa	1	5,6	3.688	13.225
	Central de aire	2	18	7.376	42.320
Iluminación	Fluorescentes	127	0,058	1.844	13.583
	LED	44	0,018	1.844	1.460
	Lámparas 250	2	0,25	1.940	970
					977.772

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

Tabla 11.**Consumo de agua por equipos de Fraccionamiento # 2 (enero-junio 2018)**

Operación	Equipos	Consumo m ³
Sistema de Enfriamiento	Torre de Enfriamiento	3.588
	Tanque de Agua 1078A	52
	Tanque de Agua 1078/16	30
	Servicios Generales	127
		3.797

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

Fraccionamiento # 3

Esta es una línea de producción por pedido (productos especiales), tiene una capacidad para fraccionar 36 ton /día de Estearina de Palma, trabaja con 1 personas por turno, en tres turnos al día. Su tasa de ocupación es de 40%.

En el diagrama de la figura 46 se muestran las operaciones que componen el proceso de fraccionamiento #3.

DIAGRAMA DE FLUJO FRACCIONAMIENTO 3

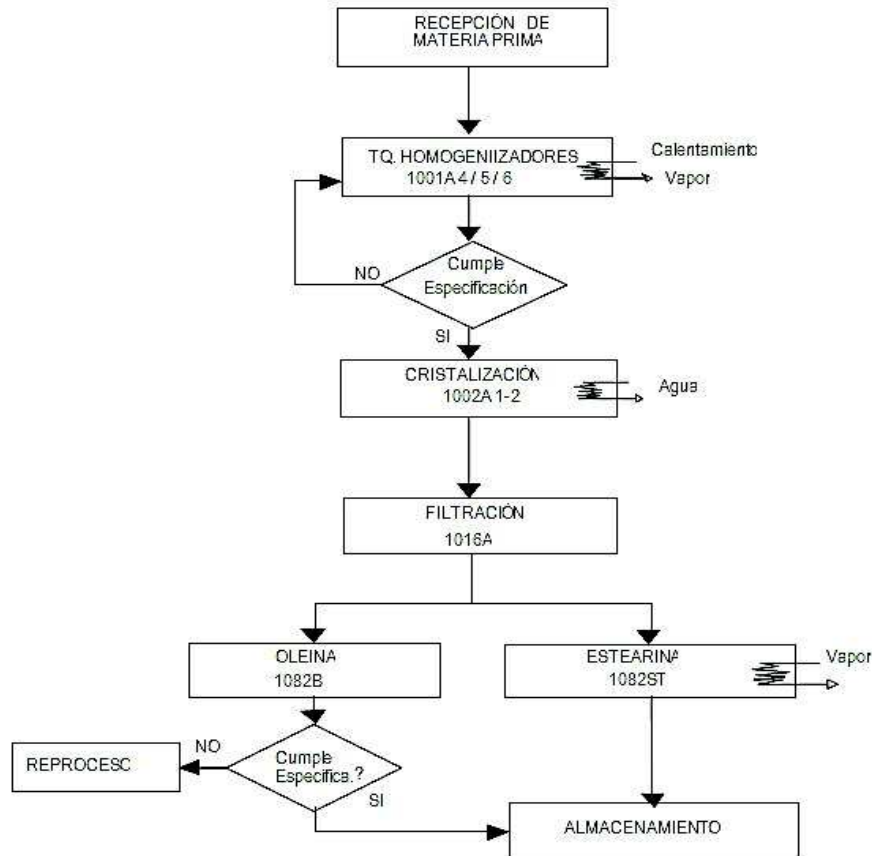


Figura 46. Diagrama de Flujo de Fraccionamiento # 3
Fuente: Planta Fraccionamiento 3. La Fabril S.A.

El proceso productivo del Fraccionamiento 3 inicia con la recepción de materia prima, la estearina de palma se pesa y luego se calienta con vapor para su homogenización, se realizan análisis de control de calidad para después pasar a la etapa de cristalización dinámica (agitación tipo raspador y enfriamiento mediante chaqueta), una vez concluida la curva de cristalización pasan al filtro prensa para la separación de las fracciones y su posterior almacenamiento. Se cuenta con dos cristalizadores que trabajan alternadamente para dar continuidad a la etapa de filtración. Esta planta trabaja con un filtro Welders de 30 Bar de presión. La secuencia de estas operaciones se describe en las figuras 46 y 47.

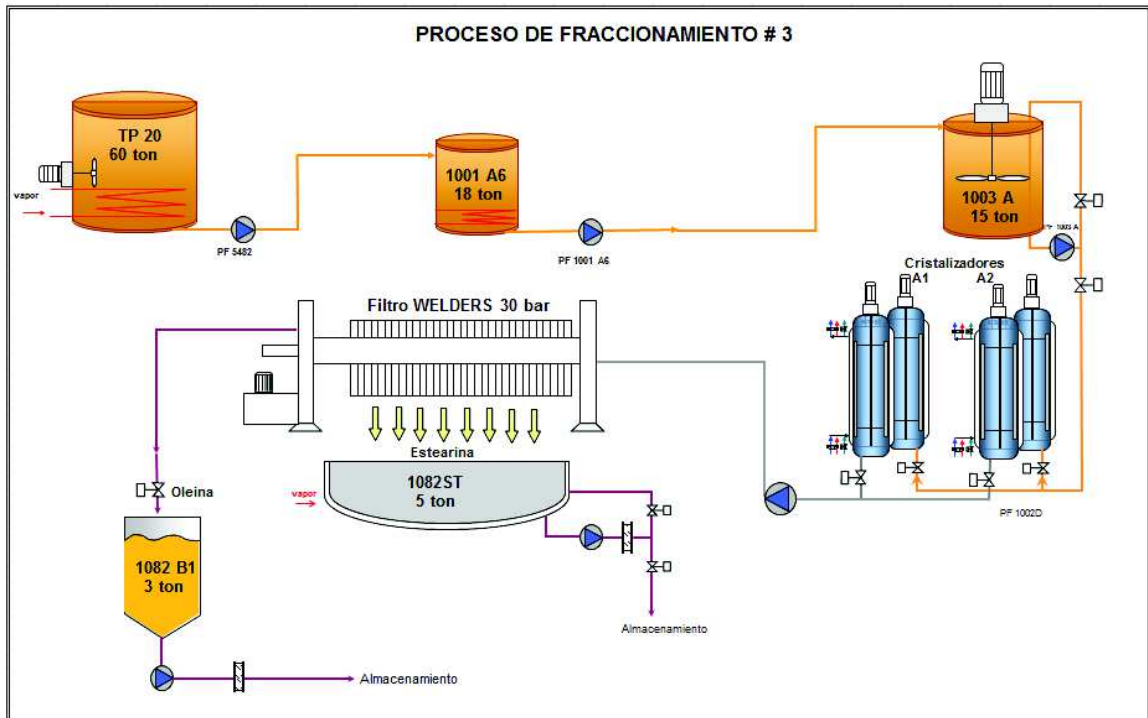


Figura 47. Esquema de proceso de producción de Fraccionamiento # 3
Fuente: Auditoría energética

Durante el recorrido de la auditoría se tomaron mediciones para establecer los consumos reales de los equipos de esta línea de producción.



Figura 48. Medición eléctrica en tablero Fraccionamiento # 3
Fuente: Auditoría energética

Tabla 12.**Mediciones en áreas y equipos de Fraccionamiento #3**

Instrumento	Área o equipo	Unidad	Lectura	Estándar	Estatus
Pinza amperimétrica	Motor bomba PF1016	Amperios	8.5	Máximo 8.8	Ok (figura)
Multímetro	Motor Bomba PF1082ST	Voltios	220	220	Ok
Termómetro	Tanque agua caliente	° Centígrados	50	50-60°	Ok
Luxómetro	Sala de control	Luxes	450	Mínimo 300	Ok
Cámara infrarroja	Tablero principal	° Centígrados	48	Máximo 60	Ok

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

Los consumos de energía eléctrica, vapor y agua asociados a este proceso se detallan a continuación:

Tabla 13.**Consumo de energía eléctrica por equipos de Fraccionamiento # 3 (enero-junio 2018)**

Operación	Equipos	número	Kw-total	Horas	Consumo
Homogenización	Motor bomba producto	3	12,6	4.650	11.392
Cristalización	Motor bomba de recirculación agua	2	7,5	3.900	9.323
	Motor raspador del cristalizador	2	8	3.900	9.945
Sistema de Enfriamiento	Motor bomba de agua	3	31,3	5.744	37.496
	Compresores de Chiller	2	120	7.376	282.132
Filtración	Motor bomba transferencia producto	5	30	9.750	37.294
	Compresor	2	30	7.376	70.533
	Motor bomba de presurización	2	7	1.755	3.729
	Sistema hidráulico filtro prensa	1	11,3	1.950	13.985
	Central de aire	1	20	1.695	21.614
Almacenamiento	Motor bomba transferencia producto	8	54	18.346	86.880
	Motor bomba condensado	1	1,5	2.184	2.088
	Motor agitador del producto	12	35,4	51.105	95.512
Iluminación	Fluorescentes	46	0,058	975	2.601
	LED	8	0,018	975	140
	Lámparas 250	2	0,25	1013	507
					685.172

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

Tabla 14.**Consumo de vapor por equipos de Fraccionamiento # 3 (enero-junio 2018)**

Operación	Equipos	Ton Vapor/hora	Horas	Consumo
Homogenización	Serpentín homogeneizador	0,5	390	195,0
	Intercambiador de calor	0,05	293	14,6
Filtración	Intercambiador de Estearina	0,2	293	58,5
	Serpentín tolva de estearina	0,6	293	175,5
	Intercambiador de Oleína	0,05	293	14,6
	Venas de calentamiento para tuberías	0,05	264	13,2
				471,5

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

Tabla 15.
Consumo de agua por equipos de Fraccionamiento # 3 (enero-junio 2018)

Operación	Equipos	Consumo m³
Sistema de Enfriamiento	Torre de enfriamiento	2.447
	Tanque de agua 1078A	12
	Tanque de agua 1078/16	10
	Servicios generales	5
		2.474

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

Fraccionamiento # 5

Esta línea procesa 160 ton/día de palma híbrida RBD, trabaja con 1 personas por turno, en tres turnos al día, con un coordinador a cargo. Su tasa de ocupación es de 90%.

En el diagrama de la figura 49 se muestran las operaciones que componen el proceso de fraccionamiento #5.

DIAGRAMA DE FLUJO FRACCIONAMIENTO 5

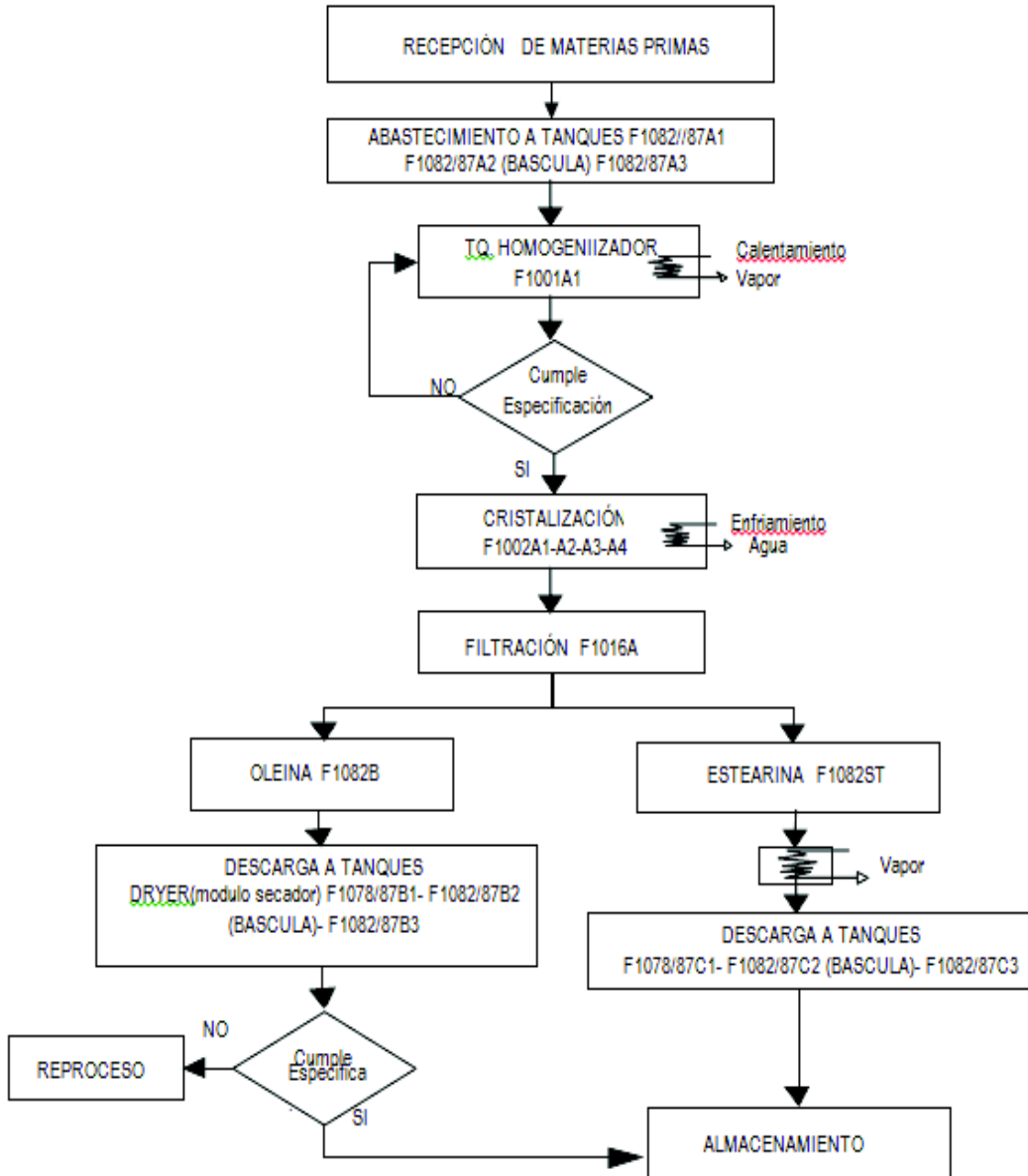


Figura 49. Diagrama de Flujo de Fraccionamiento # 5
Fuente: Planta Fraccionamiento 5. La Fabril S.A.

El proceso productivo del Fraccionamiento 5 inicia con la recepción de materia prima, el aceite de palma híbrida se pesa y luego se calienta con vapor para su homogenización, se realizan análisis de control de calidad para después pasar a la etapa de cristalización dinámica (agitación y enfriamiento por serpentín), una vez concluida la curva de cristalización pasan al filtro prensa para la separación de las fracciones y su posterior

almacenamiento. Se cuenta con cuatro cristalizadores que trabajan alternadamente para dar continuidad a la etapa de filtración. Esta planta trabaja con un filtro Filox de 16 Bar de presión. La secuencia de estas operaciones se describe en las figuras 49 y 50.

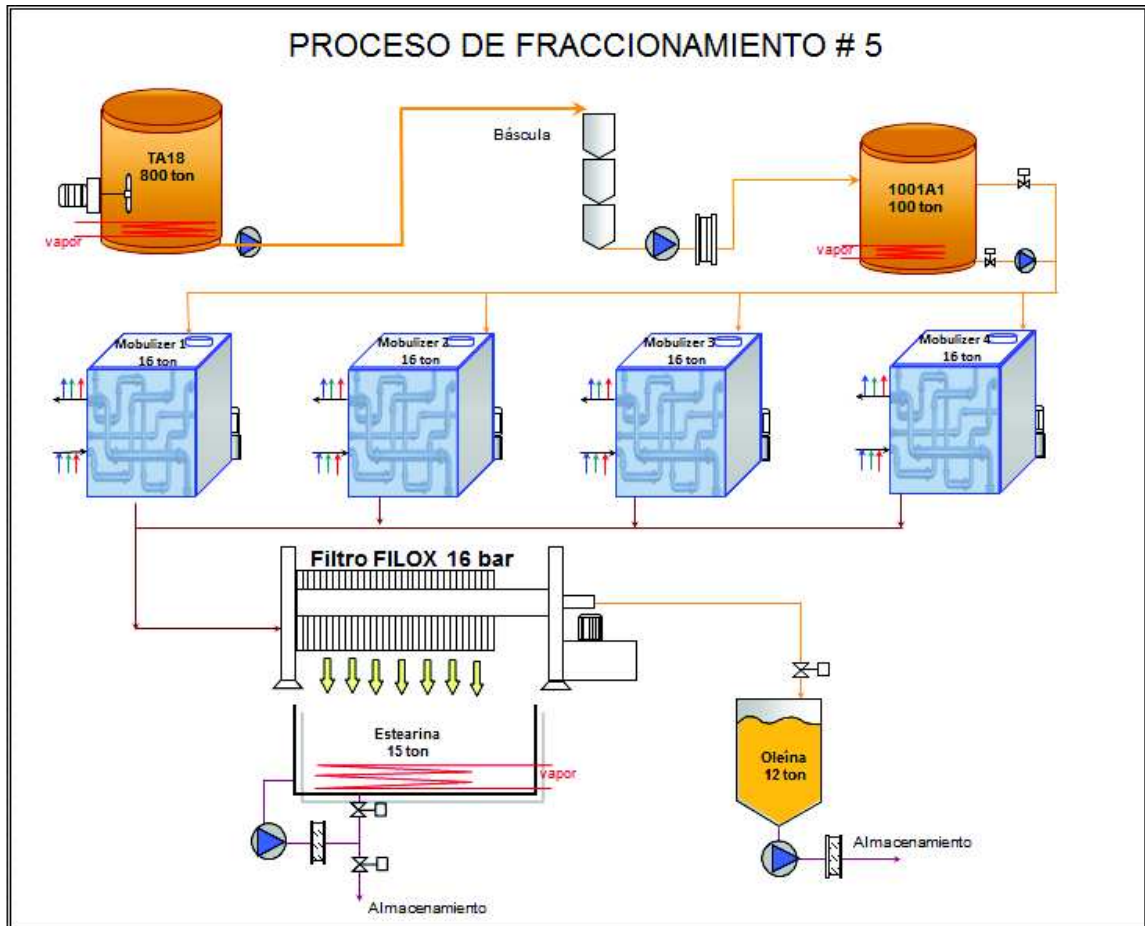


Figura 50. Esquema de proceso de producción de Fraccionamiento # 5
Fuente: Auditoría energética

Durante el recorrido de la auditoría se tomaron mediciones para establecer los consumos reales de los equipos de esta línea de producción.



Figura 51. Medición infrarroja de tablero Fraccionamiento # 5
Fuente: Auditoría energética

Tabla 16.
Mediciones de áreas y equipos de Fraccionamiento # 5

Instrumento	Área o equipo	Unidad	Lectura	Estándar	Estatus
Pinza amperimétrica	Motor bomba PF1082B	Amperios	37	Máximo 38	Ok
Multímetro	Motor Bomba PF1082C	Voltios	220	220	Ok
Termómetro	Tolva F1082ST	° Centígrados	40	40-50°	Ok
Luxómetro	Área de cristalizadores dinámicos	Luxes	400	Mínimo 300	Ok
Cámara infrarroja	Tablero principal	° Centígrados	40	Máximo 60	Ok(figura)

Elaborado por: Ing. Luis Mero
Fuente: Auditoría energética

Los consumos de vapor, electricidad y agua de este proceso se detallan a continuación:

Tabla 17.
Consumo de vapor por equipos de Fraccionamiento # 5 (enero-junio 2018)

Operación	Equipos	Ton Vapor/hora	Horas	Consumo
Homogenización	Serpentín homogeneizador	0.8	1.062	849,7
	Intercambiador de calor	0.05	590	29,5
Filtración	Intercambiador de Estearina	0.5	590	295,1
	Serpentín tolva de estearina	0.6	590	354,1
	Intercambiador de Oleína	0.05	590	29,5
	Venas de calentamiento para tuberías	0.05	590	29,5
Almacenamiento	Serpentín tanques	0.7	590	413,1
	Venas de calentamiento para tuberías	0.05	596	29,8
				2.030,2

Elaborado por: Ing. Luis Mero
Fuente: Auditoría energética

Tabla 18.**Consumo de energía eléctrica por equipos de Fraccionamiento # 5 (enero-junio 2018)**

Operación	Equipos	cantidad	Kw-total	Horas	Consumo
Materia Prima	Motor bomba producto	3	21,6	6.790	29.832
Homogenización	Motor bomba producto	2	22,0	5.508	38.622
Cristalización	Motor bomba transferencia producto	1	22	3.147	44.139
	Motor bomba de recirculación agua	4	18,4	14.162	41.531
Sistema de Enfriamiento	Motor hidráulico	2	26,4	7.081	59.588
	Motor bomba de agua	6	81,8	19.058	147.592
	Ventilador Torre Enfriamiento	1	37,5	3.934	94.047
	Compresores de Chiller	1	105	3.147	158.000
Filtración	Motor bomba transferencia producto	8	73,7	25.571	154.137
	Compresor	2	90	6.294	144.431
	Motor bomba de recirculación agua	2	5,8	3.928	8.370
	Motor bomba de vacío	1	4,8	3.147	9.630
	Motor bomba de presurización	1	37	1.967	46.397
	Sistema hidráulico filtro prensa	1	7,5	2.360	11.286
	Central de aire	1	20	3.934	50.159
Almacenamiento	Motor bomba transferencia producto	3	22,5	5.114	24.452
	Motor bomba condensado	2	6	2.360	4.514
	Motor agitador del producto	3	12	7.081	18.057
Iluminación	Fluorescentes	110	0,058	1.967	12.549
	LED	34	0,018	1.967	1.204
	Lámparas 400	16	0,4	1.924	12.314
					1.110.851

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

Tabla 19.**Consumo de agua por equipos de Fraccionamiento # 5 (enero-junio 2018)**

Operación	Equipos	Consumo m³
Sistema de Enfriamiento	Torre de Enfriamiento	4.362
	Tanque de Agua 1078A	32
	Tanque de Agua 1078/16	12
	Servicios Generales	50
		4.456

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

Fraccionamiento # 6

La capacidad de esta línea es de 70 ton/día de palmiste, trabaja con 2 personas por turno, en tres turnos al día, con un coordinador a cargo. Su tasa de ocupación es de 47%.

En el diagrama de la figura 52 se muestran las operaciones que componen el proceso de fraccionamiento #6.

DIAGRAMA DE FLUJO FRACCIONAMIENTO 6

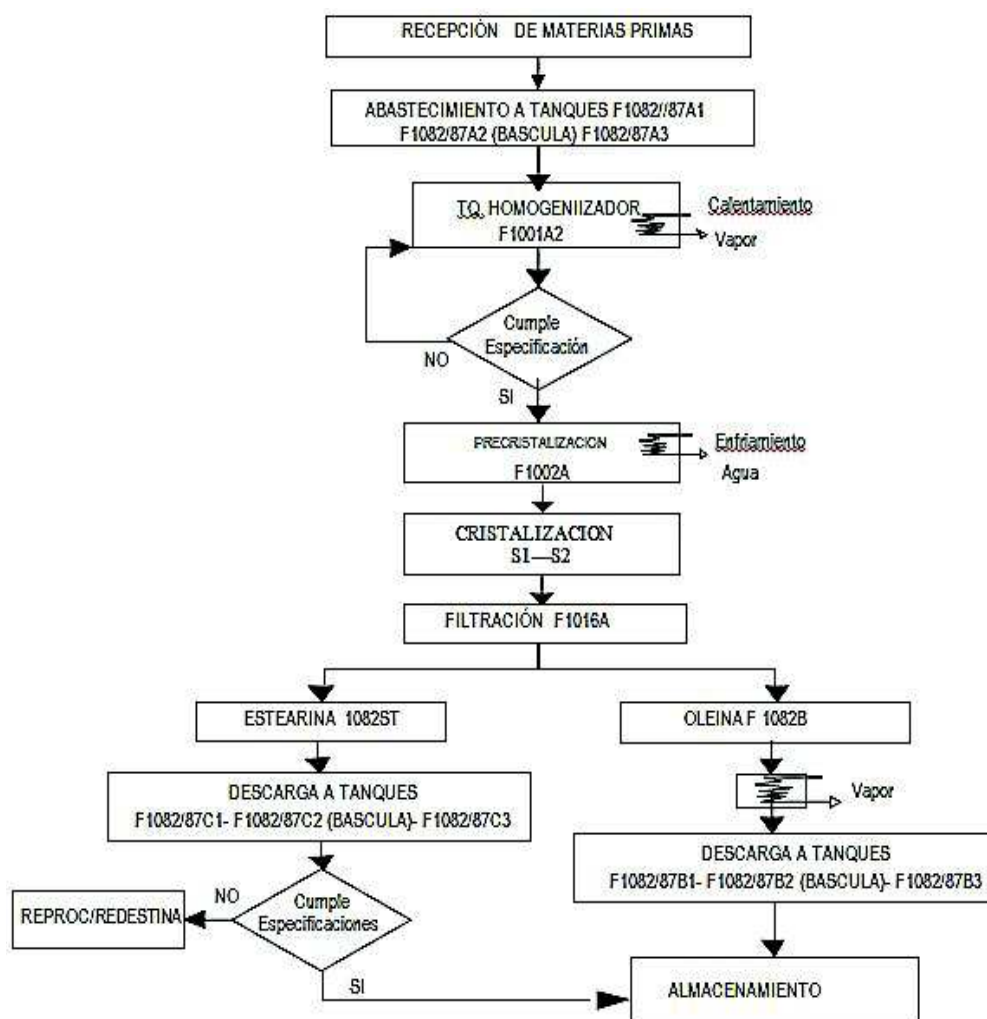


Figura 52. Diagrama de Flujo de Fraccionamiento # 6
Fuente: Planta Fraccionamiento 6. La Fabril S.A.

El proceso productivo del Fraccionamiento 6 inicia con la recepción de materia prima, el aceite de palmiste se pesa y luego se calienta con vapor para su homogenización, se realizan análisis de control de calidad para después pasar a la etapa de cristalización dinámica (agitación y enfriamiento por serpentín), en este proceso se incorpora una segunda cristalización denominada cristalización estática (sin agitación, en recamaras tipo

placas), una vez concluida la curva de cristalización pasan al filtro prensa para la separación de las fracciones y su posterior almacenamiento. Se cuenta con un cristizador dinámico y dos cristalizadores estáticos que trabajan alternadamente para dar continuidad a la etapa de filtración. Esta planta trabaja con un filtro Filox de 30 Bar de presión. La secuencia de estas operaciones se describe en las figuras 52 y 53.

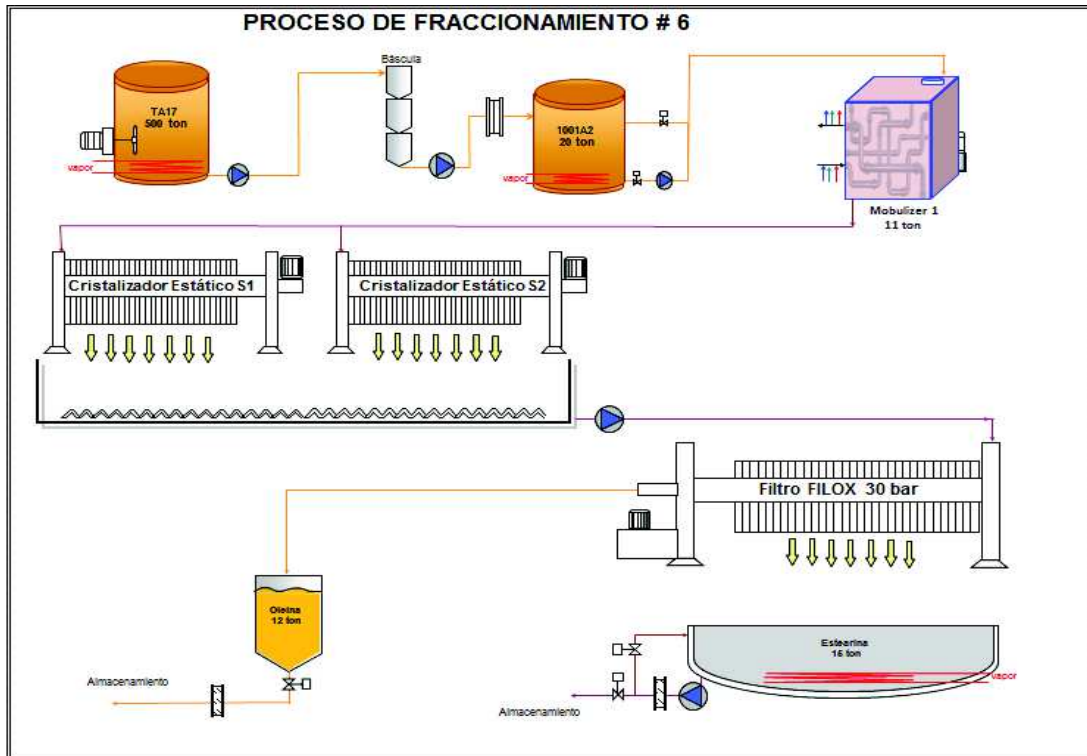


Figura 53. Esquema de proceso de producción de Fraccionamiento # 6
Fuente: Auditoría energética

Durante el recorrido de la auditoría se tomaron mediciones para establecer los consumos reales de los equipos de esta línea de producción.



Figura 54. Medición eléctrica en tablero Fraccionamiento 6
Fuente: Auditoría energética

Tabla 20.**Mediciones de áreas y equipos de Fraccionamiento #6**

Instrumento	Área o equipo	Unidad	Lectura	Estándar	Estatus
Pinza amperimétrica	Motor bomba PF1002A	Amperios	37	Máximo 38	Ok
Multímetro	Motor Bomba PF1001A	Voltios	220	220	Ok(figura)
Termómetro	Homogeneizador	° Centígrados	35	30-50°	Ok
Luxómetro	Área de básculas	Luxes	400	Mínimo 300	Ok
Cámara infrarroja	Tablero principal	° Centígrados	45	Máximo 60	Ok

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

Los consumos de vapor, electricidad y agua de este proceso se detallan a continuación:

Tabla 21.**Consumo de vapor por equipos de Fraccionamiento # 6 (enero-junio 2018)**

Operación	Equipos	Ton Vapor/hora	Horas	Consumo
Homogenización	Serpentín homogeneizador	0,8	92	73,7
	Intercambiador de calor	0,05	0	0,0
Filtración	Intercambiador de Estearina	0,5	814	406,8
	Serpentín tolva de estearina	0,6	814	488,2
	Intercambiador de Oleína	0,05	509	25,4
	Venas de calentamiento para tuberías	0,05	509	25,4
Almacenamiento	Serpentín tanques	0,7	407	284,8
	Venas de calentamiento para tuberías	0,05	407	20,3
				1.324,6

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

Tabla 22.**Consumo de energía eléctrica por equipos de Fraccionamiento # 6 (enero-junio 2018)**

Operación	Equipos	cantidad	Kw-total	Horas	Consumo
Materia Prima	Motor bomba producto	2	11,5	2.240	8.947
Homogenización	Motor bomba producto	1	9,2	2.034	11.929
Cristalización	Motor bomba transferencia producto	2	25,9	3.361	26.980
	Motor bomba de recirculación agua	3	11,8	4.271	10.134
Sistema de Enfriamiento	Motor Hidráulico	1	5	1.831	5.835
	Motor bomba de agua	5	43	10.170	55.757
	Compresores de Chiller	1	60	1.526	54.460
Filtración	Motor bomba transferencia producto	8	50	10.906	42.747
	Motor bomba de recirculación agua	1	1,3	2.034	1.686
	Motor bomba de presurización	2	40,5	3.051	40.521
	Sistema hidráulico filtro prensa	1	705	1.224	6.808
Almacenamiento	Central de aire	1	20	944	12.033
	Motor bomba transferencia producto	3	15	1.831	10.211
	Motor agitador del producto	4	23	2.441	8.947
Iluminación	Fluorescentes	72	0,058	1.017	4.247
	LED	12	0,018	1.017	220
	Lámparas 400	2	0,400	833	666
					302.129

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

Tabla 23.

Consumo de agua por equipos de Fraccionamiento # 6 (enero-junio 2018)

Operación	Equipos	Consumo m ³
Sistema de Enfriamiento	Torre de enfriamiento	653
	Tanque de agua 1078A	41
	Tanque de agua 1078/16	6
	Servicios generales	35
		735

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

Fraccionamiento # 7

Esta línea tiene una capacidad de procesar 90 ton/día de palmiste blanqueado, trabaja con 2 personas por turno, en tres turnos al día, con un coordinador a cargo. Su tasa de ocupación es de 77%. En el diagrama de la figura 55 se muestran las operaciones que componen el proceso de fraccionamiento #7.

DIAGRAMA DE FLUJO FRACCIONAMIENTO 7

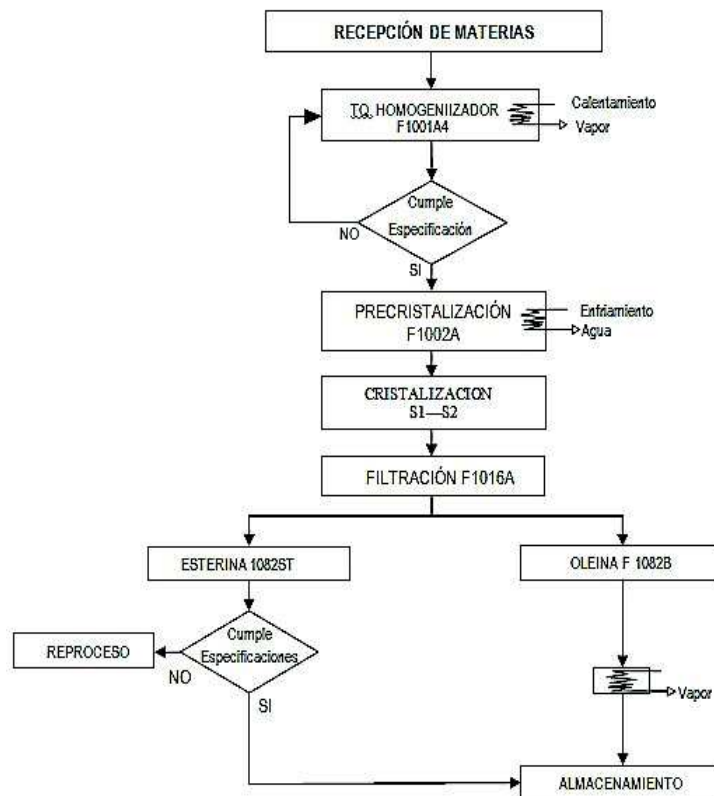


Figura 55. Diagrama de Flujo de Fraccionamiento # 7

Fuente: Planta Fraccionamiento 7. La Fabril S.A.

El proceso productivo del Fraccionamiento 7 inicia con la recepción de materia prima, el aceite de palmiste se pesa y luego se calienta con vapor para su homogenización, se realizan análisis de control de calidad para después pasar a la etapa de cristalización dinámica (agitación y enfriamiento por serpentín), en este proceso se incorpora una segunda cristalización denominada cristalización estática (sin agitación, en recamaras tipo placas), una vez concluida la curva de cristalización pasan al filtro prensa para la separación de las fracciones y su posterior almacenamiento. Se cuenta con un cristizador dinámico y dos cristalizadores estáticos que trabajan alternadamente para dar continuidad a la etapa de filtración. Esta planta trabaja con un filtro Filox de 30 Bar de presión. La secuencia de estas operaciones se describe en las figuras 55 y 56.

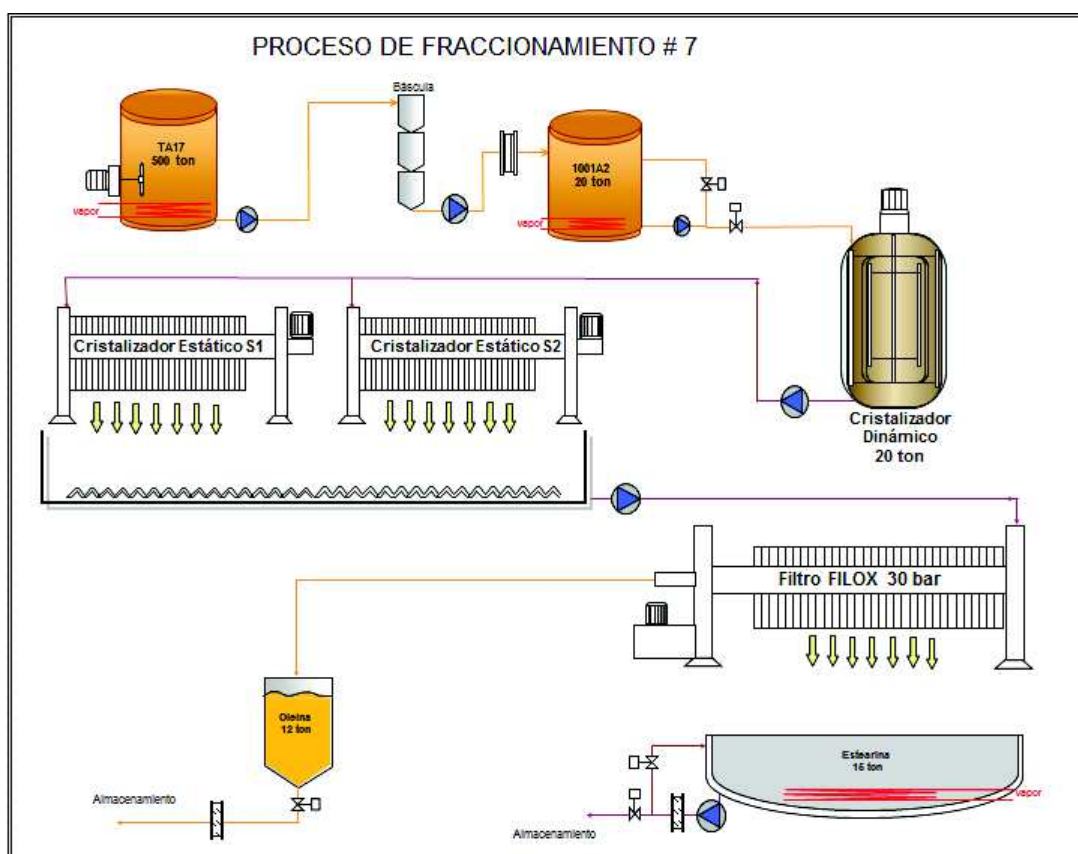


Figura 56. Esquema de proceso de producción de Fraccionamiento # 7
Fuente: Auditoría energética

Durante el recorrido de la auditoría se tomaron mediciones para establecer los consumos reales de los equipos de esta línea de producción.



Figura 57. Medición de temperatura tanque de condensados
Fuente: Auditoría energética

Tabla 24.
Mediciones de áreas y equipos de Fraccionamiento #7

Instrumento	Área o equipo	Unidad	Lectura	Estándar	Estatus
Pinza amperimétrica	Motor bomba PF10016	Amperios	50	Máximo 50	Ok
Multímetro	Motor Bomba PF1001A	Voltios	220	220	Ok
Termómetro	Colector de condensados	° Centígrados	80	80-90°	Ok(figura)
Luxómetro	Sala de cristalizadores estáticos	Luxes	450	Mínimo 300	Ok
Cámara infrarroja	Tablero principal	° Centígrados	45	Máximo 60	Ok

Elaborado por: Ing. Luis Mero
Fuente: Auditoría energética

Los consumos de vapor, electricidad y agua de este proceso se detallan a continuación:

Tabla 25.
Consumo de energía eléctrica por equipos de Fraccionamiento # 7 (enero-junio 2018)

Operación	Equipos	cantidad	Kw-total	Horas	Consumo
Materia Prima	Motor bomba producto	2	11,5	5.363	19.659
Homogenización	Motor bomba producto	1	9,2	3.352	19.659
Cristalización	Motor bomba transferencia producto	2	25,9	5.363	44.328
	Motor bomba de recirculación agua	3	3	9.050	22.598
	Motor Hidráulico	1	5	3.017	9.616
Sistema de Enfriamiento	Motor bomba de agua	5	43	15.420	86.331
	Compresores de Chiller	1	105	1.987	132.977
Filtración	Motor bomba transferencia producto	6	48	13.073	65.581
	Motor bomba de recirculación agua	1	1,3	2.011	1.668
	Motor bomba de presurización	1	51	2.011	65.389
	Sistema hidráulico filtro prensa	1	7,5	2.011	9.616
Almacenamiento	Central de aire	1	20	939	11.967
	Motor bomba transferencia producto	2	4	1.006	2.564
	Motor agitador del producto	1	15	2.012	9.616
Iluminación	Fluorescentes	96	0,058	1.676	9.332
	LED	30	0,018	1.676	905
	Lámparas 400	4	0,400	1.676	2.682
					514.488

Elaborado por: Ing. Luis Mero
Fuente: Auditoría energética

Tabla 26.**Consumo de vapor por equipos de Fraccionamiento # 7 (enero-junio 2018)**

Operación	Equipos	Ton Vapor/hora	Horas	Consumo
Homogenización	Serpentín homogeneizador	0,8	152	121,5
	Intercambiador de calor	0,05	0	0,0
Filtración	Intercambiador de Estearina	0,5	855	427,4
	Serpentín tolva de estearina	0,6	838	502,8
	Intercambiador de Oleína	0,05	503	25,1
	Venas de calentamiento para tuberías	0,05	503	25,1
Almacenamiento	Serpentín tanques	0,7	503	352,0
	Venas de calentamiento para tuberías	0,05	503	25,1
				1.479,0

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

Tabla 27.**Consumo de agua por equipos de Fraccionamiento # 7 (enero-junio 2018)**

Operación	Equipos	Consumo m3
Sistema de Enfriamiento	Torre de enfriamiento	2.171
	Tanque de agua 1078A	42
	Tanque de agua 1078/16	6
	Servicios generales	24
		2.243

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

4.2. Análisis de Datos

Energía Eléctrica

De acuerdo con los datos de consumos de electricidad presentados en las figura 16 podemos observar que el mayor consumo registrado fue en el mes de abril 2018 con 738.786 kWh, mientras que el mes con menor consumo fue marzo 2018 con 531.952 kWh.

En la figura 58 se muestra el consumo de electricidad por línea de producción durante el periodo de estudio. La línea de Fraccionamiento 5 aparece como el mayor usuario con 1.110.851 kWh y el Fraccionamiento 6 el menor con 302.129 kWh.

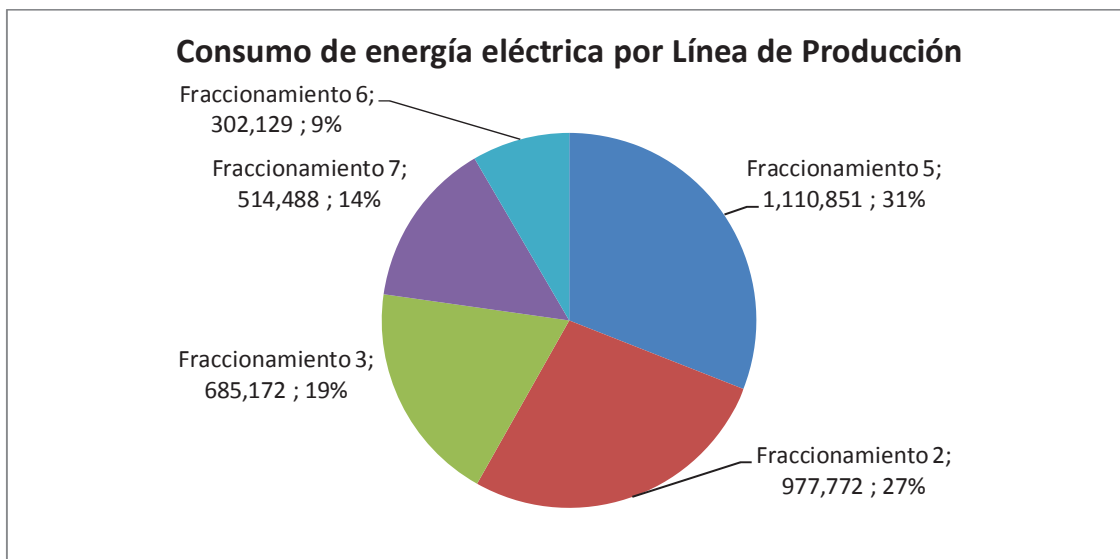


Figura 58. Consumo de electricidad por línea de producción
Fuente: Auditoría energética

Debido a la gran cantidad de equipos y maquinarias existentes por cada línea de producción se realizó un Diagrama de Pareto con los consumos de electricidad por operación de todas las líneas de fraccionamiento. Este Diagrama de Pareto nos permite determinar estadísticamente los pocos elementos que concentran el consumo de energía eléctrica, los usos significativos.

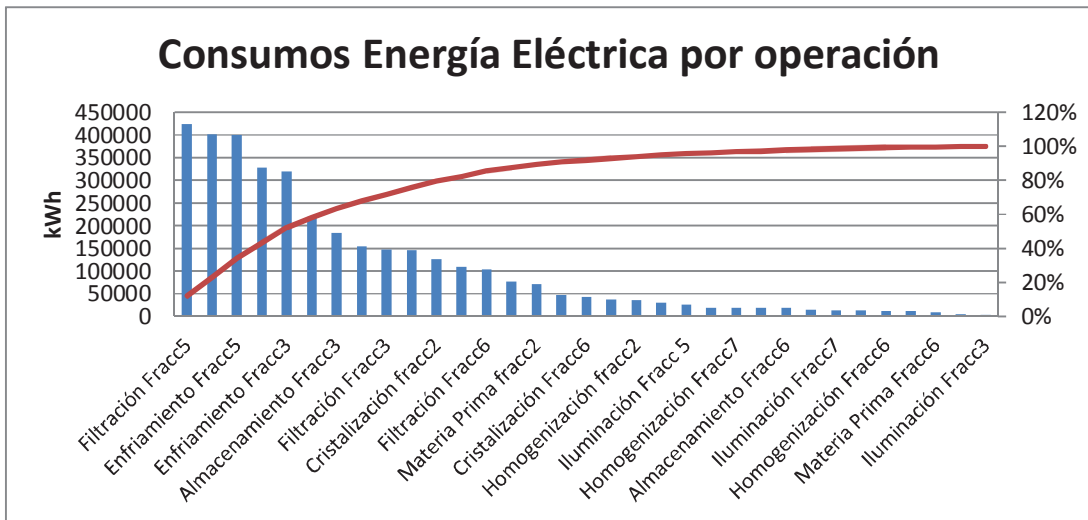


Figura 59. Diagrama de Pareto de uso de electricidad por operaciones del fraccionamiento
 Fuente: Auditoría energética

Según la figura 59 las operaciones de: filtración y enfriamiento de los Fraccionamientos 2 y 5, agrupan un consumo de 1.553.049 kWh, esto es un 43% del total de energía eléctrica utilizada en la planta.

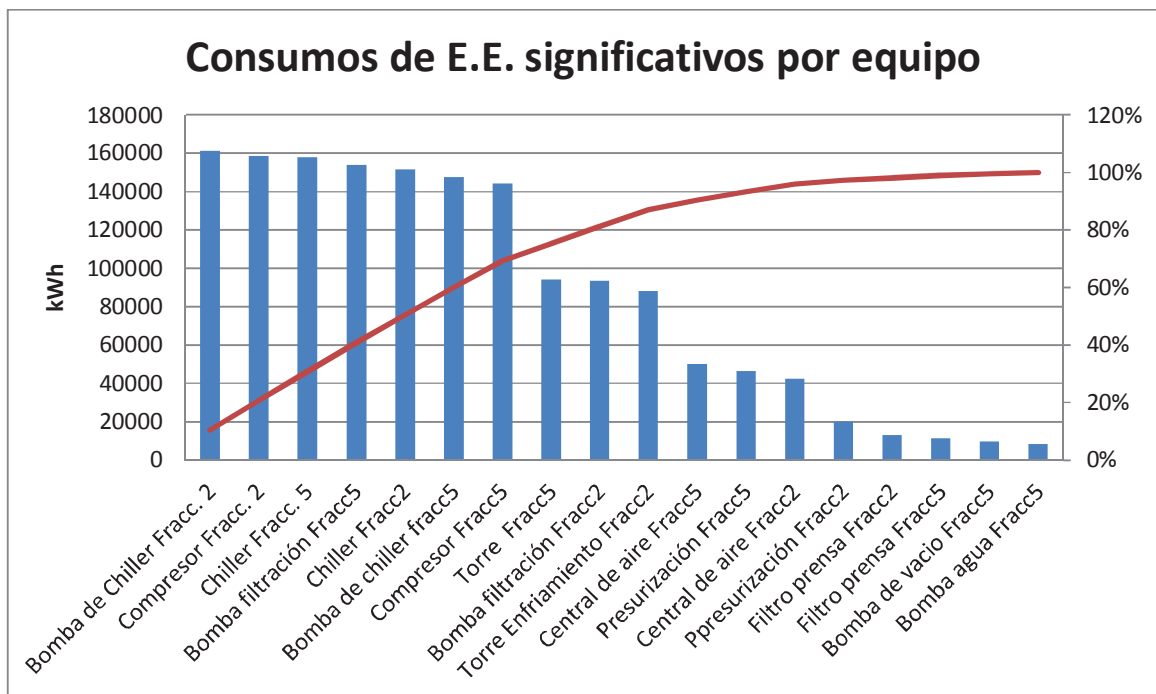


Figura 60. Diagrama de Pareto por equipo a los principales usos de electricidad
 Fuente: Auditoría energética

Para la identificación de oportunidades de mejora, fue necesario aplicar un Diagrama de Pareto a los consumos por equipos y maquinarias que se encuentran agrupados en estas cuatro operaciones identificadas como significativas. La figura 60 nos muestra los equipos y maquinarias de mayor consumo para su evaluación como posibles objetos de optimización en el uso de electricidad.

Tabla 28.
Elementos con usos significativos de energía eléctrica

Equipo - Máquina	Consumo kWh	Acumulado kWh	Consumo %	Acumulado %
Bomba de agua Chiller Fracc2	161.403	161.403	4,5%	4%
Compresor aire Fracc2	158.699	320.102	4,4%	9%
Compresores chiller Fracc5	158.000	478.102	4,4%	13%
Bomba filtración Fracc5	154.137	632.239	4,3%	18%
Compresores de chiller Fracc2	151.627	783.866	4,2%	22%
Bomba de agua chiller fracc5	147.592	931.458	4,1%	26%
Compresor aire Fracc5	144.431	1.075.889	4,0%	30%

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

Entre los equipos y maquinarias de mayor consumo de electricidad tenemos:

- a) **Bombas de agua chillers Fraccionamientos 2 y 5.** Los motores de estas bombas de 20 Kw y 30 HP respectivamente, tienen la función de transportar agua desde la torre de enfriamiento hacia las unidades de agua helada (chiller), para enfriar el refrigerante. En este punto se evidencia que estas bombas pasan encendidas permanentemente desde el inicio de la operación de la planta hasta la parada de la misma, pero en este mismo lapso de tiempo la unidad de enfriamiento, a la que presta servicio esta bomba, deja de funcionar automáticamente cuando el agua helada alcanza la temperatura establecida para la operación.
- b) **Compresores de aire 90 HP y chiller de Fraccionamientos # 2 de 105 HP.** Ambos equipos tienen más de 15 años de operación, con lo cual han cumplido su ciclo de vida útil, han sido objetos de intervenciones mayores como reparación de la unidad compresora en caso del compresor de aire y en caso del chiller reparación por vibración, cambio de evaporador entre otras.

- c) **Compresores de aire 120 HP y chiller de Fraccionamiento # 5 de 105 HP.** Estos equipos trabajan con normalidad y se cumple con el mantenimiento preventivo de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes
- d) **Bomba de Filtración de Fraccionamiento #5 de 4 kW.** La filtración es una operación directamente relacionada con la calidad de los productos obtenidos en los fraccionamientos por lo tanto el mantenimiento y estado de este equipo se realiza periódicamente.

Vapor

En la figura 61 se muestra el consumo de vapor por línea de producción de la planta de fraccionamiento durante el periodo de estudio (enero-junio 2018). La línea de Fraccionamiento # 5 aparece como el mayor usuario con 2.030 toneladas de vapor y el Fraccionamiento # 3 el menor con 471 toneladas de vapor.

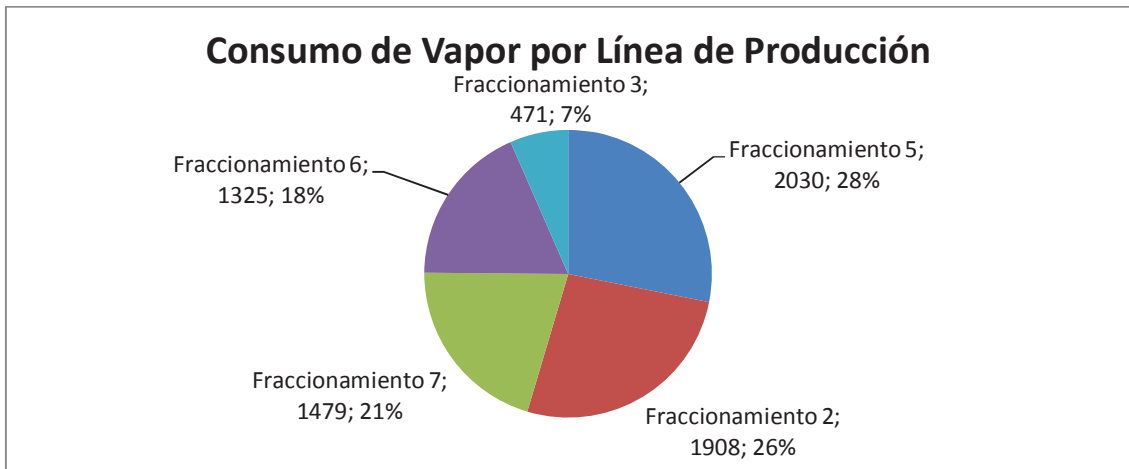


Figura 61. Consumo de vapor por línea de producción
Fuente: Auditoría energética

Para determinar los usos significativos de vapor aplicamos un Diagrama de Pareto con los consumos de vapor por operación de cada las líneas de fraccionamiento.

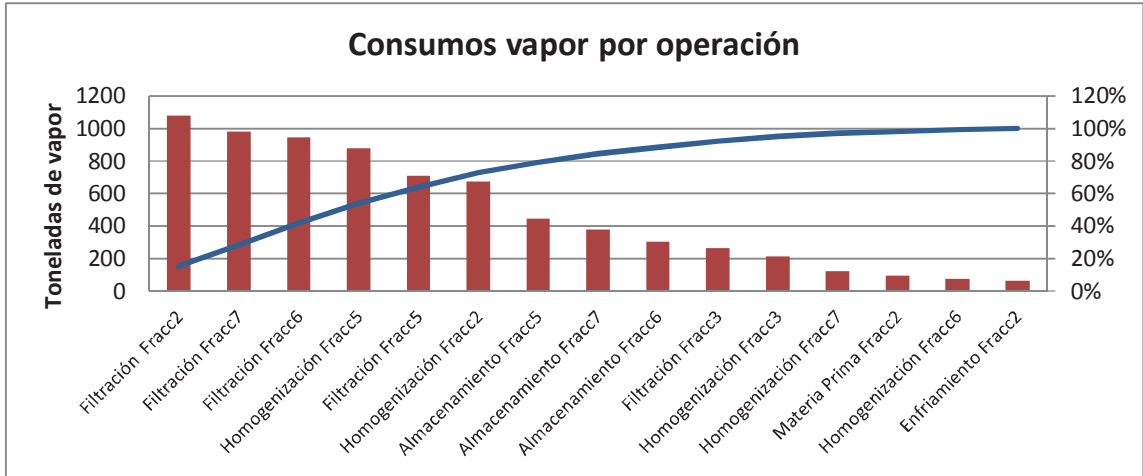


Figura 62. Diagrama de Pareto de uso de vapor por operaciones del Fraccionamiento
Fuente: Auditoría Energética

Según la figura 62 las operaciones de filtración de las líneas de fraccionamientos # 2, 5, 6 y 7, la homogenización de los fraccionamientos # 2, #5 y el almacenamiento de Fraccionamiento # 5 agrupan un consumo de 5.711 toneladas de vapor, esto es un 79% del total de vapor que se utilizó en la planta.

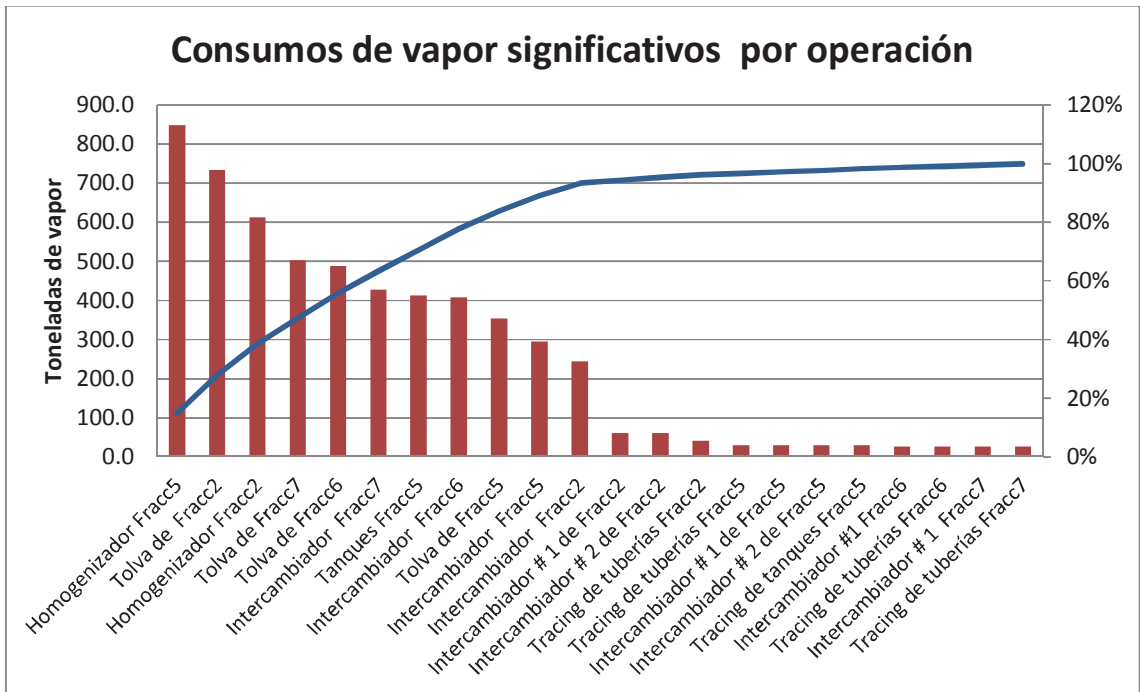


Figura 63. Diagrama de Pareto por equipo a los principales usos de vapor
Fuente: Auditoría energética

Para la identificación de oportunidades de mejora, fue necesario aplicar un Diagrama de Pareto a los consumos por equipos y maquinarias que integran estos tres grupos de operaciones identificadas como significativas. La figura 63 nos muestra los equipos y maquinarias de mayor consumo para su evaluación como posibles objeto de optimización en el uso de vapor.

Tabla 29.
Equipos con consumos significativos de vapor

Equipo	Consumo Ton-vapor	Acumulado Ton-vapor	Consumo %	Acumulado %
Serpentín homogeneizador F5	850	850	12%	12%
Serpentín tolva de estearina F2	734	1.584	10%	22%
Serpentín homogeneizador F2	612	2.196	8%	30%
Serpentín tolva de estearina F7	503	2.699	7%	37%
Serpentín tolva de estearina F6	488	3.187	7%	44%
Intercambiador de Estearina F7	427	3.614	6%	50%
Serpentín tanques F5	413	4.028	6%	56%
Intercambiador de Estearina F6	407	4.434	6%	61%

Elaborado por: Ing. Luis Mero
Fuente: Auditoría energética

Entre los equipos y maquinarias de mayor consumo de vapor tenemos:

- a) **Serpentines e intercambiadores de Fraccionamientos 6 y 7.** Estos elementos transfieren el calor del vapor para fundir las tortas de grasas del proceso de filtración con la finalidad de bombearlas a sus respectivos tanques de almacenamiento. Las estearinas de palmiste resultantes de estos 2 procesos se funden generalmente de 35 a 40° Celsius.
- b) **Serpentín de tanque de almacenamiento de Fraccionamientos 5.** Este serpentín de calentamiento se utiliza para mantener líquida la estearina de palma en su tanque de almacenamiento para su despacho. Se evidencia que este tanque (TA17), requiere calentamiento permanentemente pero no cuenta con aislamiento térmico para mantener su temperatura.

- c) **Serpentines de homogenizadores y tolvas de Fraccionamiento 2 y 5.** Estos equipos trabajan con normalidad, se inspeccionan mensualmente y se cumple con el mantenimiento preventivo.

Agua

De acuerdo con los datos de consumos de agua presentados en la figura 81 podemos observar que el mayor consumo registrado fue en el mes de abril 2018 con 3.078 metros cúbicos de agua, mientras que el mes con menor consumo fue junio 2018 con 1.903 metros cúbicos.

En la figura 64 se muestra el consumo de agua por planta durante el periodo de estudio. La línea de Fraccionamiento 5 aparece como el mayor usuario con 4.456 metros cúbicos de agua y el Fraccionamiento 6 el menor con 735 metros cúbicos.

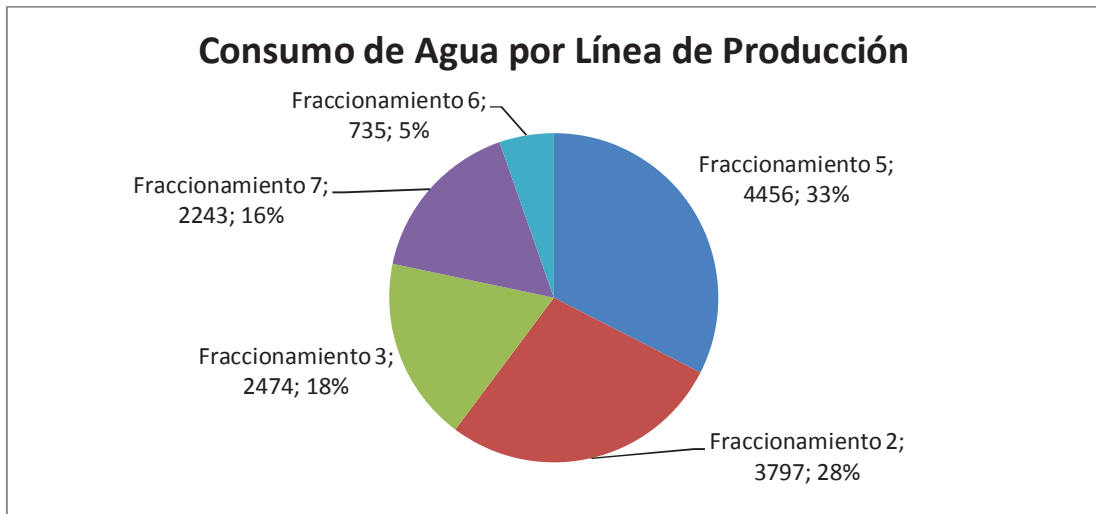


Figura 64. Consumo de agua por línea de producción
Fuente: Auditoría energética

Según la figura 65, el 90% del consumo de agua es para el funcionamiento de las torres de enfriamiento.

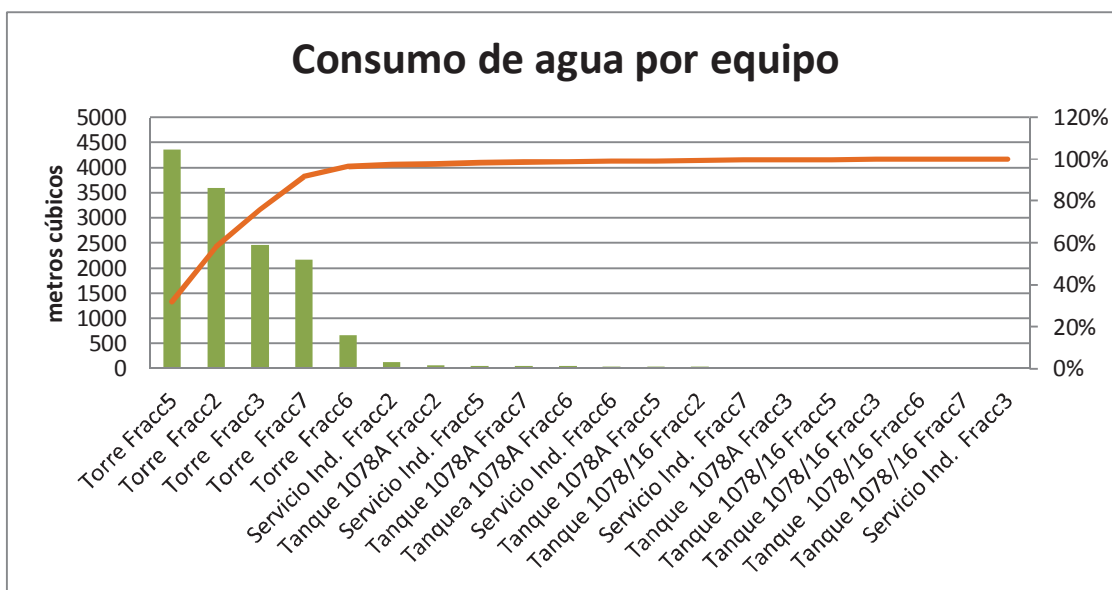


Figura 65. Diagrama de Pareto por equipo a los principales usos de agua
Fuente: Auditoría energética

El consumo de agua en las torres de enfriamiento se debe a la necesidad de purga y reposición, esto se realiza con el objetivo de mantener los parámetros de operación requeridos para el correcto funcionamiento de este equipo.

4.2.1. Balance Energético

El balance energético es un instrumento que nos permite gestionar los usos finales de los energéticos y su eficiencia, este balance se efectuó sobre mediciones directas a través de la auditoría energética.

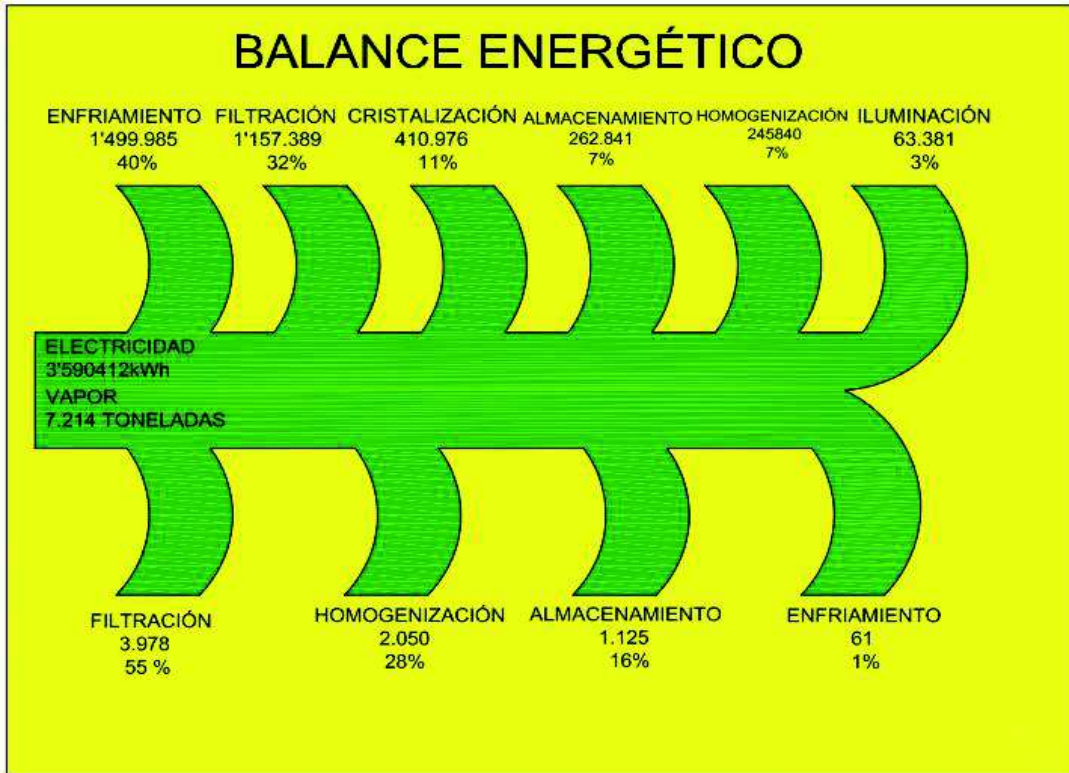


Figura 66. Balance energético Planta de Fraccionamiento (enero-junio 2018)
Fuente: Auditoría energética

Como se aprecia en la figura 66, el principal uso de energía eléctrica es la operación del sistema de enfriamiento de agua con 1'499.984 kWh en los seis meses de estudio, lo que representa el 40% de electricidad utilizada en esta planta.

En el balance energético se determina que la operación de filtración es la de mayor consumo de vapor con 3.978 toneladas de vapor lo que representa un 55% del total consumido en el periodo de estudio (enero-junio 2018).

En la figura 67 y 68, se muestra el consumo electricidad y vapor de las líneas de producción por cada operación del fraccionamiento. En la figura 68, resalta el consumo de vapor en Fraccionamiento #2, el cual se utiliza para calentar mediante un serpentín, agua del sistema de enfriamiento, las otras líneas no calientan agua por este método.

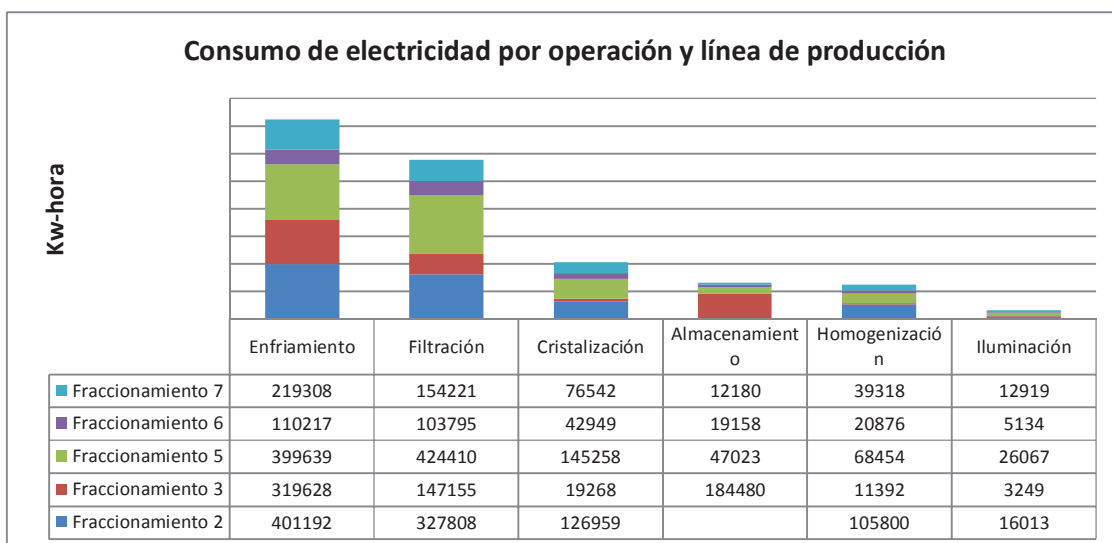


Figura 67. Consumo de electricidad por operación y línea de producción.
Fuente: Auditoría energética

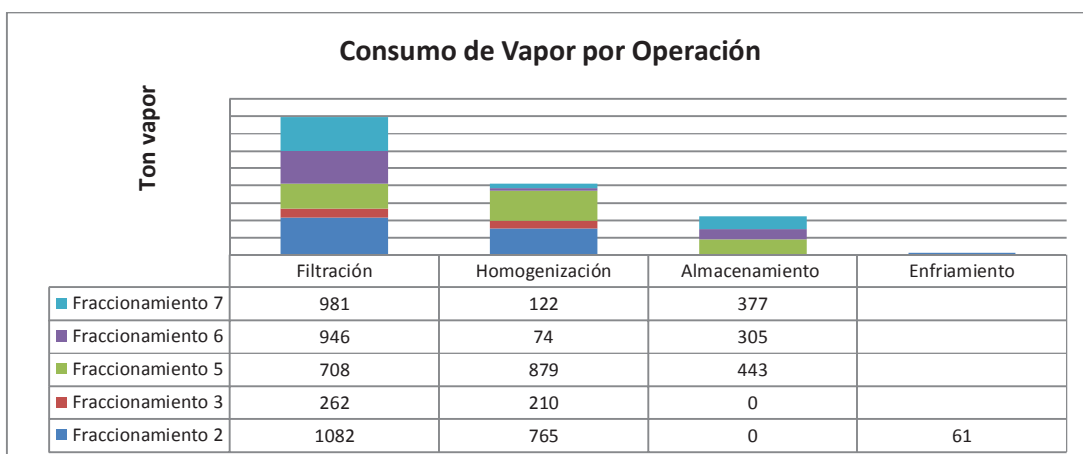


Figura 68. Consumo de vapor por operación y línea de producción.
Fuente: Auditoría energética

4.2.2. Informe de Auditoría

Previo a la presentación del informe de auditoría, se cumple con la reunión de enlace para revisar los hallazgos, no conformidades y asegurar que el alcance de la auditoría sea cubierto.



Figura 69. Reunión del equipo auditor-preparación del informe final de auditoría
Fuente: Auditoría energética

En el anexo # 5, se presenta el Informe de Auditoría Energético de acuerdo a los lineamientos del procedimiento de auditoría interna de la Fabril, en el mismo se describen los aspectos generales, objetivos, alcance, líneas de producción a auditar y el equipo auditor. En este documento también se presentan los criterios sobre los que se desarrolló la auditoría, que para este caso son los requisitos legales aplicables, la Norma ISO 50001:2011, la documentación de los sistemas de gestión implantados en esta compañía y los procedimientos de trabajo de esta planta de producción.

Este informe contiene las fechas, método de auditoría y finalmente se presentan los hallazgos encontrados en las siguientes tres categorías:

Fortalezas.

Conocimiento del proceso de fraccionamiento y apertura por parte del equipo auditado para desarrollar la presente auditoría. También se evidencia la disposición para la verificación de los registros y documentación existentes en las líneas de producción de Fraccionamiento.

No Conformidades.

Se evidencia que durante la operación del sistema de enfriamiento de la Planta de Fraccionamiento las bombas que transportan agua desde las torres de enfriamiento hacia

los condensadores de los chillers permanecen prendidas todo el tiempo operativo, aun cuando los chillers paralizan su funcionamiento cuando el agua helada alcanza la temperatura deseada, incumpliendo los principios de eficiencia y mejora continua descritos en la política de la compañía.

Durante la auditoria energética se evidencia que el tanque de vapor condensado de la planta de Fraccionamiento se mantiene entre 80 y 90 °C, una vez que alcanza el nivel alto se bombea de vuelta al caldero, se aprecia que este condensado tiene energía térmica que no se está aprovechando, incumpliendo principios de optimización descritos en los programas ambientales del área.

Se evidencia que el tanque TA17 de Fraccionamiento 5 de 500 toneladas de capacidad para el almacenamiento de estearina con punto de fusión 45-55 °C a pesar que es un tanque que requiere vapor para mantener el producto líquido, no cuenta con aislamiento térmico para reducir la cantidad de calor perdido por estar al ambiente, se incumple políticas de uso eficiente de los recursos.

Observación.

Se evidencia que existen registros de consumos de electricidad, vapor y agua, así como programas ambientales para controlar el consumo de estos energéticos. Estos registros se llevan de manera global por toda la planta de Fraccionamiento y no por línea de producción lo que restringe una gestión apropiada de los recursos energéticos en los puntos de usos significativos identificados durante esta auditoría.

4.2.3. Línea Base

De acuerdo a la ISO 50001: una línea de base energética es una referencia cuantitativa que proporciona un punto de comparación del desempeño energético. En el siguiente gráfico se establece la línea base para el uso de la energía eléctrica.

Según los datos recopilados se proyecta una reducción del consumo de electricidad de 59.595 kWh en los seis meses de estudio, correspondiente al 1.7% del consumo del

consumo total cuantificado de 3.590.412 kWh. Esto se puede lograr aplicando la propuesta de mejora que se detallan en el capítulo 6.

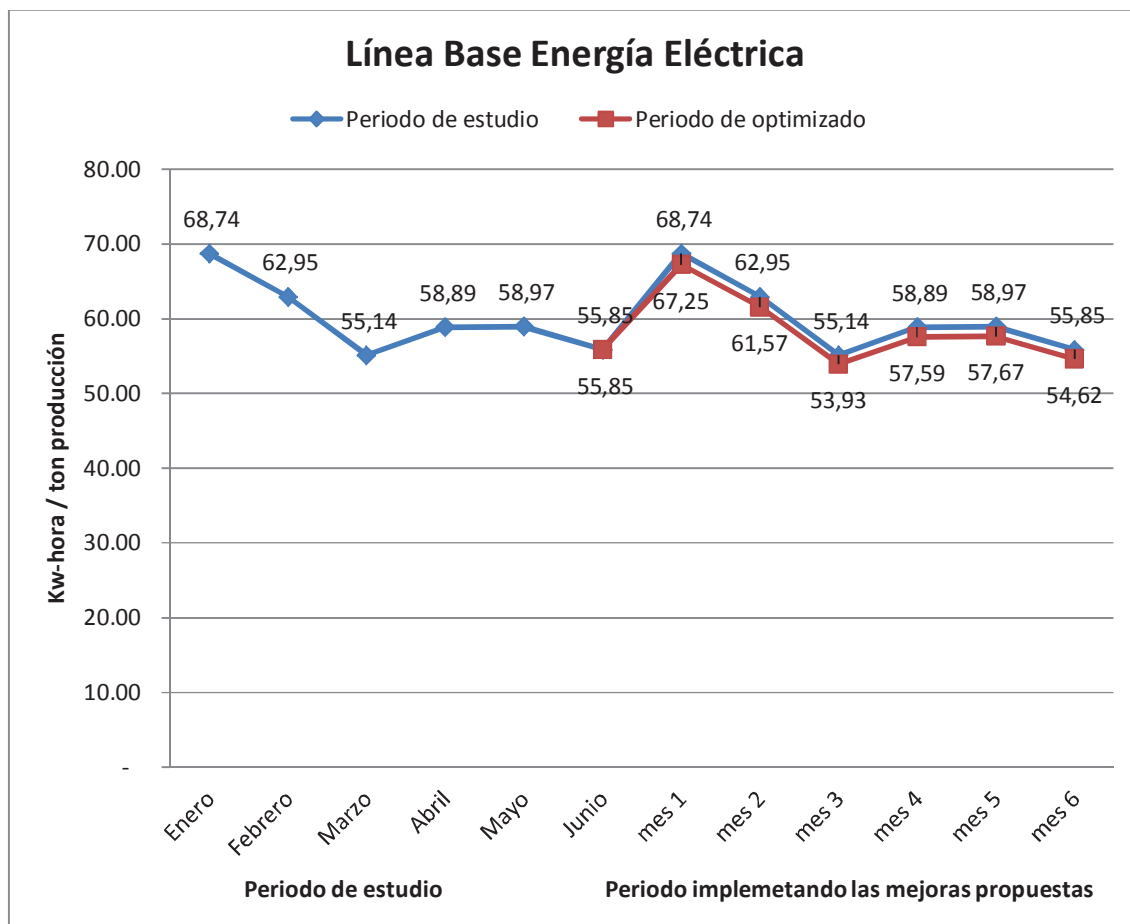


Figura 70. Línea base energía eléctrica de Planta de Fraccionamiento
Fuente: Auditoría energética

Para los consumos de vapor se establece la línea base con los consumos registrados en el periodo de enero a junio del 2018 y se proyecta un ahorro del 19% para un periodo similar con la implementación de las 2 propuestas de mejoras presentadas en el capítulo 6, este 19% corresponde a 1.403 toneladas de vapor.

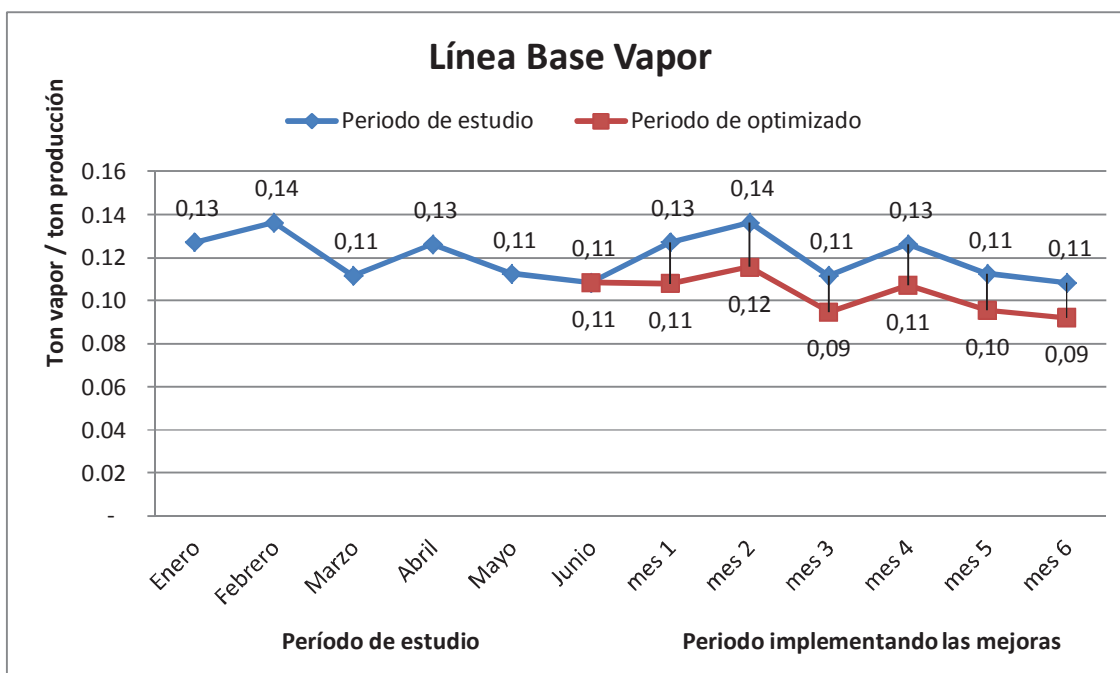


Figura 71. Línea base vapor de Planta de Fraccionamiento
Fuente: Auditoría energética

4.2.4. Reunión de Cierre de Auditoría

Para la reunión de cierre de la auditoría energética se cita a todo el personal de la Planta de Fraccionamiento para transmitir la información de primera mano a los involucrados en la gestión energética de este proceso. La agenda trató los siguientes puntos:

- Agradecimiento al personal auditado por su apertura durante el proceso de auditoría.
- Se reiteró la razón, el alcance y los criterios de la auditoría.
- Identificación de las fortalezas y debilidades encontradas en el área de estudio.
- Seguimiento, acciones correctivas, planes de acción y plazos.
- Preguntas y respuestas.



Figura 72. Reunión con personal de Fraccionamiento para cierre de auditoría
Fuente: Auditoría energética

4.3. Análisis de los resultados

La identificación de oportunidades de mejora en el sistema de gestión energética de la planta de fraccionamiento se fundamentó en el análisis estratégico de la matriz energética vigente.

Durante el proceso de auditoría se evidenció la madurez en el manejo de auditorías del personal de la planta de fraccionamiento. Se contó con la apertura de los auditados para las entrevistas y toma de muestras para las mediciones en sitio.

Las mediciones realizadas a diferentes equipos y áreas de las líneas de producción de fraccionamiento, indican que la planta en general cumple con los rangos establecidos de amperaje, voltaje, luminosidad y temperaturas de operación.

Las tres no conformidades evidenciadas en la planta son de carácter sistémico, es decir, el sistema de gestión actual no las detecta porque no se ve afectado en la calidad de sus productos ni los volúmenes de producción de las diferentes líneas de fraccionamiento, por lo tanto, pasan desapercibidas en las operaciones diarias de este centro de trabajo.

La observación detectada obedece precisamente al párrafo anterior. Como el caso de las tres no conformidades evidenciadas se pueden tener muchas otras operaciones susceptibles de mejoras, para lo cual se debe contar con un sistema de gestión que busque identificar estas ineficiencias en temas energéticos y someterlas a un proceso de mejora continua.

De acuerdo a lo mencionado, en el anexo # 6 se analiza las causas de las desviaciones evidenciadas para de esta manera dar respuestas objetivas a las no conformidades identificadas en la auditoria energética de acuerdo al procedimiento para realizar correcciones y acciones correctivas PRD.SGC.04 implementado en La Fabril S.A. como parte de su estructura documental ISO.

4.4. Comprobación de la hipótesis

A través de la auditoria energética, se determinan varios puntos con mayor incidencia en el consumo general de energéticos en la planta de fraccionamiento, las operaciones de filtración y el sistema de enfriamiento de agua para la cristalización son los principales usos de la energía eléctrica y térmica en este proceso.

Se pudo identificar que en la operación de las bombas de los chiller se puede ahorrar energía eléctrica, también se puede disminuir el consumo de vapor en el calentamiento de tolvas y el almacenamiento de productos sólidos, lo cual indica que se puede mejorar la eficiencia en el uso de energéticos de esta planta.

Actualmente los consumos de energía eléctrica y vapor se miden en el área de Fraccionamiento pero estos no se gestionan apropiadamente debido a la falta de una metodología, matriz o sistema que permita maximizar la eficiencia en el uso de los recursos energéticos, lo cual confirma la hipótesis planteada de este trabajo de investigación.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Realizada la auditoría energética en la planta de fraccionamiento de La Fabril S.A. se pudo evidenciar:

- La demanda energética de este proceso es 598.402 Kw-h/mes de energía eléctrica y 1.202 toneladas de vapor/mes de energía térmica. Las operaciones en las que se consumen estos energéticos son: sistema de enfriamiento de agua, filtración y cristalización, de las cuales, las líneas de mayor participación son las que procesan aceite de palma, Fraccionamiento # 2 y Fraccionamiento # 5.
- La línea base se estableció mediante los indicadores de rendimiento energético para electricidad 59.66 Kw-h/toneladas de aceite procesado y 0.12 toneladas de vapor consumido / tonelada de aceite procesado, para el periodo de estudio.
- En la operación del sistema de enfriamiento de la Planta de Fraccionamiento, se incumplen los principios de eficiencia y mejora continua descritos en la política de la compañía, esto debido a la falta de elementos de control automático para el encendido y apagado de motores eléctricos de bombas de agua para que trabajen en simultáneo con los Chillers.
- Los condensados de vapor de la Planta de Fraccionamiento se retornan a calderos entre 80 y 90 °C, aun con energía térmica aprovechable, incumpliendo principios de optimización descritos en los programas ambientales del área. Esto a causa de la falta de una estrategia de reutilización del vapor condensado.
- Se evidenció que el tanque TA17 no cuenta con aislamiento térmico para disminuir la cantidad de calor perdido por estar al ambiente. Esta práctica incumple políticas de uso eficiente de los recursos, debido a la falta de acondicionamiento del tanque.

5.2. RECOMENDACIONES

- El sistema de aire comprimido es otro de los usos significativos identificados en la planta de fraccionamiento, se recomienda realizar un estudio especializado del funcionamiento del sistema de aire comprimido. El balance entre la capacidad de generación y almacenamiento de aire comprimido es un tema que necesita mayor tiempo y tecnología para su análisis, este estudio puede traer muchos beneficios a la Planta de Fraccionamiento tanto energéticos, ambientales y económicos.
- La iluminación de las áreas representa un 2% del consumo de energía eléctrica en la planta de fraccionamiento, se recomienda evaluar los beneficios del cambio de iluminación de lámparas fluorescente que aún existen en varias secciones de la planta a iluminación LED y colocar sensores de movimiento en zonas de poco tráfico del personal de trabajo.
- Realizar un estudio técnico-económico para la evaluar la sustitución de motores antiguos por otros de alto rendimiento como una alternativa de ahorro y continuar con la mejora de la eficiencia energética de la planta de Fraccionamiento de aceites y grasas de La Fabril.

CAPITULO VI

6. PROPUESTA.

“APLICACIÓN DE LAS OPORTUNIDADES DE MEJORA IDENTIFICADAS EN LA AUDITORIA ENERGÉTICA DE LA PLANTA DE FRACCIONAMIENTO DE LA FABRIL S.A, CANTÓN MONTECRISTI”

1. JUSTIFICACIÓN

Uno de los programas de excelencia operacional de La Fabril S.A. para maximizar la eficiencia en sus procesos es el denominado E.V.A. (electricidad, vapor, agua), este define estrategias para mejorar los indicadores de consumo de electricidad, vapor, agua en las operaciones de esta compañía.

Como la energía es un elemento fundamental en el desarrollo de las industrias, su uso eficiente debe ser uno de sus principales objetivos, ya que representa un factor importante en el desarrollo de la competitividad, en consecuencia la auditoría energética realizada a la Planta de Fraccionamiento evaluó el desempeño energético de las operaciones en sus centros de trabajo o líneas de producción y se analizaron sus consumos significativos para proponer la implementación de medidas que mejoren su eficiencia en el uso de los energéticos.

La aplicación de la presente propuesta de mejora va encaminada a optimizar el uso de los recursos energéticos como son vapor y electricidad, manteniendo sus estándares de la calidad, productividad, seguridad de sus colaboradores y sin generar mayor impacto ambiental que la situación inicial.

2. FUNDAMENTACIÓN

El uso eficiente de la energía además de los beneficios ambientales que trae por la disminución del consumo de combustibles de origen fósil, también logra beneficios económicos importantes que elevan la competitividad de las empresas. Siendo la auditoría

energética el paso fundamental para la identificación de la situación actual del consumo de los distintos energéticos. Palacios (2015).

En la gestión energética el concepto de mejora puede abordar una gran diversidad de actividades en este caso como producto de la auditoría energética a la Planta de Fraccionamiento de La Fabril S.A. se identificaron aspectos como:

Ahorro de energía eléctrica

La eficiencia energética eléctrica se plantea como una metodología para el análisis y tratamiento de los problemas del creciente consumo. Duran (2009). Por otro lado Linares [2] afirma que el ahorro energético se apunta desde numerosas instituciones, como la alternativa con mayor potencial y rentabilidad para reducir las emisiones de CO₂.

Ahorro de energía térmica (vapor)

En la configuración clásica, la principal estrategia de optimización de los procesos de los usos finales consiste en eliminar o reducir la cantidad de vapor que usa el proceso. Esto implica mejorar la eficiencia del proceso, eliminando así los usos inapropiados del vapor ONUDI (2014).

Implementar un Sistema de Gestión Energética.

Un sistema ISO 50001 es altamente recomendable para empresas que ya cuenten con sistemas de gestión certificados (ISO 9001, ISO 14001, HACCP, etc.) y además cuenten con programas y/o iniciativas en eficiencia energética. La gestión de la energía es clave para mejorar en temas relacionados con eficiencia energética y contar con un SGE permite que la mejora continua sea consistente en el tiempo, Laire (2013).

3. OBJETIVOS

Implementar las oportunidades de mejoras identificadas en la auditoría energética realizada a la Planta de Fraccionamiento, para optimizar el uso de los recursos electricidad

y vapor enfocados en la eficiencia energética, impactando el indicador por toneladas producidas.

4. IMPORTANCIA

El uso eficiente de la energía resulta esencial para el futuro y ahorrar energía proporciona mejoras tanto económicas como ambientales, la importancia en la implementación de esta propuesta de mejoras conlleva beneficios para la empresa como:

- a) Reducir el consumo de energía eléctrica en el bombeo de agua de enfriamiento a los condensadores de chiller mientras estos no estén operativos.
- b) Utilizar el calor remanente de los condensados del vapor de los Fraccionamientos 5, 6 y 7, en los serpentines de productos semisólidos de las líneas 6 y 7, reduciendo así el uso de vapor directo.
- c) Reducir la pérdida de calor en el tanque de almacenamiento de grasas sólidas, optimizando así el uso de vapor para mantener la temperatura de este producto.

5. UBICACIÓN SECTORIAL

El presente proyecto de investigación está ubicado en la Fabril S.A, km 5 ½ de la vía Manta Montecristi, en la Planta de Fraccionamiento de aceites y grasas, área ubicada geográficamente a 0° 59' 42.9" S 80° 41' 22.7" O, elev. 70 m alt. 283 m.



Figura 73. Ubicación Planta de Fraccionamiento
Fuente: Auditoría energética

6. FACTIBILIDAD

Esta propuesta tiene dos partes fundamentales en su aplicación, la primera consiste en el plano operativo para lo cual se plantean tres obras, las cuales requieren una inversión económica, pero que mejoran el desempeño energético en dichas actividades y generarán ahorro de recursos. La segunda etapa es estructural, la cual busca mejorar día a día la forma en que se gestiona la eficiencia energética en la Planta de Fraccionamiento, esto mediante la implementación del Sistema de Gestión Energética bajo los lineamientos de ISO 50001, esta no requiere inversión para su ejecución, ya que se cuenta con la auditoría energética realizada en la presente investigación y las bases de las certificaciones en ISO 9001 e ISO14001 que tiene La Fabril S.A.

En base a estos criterios podemos concluir que el proyecto es factible para su ejecución en las instalaciones de la Planta de Fraccionamiento de Aceites y Grasas de La Fabril S.A.

7. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Como resultado de la auditoría energética a la Planta de Fraccionamiento de Aceites y Grasas de La Fabril S.A. se evidenciaron tres No Conformidades sobre el uso eficiente de la energía en sus procesos productivos, esos hallazgos más la oportunidad de mejora identificada en el sistema, son la base para el desarrollo de la propuesta de mejoras descrita a continuación:

- a. **Motores de bombas de alimentación de agua a los condensadores de los Chiller.**- Como se indicó en el análisis de datos del capítulo 4, los motores de las bombas que envían agua desde las torres de enfriamiento a los condensadores de los chiller pasan encendidas el 100% del tiempo operativo, no así los chiller, los cuales se apagan automáticamente cuando el agua helada alcanza la temperatura deseada. Estas diferencias de tiempo efectivo de operación la podemos apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 30.
Variación en horas de operación de bombas de agua a chiller (enero-junio 2018)

	Horas de operación por chiller	Horas de operación de bombas de agua a chiller	Diferencia
Chiller Fraccionamiento 2	2.265	Motor bomba de agua F2 3.688	-1.423
Chiller Fraccionamiento 5	2.360	Motor bomba de agua F5 3.934	-1.574
Chiller Fraccionamiento 6	1.424	Motor bomba de agua F6 2.034	-610
Chiller Fraccionamiento 7	1.987	Motor bomba de agua F7 3.352	-1.365

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

La propuesta para mejorar este consumo de energía innecesario, es colocar arrancadores automáticos suaves a los motores eléctricos de estas bombas, para que trabajen en simultáneo con los chillers y una vez que estos se apaguen, también lo hagan las bombas, dejando de consumir kWh por el trabajo innecesario de los motores de estas bombas.

Tabla 31.
Ahorro de energía eléctrica en los motores de las bombas de agua a chiller

Equipo	Horas	kWh	Ahorro (kWh)
Bomba chiller Fraccionamiento 2	1423	12,75	18.143
Bomba chiller Fraccionamiento 5	1574	14,34	22.571
Bomba chiller Fraccionamiento 6	610	9,56	5.832
Bomba chiller Fraccionamiento 7	1365	9,56	13.049
			59.595

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

La reducción en la demanda de energía en estas horas representará ahorros anuales en el gasto de electricidad, calculado en la siguiente tabla:

Tabla 32.
Ahorro en consumo de electricidad en bombas de chiller

Horas ahorradas en la operación simultánea bombas-chillers	Consumo kW	Costo kWh	Ahorro USD
Motor bomba de agua F2	2.846	\$ 0,0756	\$ 2.743
Motor bomba de agua F5	3.148	\$ 0,0756	\$ 3.413
Motor bomba de agua F6	1.220	\$ 0,0756	\$ 882
Motor bomba de agua F7	2.730	\$ 0,0756	\$ 1.973
			\$ 9.011

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

- b. **Serpentines de tolvas de estearina de Fraccionamientos 6 y 7.** Para optimizar el uso del vapor en esta operación de fundición de estearina de palmiste, se propone

utilizar el calor remanente del condensado de vapor, de esta manera se reduce el consumo actual de vapor. Las tolvas de Fraccionamiento # 6 y Fraccionamiento # 7 utilizan vapor directo en sus serpentines para la fundición de la estearina de palmiste que almacenan, el vapor una vez que transfiere el calor, se condensa y pasa al tanque colector # 1, para su posterior devolución al área de calderos. En el esquema que se plantea (según la figura 68), Se instalará el tanque de condensados # 2, con el objetivo de almacenar mayor cantidad de condensados de vapor y mediante una bomba se mantendrá recirculando el condensado a través de los serpentines de las tolvas de Fraccionamiento # 6 y Fraccionamiento # 7 y así mantener caliente la estearina de palmiste que se almacenan en estas tolvas, sin consumir vapor directo en esta operación.

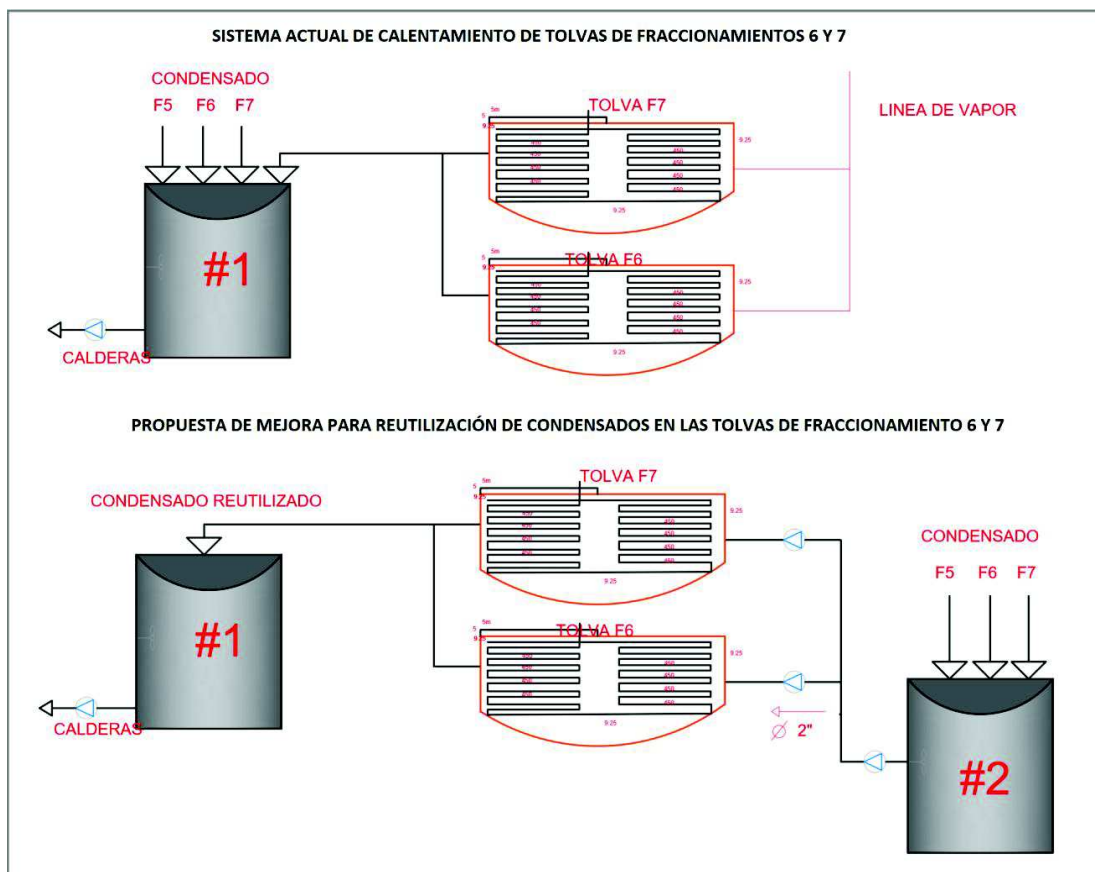


Figura 74. Esquemas actuales y propuestos de calentamiento de tolvas Fraccionamiento 6 y 7.
Fuente: Auditoría energética

Los consumos de vapor en estos dos equipos se detallan a continuación:

Tabla 33.**Consumo de vapor en tolvas de Fraccionamientos # 6 y 7**

Equipos	Toneladas Vapor/hora	Horas	Consumo toneladas de vapor
Serpentín tolva de estearina Fracc. 6	0,6	1.628	977
Serpentín tolva de estearina Fracc. 7	0,6	1.676	1006

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

La reducción en la demanda de vapor para este calentamiento generará ahorros en el gasto de vapor pero la necesidad de bombear agua caliente a estos serpentines tendrá un costo de energía eléctrica para su operación, esta bomba trabajaría 6.034 horas consumiendo 1,91 kWh lo que significaría 11.524 kWh en un año, el costo de la bomba no se considera ya que se utilizaría una de las dos bombas de condensados existente en esta planta, el cálculo del ahorro se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 34.**Cálculo de ahorro anual en calentamiento de tolvas de Fraccionamientos # 6 y 7**

Equipos	Consumo ton-vapor	Costo ton-vapor	Ahorro Vapor
Serpentín tolva de estearina Fracc. 6	977	\$ 47,52	\$ 46.427
Serpentín tolva de estearina Fracc. 7	1.006	\$ 47,52	\$ 47.805
Equipos	Consumo kWh	Costo kWh	Costo E.E.
Bomba de condensado a serpentines	11.524	\$ 0,0756	\$ (871)
			\$ 93.361

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

- c. **Tanque de almacenamiento de estearina de Fraccionamientos 5.** Gran parte del calor suministrado a este tanque se pierde por no contar con aislamiento térmico, lo recomendable en este tipo de almacenamiento es colocarle aislamiento para mantener la temperatura del producto y reducir el consumo de vapor.

Se tomaron datos de demanda de vapor del tanque TA11 (planta de refinación), el cual es de igual capacidad (500 toneladas), que el TA17 (planta de fraccionamiento), ambos

almacenan productos de características similares entre 45-50 ° Celcius de punto de fusión. La diferencia entre estos almacenamientos es que el tanque de refinería cuenta con 2 pulgadas de aislamiento, lo que reduce su pérdida de calor. En la siguiente tabla se adjuntan las lecturas realizadas:

Tabla 35.
Consumo de vapor en tanques 500 toneladas sin aislamiento y con aislamiento

Fecha	Tanque TA17 Fraccionamiento Sin aislamiento			Tanque TA11 Refinación Con aislamiento			Variación	
	Contenido	Ton-vapor	°C	Contenido	Ton-vapor	°C	Ton-vapor	%
11/06/2018	350	2,6	45	290	2,1	50	0,5	19%
12/06/2018	320	2,5	48	264	2,2	50	0,3	12%
13/06/2018	280	2,3	48	299	1,9	48	0,4	17%
14/06/2018	340	2,6	50	325	2,0	48	0,6	23%
15/06/2018	332	2,8	52	361	2,0	48	0,8	29%
16/06/2018	320	2,6	50	342	2,1	50	0,5	19%
17/06/2018	318	2,4	48	302	2,1	50	0,3	13%
18/06/2018	284	2,3	48	300	2,0	48	0,3	13%
19/06/2018	298	2,5	49	285	2,1	48	0,4	16%
20/06/2018	305	2,4	45	312	1,9	45	0,5	21%
21/06/2018	310	2,5	48	322	1,9	45	0,6	24%
22/06/2018	340	2,7	48	345	2,2	48	0,5	19%
23/06/2018	402	2,6	48	268	2,0	45	0,6	23%
24/06/2018	380	2,5	48	250	2,0	45	0,5	20%
25/06/2018	364	2,5	48	284	2,2	48	0,3	12%
Total		37,8			30,7		7,1	19%

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

La reducción en la demanda de vapor para este calentamiento generará ahorros en el gasto de vapor. En los 15 días analizados se establece un ahorro del 19% en el consumo de vapor, el cálculo del ahorro en el uso de este tanque para seis meses (periodo de estudio), se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 36.
Ahorro anual de vapor en tanque de almacenamiento de Fraccionamiento #5

Equipos	Ton Vapor/hora	Horas	Consumo ton-vapor	% Ahorro	Ton vapor ahorrado	Costo Ton vapor USD	Ahorro USD
Serpentín tanque TA17	0,7	1.180	826	19%	157	47,52	7.461

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

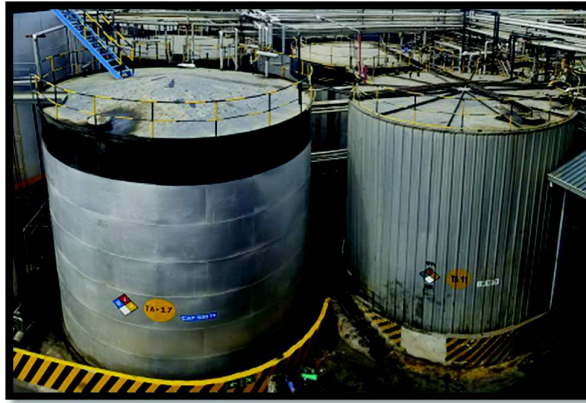


Figura 75: Tanques de almacenamiento de grasas TA11-TA17
Fuente: Auditoría energética

- d. La oportunidad de mejora evidenciada durante la auditoría energética a la planta de Fraccionamiento fue la implementación de un Sistema de Gestión Energético basado en la norma ISO 50001, lo cual permitirá incorporar la gestión energética al ciclo de mejora continua que maneja La Fabril S.A. Como esta compañía cuenta con certificación ISO 9001, 14001, la implementación del Sistema de Gestión Energética se adapta a esa estructura existente.

Sistema de Gestión Energética de Planta de Fraccionamiento

Este Sistema de Gestión Energética es un conjunto de elementos que servirá para establecer una política energética, objetivos y metas energéticas, así como procesos y procedimientos necesarios para mejorar el desempeño energético y dar soporte a la política medioambiental de La Fabril S.A. lo que garantiza el compromiso de la organización con la mejora continua.

El diseño del Manual del Sistema de Gestión Energética para la planta de Fraccionamiento se basa en la estructura funcional de la Norma 50001:2011 y su implementación se adaptó a partir de la guía publicada por Laire (2013) y los procedimientos implantados en esta compañía.

En el anexo # 7, se presenta el Manual de Gestión Energética de la planta de Fraccionamiento, el cual está estructurado de la siguiente manera:

- Objetivo.
- Alcance.
- Responsabilidad y autoridad.
- Sistema de Gestión Energética.
- Liderazgo y compromiso.
- Política ambiental.
- Representante de la Dirección frente al Sistema de Gestión Energética.
- Planificación energética.
- Operación.
- Verificación.

8. DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIARIOS

La reducción del consumo de vapor y electricidad en la Planta de Fraccionamiento se traduce en ahorros económicos, aspecto que beneficia a los propietarios de la compañía La Fabril S.A.

La optimización en el uso de la energía eléctrica y vapor en sus procesos de fraccionamiento, mejoran los indicadores de gestión ambiental y administrativa de este centro de trabajo lo que beneficia al personal que labora en esta planta.

También serían beneficiarios indirectos los habitantes del sector los Ángeles del Cantón Montecristi, al reducir emisiones de 406.92 toneladas de CO₂ al año por la implementación de estas tres acciones.

9. PLAN DE ACCIÓN

Para la ejecución de las obras necesarias para ejecutar este proyecto de mejora se establecen las siguientes acciones:

- a. Delegar el responsable del control y seguimiento de cada una de las obras a realizar (Operadores de las Líneas de Fraccionamiento #2 y #5).

- b. Designar la fiscalización de los trabajos al Operador de Servicios Industriales de la Planta de Fraccionamiento.
- c. El Supervisor de Fraccionamiento será el responsable de la ejecución del presupuesto, para esto emitirá una orden de trabajo mensual para cada uno de los trabajos contemplados en esta propuesta.
- d. El coordinador de mejoras de mantenimiento contratará las obras solicitadas en las órdenes de trabajo según vayan siendo emitidas.
- e. El contratista ejecutará los trabajos de acuerdo a las órdenes de trabajo.
- f. El Jefe de Fraccionamiento cuantificará que los objetivos de ahorro y uso eficiente de energía eléctrica y vapor se vayan cumpliendo.

10. ADMINISTRACIÓN

La implementación de esta propuesta será administrada por el área de Fraccionamiento a través de la Coordinación de Gestión Ambiental y por la Coordinación de Proyectos del Departamento de Mantenimiento de La Fabril S.A.

11. FINANCIAMIENTO

Los recursos necesarios para la ejecución del proyecto de mejora energética provendrán del presupuesto anual de la planta de Fraccionamiento, el cual es aprobado por la Dirección de Operaciones de La Fabril S.A.

La partida presupuestaria para esta inversión es el rubro de mantenimiento contratado ya que los diferentes trabajos a realizar serán ejecutados por compañías prestadoras de servicios de montajes industriales.

12. PRESUPUESTO

El presupuesto consolidado para la implementación de las mejoras requeridas para mejorar la eficiencia energética de la Planta de fraccionamiento consta de:

Tabla 37.
Presupuesto referencial para mejoras energéticas en la Planta de Fraccionamiento

Ítem	Concepto	Tipo	Monto
1	Instalación de arrancadores bomba de torre a chillers de Fraccionamiento #2, 3, 5, 6 y 7	Eléctrico	9.448,03
2	Montaje de tanque y tuberías para calentamiento de tolvas de Fraccionamiento # 6 y 7	Mecánica	8.067,65
3	Aislamiento al tanque de almacenamiento de estearina TA17 de Fraccionamiento #5	Aislamiento	8.062,32
TOTAL			25.578,00

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

Estos trabajos están contemplados en las licitaciones con las compañías prestadoras de servicios y la ejecución del presupuesto se realizará mensualmente para el equilibrio en la carga financiera del presupuesto de la Planta de Fraccionamiento.

13. EVALUACIÓN

La propuesta presentada para la aplicación de las oportunidades de mejora identificadas en la auditoría energética en la planta de Fraccionamiento para optimizar el uso de energía eléctrica y térmica, es un proyecto que cumple varios lineamientos de la empresa La Fabril para su realización:

- a. Aspecto Ambiental
- b. Mejora Continua
- c. Viabilidad Económica

En la siguiente tabla haremos una revisión de las inversiones necesarias para las obras propuestas y el retorno de estos montos en el tiempo.

Tabla 38.**Inversión y retorno de la propuesta para mejoras energéticas en la planta de fraccionamiento.**

Ítem	Concepto	Inversión	Ahorro anual	Retorno de la inversión
1	Instalación de arrancadores suaves a las bombas de torre a chillers Fraccionamientos 2, 5, 6 y 7.	9.448,03	9.011,00	1,04 años
2	Montaje de tanque y tuberías para calentamiento Fraccionamientos 6 y 7.	8.067,65	93.312,00	0,09 años
3	Asilamiento al tanque de almacenamiento de estearina TA17.	8.062,32	7.461,00	1,08 años
TOTAL		25.578,00	109.784,00	0,23 años

Elaborado por: Ing. Luis Mero

Fuente: Auditoría energética

De acuerdo a los resultados de la tabla #38, el retorno de las inversiones necesarias para los trabajos de mejora a la Planta de Fraccionamiento sería de tres meses, por consiguiente se considera esta propuesta factible económicamente, además de los beneficios energéticos y ambientales descritos en esta investigación.

En base a esta evaluación podemos concluir que el proyecto es viable para su ejecución en las instalaciones de la Planta de Fraccionamiento de Aceites y Grasas de La Fabril S.A.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Albán, F. (2017). Consumo industrial de energía. *Energy*, 5(2), 75-91.
2. Albuja, L., & Soria, P. (2017). Elaboración de un sistema de gestión energética para el hospital Baca Ortiz de Quito, según normativa INEN NTE ISO 50001. *Energy Sistem*, (1)13.
3. Arango, A., & Arroyave, S. (2016). Análisis de combustibles fósiles en el mercado de generación de energía eléctrica en Colombia: un contraste entre modelos de volatilidad. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 22, 190-215.
4. Asamblea Nacional. (2008). *Constitución Política del Ecuador*. Quito: Registro Oficial.
5. Ballenilla, F. (2005). La sostenibilidad desde la perspectiva del agotamiento de los combustibles fósiles, un problema socio-ambiental relevante. *Revista Investigación en la Escuela*, 55, 73-87.
6. Banco Mundial. (2018). *Consumo de energía procedente de combustibles fósiles (% del total)*. Recuperado de: iea.org/stats/index.asp: BM.
7. Capó, J. (2013). Metodología de la investigación. *Módulo de metodología de la investigación* (págs. 22-23). Guayaquil: AUE.
8. Carrillo, G., Andrade, J., Barragán, A., & Astudillo, A. (2014). *Impacto de programas de eficiencia energética eléctrica, estudio de caso: Empresas alimentarias en Cuenca, Ecuador*. Cuenca: DYNA.
9. Celorrio, R. (2015). *Metodología para la reducción de la demanda energética basada en medida y verificación, eficiencia energética y energías renovables. Aplicación a procesos de frío en la industria (Doctoral dissertation, Universidad de La Rioja)*. Logroño: Universidad de La Rioja.
10. Consejo Mundial de la Energía. (2015). *Eficiencia Energética en Industrias*. Londres: CME.
11. de Laire, M. (2013). *Gestión de la energía e ISO 50001*. Santiago: Agencia Chil. Efic. Energética.

12. Díaz, H., Encalada, L., & Peña, A. (2015). Técnicas de Gestión Energética en Sistemas de Vapor. *Revista Politécnica*, 35(3), 11.
13. Díaz, J. (2017). *Sistema de gestión de la energía en una planta de ácido sulfúrico*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
14. Eléctrica, Ley Orgánica del Servicio Público de Energía. (2015). *Ley de electricidad*. Quito: Registro Social.
15. Enríquez, L. (2009). Estrategia para la implementación de la Norma ISO 14001 en empresas productoras de palma de aceite de la zona oriental colombiana. *Revista colombiana de Agroindustrias*, 1-4,(4).
16. FABRIL S.A. (2017). *Informe operativo 2016*. Montecristi: La Fabril.
17. FABRIL S.A. (2018). *Informe operativo 2016*. Montecristi: La Fabril.
18. Folchi, M., & Rubio, M. (2007). *El consumo aparente de energía fósil en los países latinoamericanos hacia 1925: una propuesta metodológica a partir de las estadísticas de comercio exterior*. Santiago: CEPAL.
19. Furió, C., Carrascosa, J., Gil-Pérez, D., & Vilches, A. (2005). Qué problemas plantean la obtención y el consumo de recursos energéticos. Gil-Pérez et al.(Eds.).¿ Cómo promover el interés por la cultura científica.
20. González, M. A., Reyes, A. M., & Romero, L. Q. (2017). Deseconomías de aglomeración, contaminación y sus efectos en la salud de la Zona Metropolitana del Valle de México: Un análisis con econometría espacial. *Atlantic Review of Economics: Revista Atlántica de Economía*, 2(1), 5.
21. Hidalgo, D., & Perez, Y. (2017). Eficiencia energética, competitividad empresarial y economía verde. *Revista Publicando*, 3(9), 447-466.
22. International Organization for Standardization. (2011). *Quality management ISO 50001:2011*. Obtenido de <https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html>
23. International Organization for Standardization. (17 de julio de 2014). *Quality management ISO 50002:2014*. Obtenido de <https://www.iso.org/iso-50002-energy-management.html>

24. Kellens, M., Hendrix, M., & Melo, J. (1998). *Desarrollos en la modificación de grasasinteresterificación y fraccionamiento. Características y beneficios. Parte 2 (No. A-)*. Austin: TLCN.
25. Maccarone, J., Gil, M., Nahuel, L., & Pascual, H. (2016). Herramienta para el seguimiento y control de la situación energética de una organización con vistas a implementar la norma IRAM ISO 50001 de gestión y eficiencia energética. *CLADE*, 233-237.
26. Manrique, L. (2017). Evaluación superficial al consumo de energía en sector industrial latinoamericano. *Energy*, 6(2), 79-81.
27. Matteini, M. (2014). *Manual de capacitación en Optimización de sistemas de vapor industrial (OSV)*. Vienna: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL.
28. Monteagudo, J., & Gaitán, O. (2014). Herramientas para la gestión energética empresarial. *Scientia et technica*, 169-174.
29. Moro, M. (2016). *Tecnología industrial*. Madrid: Ediciones Paraninfo, SA.
30. Peña, A., & Sánchez, M. (2012). *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*. México D.F.: AENOR.
31. Renovables, Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías. (2013). *Eficiencia energética en industrias Balance Energético Nacional del 2013*. Quito: INER.
32. Rosero, P. (2018). *Planeación energética en la implementación de un sistema normalizado de gestión de energía en la planta industrial Palmeras de los Andes (Bachelor's thesis, Quito, 2018.)*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
33. Sánchez, F., & Maceiras, P. (2015). La auditoría ambiental, la industria amigable con el ambiente y el desarrollo sostenible. *Revista Cubana de Contabilidad y Finanzas. COFIN HABANA*, 4(2), 135-141.
34. SENPLADES. (2009). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013, Políticas 2.6 y 4.3*. Quito: Secretaría Nacional de Planificación, Gobierno del Ecuador,.

35. Serrano, A., Martínez, A., Guarddon, O., & Santolaya, J. (2015). Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial: Un estudio de caso. *Dyna*, 82(191), 231-239.
36. Valencia, L., Moreno, F., & Rodríguez, J. (2015). Importancia de las energías renovables en la seguridad energética y su relación con el crecimiento económico. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(2), 231-242.
37. Voglar, G. (2015). *Aceites y grasas comestibles*. Obtenido de <http://procesosaceitesygrasas.blogspot.com/2015/10/introduccional-proceso-de.html>
38. WEC. (2013). *World Energy Issues Monitor. 2013*. Obtenido de <http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/02/2013-World-Energy-Issues-Monitor-Report-Feb2013.pdf>.
39. Zambrano, G. (2018). *La Estrategia Territorial Nacional de Ecuador y su incidencia en el sector agroindustrial: el caso de Manabí*. Barcelona: Universidad de Barcelona.

ANEXOS

Anexo 1. Especificaciones técnicas del medidor de energía eléctrica de la Planta de Fraccionamiento.

Product datasheet Characteristics

METSEPM5100

PM5100 powermeter w/o modbus - upto 15th H -
1DO 33alarms - flush mount



Main

Range	PowerLogic
Product name	PowerLogic PM5000
Device short name	PM5100
Product or component type	Power meter

Complementary

Power quality analysis	Up to the 15th harmonic
Device application	Power monitoring
Type of measurement	Voltage Current Frequency Power factor Energy Active and reactive power
[U _s] rated supply voltage	100...415 V AC (45...65 Hz) 125...250 V DC
Network frequency	50 Hz 60 Hz
[I _n] rated current	1 A 5 A
Poles description	1P + N 3P 3P + N
Power consumption in VA	← 10 VA at 415 V
Ride-through time	80 ms 120 V AC typical 100 ms 230 V AC typical 100 ms 415 V AC typical
Display type	Backlit LCD
Display resolution	128 x 128 pixels
Sampling rate	64 samples/cycle
Measurement current	10...9000 mA
Analogue input type	Current (impedance 0.3 mOhm) Voltage (impedance 5 MOhm)
Measurement voltage	35...690 V AC 45...65 Hz between phases 20...400 V AC 45...65 Hz between phase and neutral
Frequency measurement range	45...65 Hz
Number of inputs	0
Measurement accuracy	+/- 0.5 % active energy +/- 2 % reactive energy +/- 0.5 % active power +/- 0.5 % apparent power +/- 0.05 % frequency +/- 0.005 % power factor +/- 0.5 % current +/- 0.5 % voltage
Accuracy class	Class 0.5S (active energy according to IEC 62053-22)
Number of outputs	1 digital

The information provided in this document contains general descriptive and/or technical characteristics of the products of the Schneider Electric group. It is intended to be used as a reference only and is not intended to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industrial SAS nor any of its distributors shall be responsible or liable for installation of the information contained herein.

Communication port protocol	-
Communication port support	-
Data recording	Min/max of instantaneous values Time stamping
Connections - terminals	Voltage circuit: 4 screw terminal block Control circuit: 2 screw terminal block Current transformer: 6 screw terminal block Input/output circuit: 6 screw terminal block RS485 link: 4 screw terminal block
Mounting mode	Flush-mounted
Mounting support	Framework
Standards	IEC 60529 IEC 61557-12 IEC 62053-22 EN 50470-1 EN 50470-3 UL 61010-1 IEC 62053-24
Product certifications	CE conforming to IEC 61010-1 CULus conforming to UL 61010-1
Width	96 mm
Depth	72 mm
Height	96 mm
Product weight	380 g

Environment

electromagnetic compatibility	<ul style="list-style-type: none"> conducted and radiated emissions class class B, conforming to EN 55022 limits for harmonic current emissions class class A, conforming to IEC 61000-3-2 electrostatic discharge class level 4, conforming to IEC 61000-4-2 conducted RF disturbances class level 3, conforming to IEC 61000-4-6 magnetic field at power frequency class level 4, conforming to IEC 61000-4-8
IP degree of protection	IP52 (front) conforming to IEC 60529 IP30 (body) conforming to IEC 60529
relative humidity	5...95 % 50 °C
pollution degree	2
ambient air temperature for operation	-25...70 °C
ambient air temperature for storage	-40...85 °C
operating altitude	3000 m

Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
RoHS (date code: YYWW)	Compliant - since 1321 - Schneider Electric declaration of conformity
REACH	Reference not containing SVHC above the threshold
Product environmental profile	Available
Product end of life instructions	Available

Anexo 2. Especificaciones técnicas del flujómetro de vapor de la Planta de Fraccionamiento



HOJA DE ESPECIFICACIONES

MODELO **ExactSteam™ V-Cone®**

América Latina

DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES																						
<p>El diseño innovador del Sistema ExactSteam V-Cone ofrece una precisión repetible de una tasa del +0,5 % con un rango de flujo de hasta 50:1 en las condiciones más difíciles de flujo. El Sistema ExactSteam V-Cone actúa como su propio acondicionador de flujo, acondicionando por completo y mezclando el flujo antes de la medición. Las lecturas son siempre precisas y confiables, incluso en situaciones de flujo cambiante.</p> <p>Con esta capacidad exclusiva de acondicionar el flujo automáticamente, el Sistema ExactSteam V-Cone virtualmente elimina la necesidad de tendidos rectos de tubería ascendente o descendente. Así, el Sistema ExactSteam V-Cone puede instalarse casi en cualquier lugar en un sistema de tubería o modernizarse fácilmente en un tendido de tubería existente, lo que resulta en una importante flexibilidad en la instalación y ahorro de costos. Asimismo, el Sistema ExactSteam V-Cone ha comprobado ofrecer un rendimiento a largo plazo sin piezas móviles para reemplazar o mantener.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Exactitud:</td> <td>± 0,5 % para el elemento primario ± 1 % para el sistema total</td> </tr> <tr> <td>Repetibilidad:</td> <td>± 0,1 % o mejor</td> </tr> <tr> <td>Volumen:</td> <td>Hasta 50:1 con la configuración apilada o 10:1 con la configuración compacta</td> </tr> <tr> <td>Requisitos de la tubería de instalación:</td> <td>0-3 diámetros ascendente, 0-1 diámetro descendente</td> </tr> <tr> <td>Materiales de construcción:</td> <td>Acero inoxidable o acero al carbono</td> </tr> <tr> <td>Tamaños de las líneas:</td> <td>2" a 24"</td> </tr> <tr> <td>Accesorios del extremo:</td> <td>Bridas de frente biselado o elevado n.º 150 o 300</td> </tr> <tr> <td>RTD:</td> <td>- Tipo de sensor: PT-100, de película delgada - Rango: -58° a 752 °F (-50° a 400 °C)</td> </tr> <tr> <td>Colector:</td> <td>Configuración: 3 válvulas</td> </tr> <tr> <td>Transmisor de dP:</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Material de la carcasa: Aluminio F30 Material de la membrana: 316L Clasificación del gabinete: NEMA 4X/6P, IP66/67 Conexiones eléctricas: Rosca NPT 1/2" </td> </tr> <tr> <td>Computadora de flujo:</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Salida: 4-20 mA, pulso aislado </td> </tr> </table> <p>Contacte a vconeerfq@mccrometer.com para conocer otros tamaños y opciones de configuración.</p>	Exactitud:	± 0,5 % para el elemento primario ± 1 % para el sistema total	Repetibilidad:	± 0,1 % o mejor	Volumen:	Hasta 50:1 con la configuración apilada o 10:1 con la configuración compacta	Requisitos de la tubería de instalación:	0-3 diámetros ascendente, 0-1 diámetro descendente	Materiales de construcción:	Acero inoxidable o acero al carbono	Tamaños de las líneas:	2" a 24"	Accesorios del extremo:	Bridas de frente biselado o elevado n.º 150 o 300	RTD:	- Tipo de sensor: PT-100, de película delgada - Rango: -58° a 752 °F (-50° a 400 °C)	Colector:	Configuración: 3 válvulas	Transmisor de dP:	<ul style="list-style-type: none"> Material de la carcasa: Aluminio F30 Material de la membrana: 316L Clasificación del gabinete: NEMA 4X/6P, IP66/67 Conexiones eléctricas: Rosca NPT 1/2" 	Computadora de flujo:	<ul style="list-style-type: none"> Salida: 4-20 mA, pulso aislado
Exactitud:	± 0,5 % para el elemento primario ± 1 % para el sistema total																						
Repetibilidad:	± 0,1 % o mejor																						
Volumen:	Hasta 50:1 con la configuración apilada o 10:1 con la configuración compacta																						
Requisitos de la tubería de instalación:	0-3 diámetros ascendente, 0-1 diámetro descendente																						
Materiales de construcción:	Acero inoxidable o acero al carbono																						
Tamaños de las líneas:	2" a 24"																						
Accesorios del extremo:	Bridas de frente biselado o elevado n.º 150 o 300																						
RTD:	- Tipo de sensor: PT-100, de película delgada - Rango: -58° a 752 °F (-50° a 400 °C)																						
Colector:	Configuración: 3 válvulas																						
Transmisor de dP:	<ul style="list-style-type: none"> Material de la carcasa: Aluminio F30 Material de la membrana: 316L Clasificación del gabinete: NEMA 4X/6P, IP66/67 Conexiones eléctricas: Rosca NPT 1/2" 																						
Computadora de flujo:	<ul style="list-style-type: none"> Salida: 4-20 mA, pulso aislado 																						
<p>CARACTERÍSTICAS CLAVE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un caudalímetro completo para la medición de vapor, configurado de fábrica para la medición de energía o flujo de masas. • Mide con precisión el vapor en un rango completo con un corte de flujo bajo con tecnología líder. • Facilita la modernización y las nuevas instalaciones con mínimos requisitos de instalación, ¡sin la necesidad de un acondicionador de flujo! • La tecnología V-Cone permite la menor pérdida de presión permanente para maximizar la eficiencia de la planta. • Reduzca los costos de mantenimiento con el período de vida de más de 25 años del elemento primario del caudalímetro V-Cone 																							

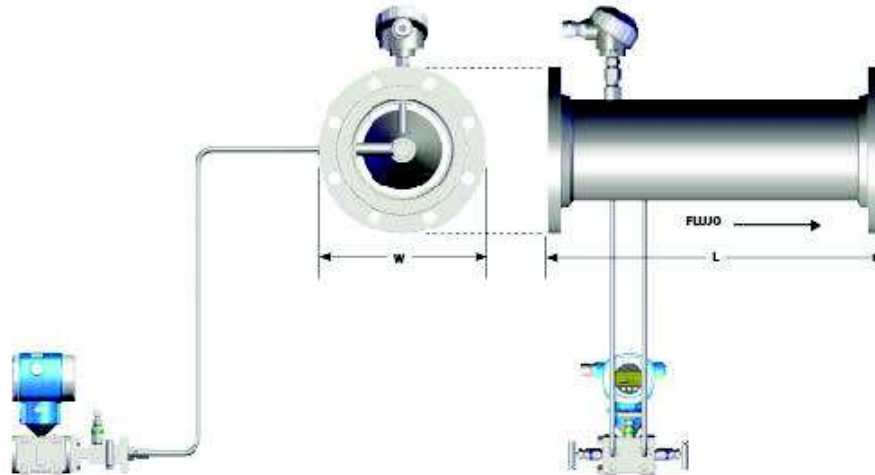
MCCROMETER
www.mccrometer.com

3255 WEST STEYSON AVENUE • HEMET, CALIFORNIA 92343 EE. UU.
TEL: 951-652-4811 • 800-220-2279 • FAX: 951-652-3078 **Impreso en los EE. UU.** Lit. N.º 30122-77, Rev. 1.1/4-25-17
Copyright © 2017 McCrometer, Inc. No debe cambiarse ni modificarse ningún material impreso sin permiso de McCrometer. Todos los datos técnicos e instrucciones publicadas están sujetos a cambio sin previo aviso. Contacte a su representante de McCrometer para obtener datos técnicos e instrucciones actualizadas. V-Cone es una marca comercial registrada de McCrometer, Inc.



MODELO **ExactSteam™ V-Cone®**

Opciones de accesorios: Bridas ANSI n.º 150, bridas ANSI n.º 300 de extremos biselados



McCrometer se reserva el derecho de cambiar las especificaciones de diseño sin previo aviso.

Tamaño (pulg.)	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
Bridas biseladas												
Peso aprox. - lb. (solo medidor)	12	18	25	50	110	120	157	208	243	207	258	411
W (ancho - pulgadas)	2,375	3,5	4,5	6,625	8,625	10,75	12,75	14	16	18	20	24
L (longitud - pulgadas)	11,63	13,5	15,5	21,5	25,25	27,25	29,25	29	29	31	35	47
Bridas ANSI n.º 150												
Peso aprox. - lb. (solo medidor)	20	35	50	110	160	259	336	388	455	493	620	800
W (ancho - pulgadas)	6	7,5	9	11	13,5	16	19	21	23,5	25	27,5	32
L (longitud - pulgadas)	12	14	16	22	26	28	30	30	30	32	36	48
N.º de pernos por brida	4	4	8	8	8	12	12	12	16	16	20	20
Bridas ANSI n.º 300												
Peso aprox. - lb. (solo medidor)	25	42	70	125	220	330	456	486	603	739	920	1430
W (ancho - pulgadas)	6,5	8,25	10	12,5	15	17,5	20,5	23	25,5	28	30,5	36
L (longitud - pulgadas)	12	14	16	22	26	28	30	30	30	32	36	48
N.º de pernos por brida	8	8	8	12	12	16	16	20	20	24	24	24

Biselado: La tolerancia del largo total (A) varía con el tamaño de la línea:

- 3/4" a 1", ±0,01" (±0,3 mm)
- 1 1/2" a 4", ±0,06" (±2 mm)
- 6" a 10", ±0,12" (±4 mm)
- 12" a 24", ±0,19" (±6 mm)
- 28" a 60", ±0,25" (±7 mm)

N.º 150/n.º 300: La tolerancia del largo total (A) varía con el tamaño de la línea:

- 3/4" a 1", ±1/16" (±2 mm)
- 1 1/2" a 10", ±1/8" (±4 mm)
- 12" a 24", ±3/16" (±6 mm)

INFORMACIÓN PARA PEDIDOS:

1. Seleccione el tamaño nominal del tubo e incluya el caudal máximo de flujo.
2. Especifique las unidades de medición para el indicador del caudal de flujo y el totalizador.
3. Para la instalación vertical, especifique ascendente o descendente.

El medidor será estándar para rango de flujo de 10:1 (es decir, 400 a 40 GPM).

NOTA: Los mayores tamaños de medidor, longitudes especiales de tramo y otros rangos de flujo están disponibles por pedido especial.



3255 WEST STETSON AVENUE • HEMET, CALIFORNIA 92343 EE. UU.
TEL: 951-652-6811 • 800-220-2279 • FAX: 951-652-3078 Impreso en los EE. UU. Lit. N.º 30122-77, Rev. 1.1/4-25-17
Copyright © 2017 McCrometer, Inc. No debe cambiarse ni modificarse ningún material impreso sin permiso de McCrometer. Todos los datos técnicos e instrucciones publicados están sujetos a cambio sin previo aviso. Contacte a su representante de McCrometer para obtener datos técnicos e instrucciones actualizadas. V-Cone es una marca comercial registrada de McCrometer, Inc.



Elemento primario

Designación del vapor	Tamaño de la línea	Materiales		Esquema		Brida y clase		Conexión de procesos	
		Código	Descripción	Código	Descripción	Código	Descripción	Código	Descripción
EVS	02*	F	Cuerpo de acero al carbono, cono de 316/L, brida y acoplamiento de acero al carbono A105	D	STD	11	Biselada	N	Montaje tradicional (1/2"NPT n.º 3000)
	03*			E	S40	13	ANSI n.º 150 Slip-on		
	04*			A	Todo S316/L	F	S80	14	ANSI n.º 300 Slip-on
	06								
	08								
	10								
	12								
14									
16									
18									
20									
24									

↑

*La construcción de acero al carbono no se recomienda para tamaños de línea inferiores a 6".

Notas:

- La orientación de RTD se observa desde arriba.
- Ubicación estándar del RTD (90° en sentido horario desde un grifo de HP visto desde arriba)
- El paquete de vapor incluye el colector tradicional de 3 válvulas.

Componentes electrónicos

-	Marca		Rango de DP*		Pantalla LCD		Protocolo de comunicación		Salida*		Computadora de flujo*	
	Código	Descripción	Código	Descripción	Código	Descripción	Código	Descripción	Código	Descripción	Código	Descripción
	E	Transmisor DP Endress + Hauser	1	Rango de DP estándar	N	Sin LCD	1	HART	A	Velocidad de flujo de masa	1	Montaje en panel
	S	Transmisores DP apilados Endress + Hauser	2	Rango de DP bajo	Y	LCD	0	Ninguno	B	Energía	2	NEMA 4X
	R	Transmisor DP Rosemount	3	Rango de DP alto					N	Ninguno	0	Sin computadora de flujo
	T	Transmisores DP apilados Rosemount	0	Ninguno								
	M	Transmisor MV Rosemount										
	N	Sin transmisor										

* Los transmisores apilados se recomiendan para volúmenes mayores a 10:1. No disponible con el transmisor MV.

* Fabricante - Rango de DP	
Endress+Hauser	1 - 200"WC 2 - 40"WC 3 - 1200"WC
Rosemount	1 - 250"WC 2 - 25"WC 3 - 1000"WC

* Salida estándar
Masa - lb/hr
Energía - BTU/hr

* Computadora de flujo no disponible con el transmisor multivariable.

Opciones

Opciones de acreditación		Opciones de posicionamiento del RTD	
Código	Descripción	Código	Descripción
P	PP	-	90° (6 en punto)
		A	180° (9 en punto)
		B	270° (12 en punto)
		C	Sin RTD o termopozo



3255 WEST STETSON AVENUE - HEMET, CALIFORNIA 92343 EE. UU.
 TEL: 951-652-6811 • 800-220-2279 • FAX: 951-652-3078 Impreso en los EE. UU. Lit. N.º 30122-77, Rev. 1.1/4-25-17
 Copyright © 2017 McCrometer, Inc. No debe cambiarse ni modificarse ningún material impreso sin permiso de McCrometer. Todos los datos técnicos e instrucciones publicados están sujetos a cambio sin previo aviso. Contacte a su representante de McCrometer para obtener datos técnicos e instrucciones actualizadas. V-Cone es una marca comercial registrada de McCrometer, Inc.

Anexo 3. Especificaciones técnicas del medidor de agua de la Planta de Fraccionamiento.

mod.
GMDM-I

Getto multiplo quadrante asciutto predisposto per moduli induttivi
Multi Jet-super dry pre-equipped for inductive modules



Disponibile versione
acqua calda 30-90°C
Available version
for hot water 30-90°C

Su richiesta
Upon request



ITA mod. GMDM-I

Getto multiplo, quadrante asciutto, trasmissione magnetica con coperchio girevole a 360°. Versione per acqua fredda (50°C) e acqua calda (90°C). Predisposizione induttiva per l'installazione di moduli di trasmissione dati M-BUS cablati, wireless OMS e lancia impulsi di tipo amagnetico, e su richiesta LoRa & NB-IoT.

ES mod. GMDM-I

Chorro múltiple, esfera seca, de transmisión magnética con tapa orientable 360°. Realizado en las versiones para agua fría (50°C) y agua caliente (90°C). Predisposición inductiva para módulos de telemetría M-Bus cable y wireless OMS y de pulsos amagnético y bajo pedido LoRa & NB-IoT.

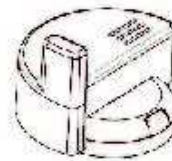
ENG mod. GMDM-I

Multi-jet, dry dial, magnetic transmission with 360° rotating lid. Versions for cold water (50°C) and hot water (90°C). Inductive pre-equipment for the installation of data communication modules M-BUS wired and wireless OMS and non-magnetic pulse output and upon request LoRa & NB-IoT.

FRA mod. GMDM-I

Jet multiple, cadran sec, entrainement magnétique avec capot orientable à 360°. Version pour eau froide (50°C) et eau chaude (90°C). Pre-équipement inductif pour modules de télélevage M-Bus filaire et radio OMS et avec émetteur d'impulsions amagnétique et sur de demande LoRa & NB-IoT.

Moduli compatibili
Compatible modules



mod. IWM-TX3
M-Bus



mod. IWM-MB3
M-Bus
mod. IWM-PL3
M-Bus

Caratteristiche tecniche - Technical features

Calibro Size	DN	mm in	15 (1/2")	20 (3/4")	25 (1")	32 (1 1/4")	40 (1 1/2")	50 (2")
Portata di sovraccarico Overload flow rate	Q ₄	m ³ /h	3,125	5	7,875	12,5	20	31,25
Portata permanente Permanent flow rate	Q ₃	m ³ /h	2,5	4	6,3	10	16	25
Portata di transizione Transitional flow rate	Q ₂	l/h	40	64	100,8	160	256	400
Portata minima Min flow rate	Q ₁	l/h	25	40	63	100	160	250
Portata di transizione Transitional flow rate	Q ₂	l/h	25	40	63	100	160	250
Portata minima Min flow rate	Q ₁	l/h	15,63	25	39,38	62,5	100	156,25
Portata di transizione Transitional flow rate	Q ₂	l/h	80	128	201,6	320	512	800
Portata minima Min flow rate	Q ₁	l/h	50	80	126	200	320	500
Sensibilità Sensitivity	l/h		6	6	10	10	20	20
Letture minima Min reading	l		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Letture massima Max reading	m ³		99.999	99.999	99.999	99.999	999.999	999.999
Pressione max ammissibile Max admissible pressure MAP	bar		16	16	16	16	16	16

*Versione su richiesta solo acqua fredda
*Version on request only cold water

Dimensioni e pesi - Dimensions and Weights



Calibro Size	mm in	15 (1/2")	20 (3/4")	25 (1")	32 (1 1/4")	40 (1 1/2")	50 (2")
L	mm	145-165-190	190	260	260	300	300
I	mm	225-245-270	290	360	380	440	460
H	mm	109	111	117	117	153	172
B	mm	100	100	104	104	126	160
D ^{Filettatura} Threading	mm	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"
Pesi Weight	kg	1,18 1,41	1,40	2,09	2,18	4,38	4,46 9,40

Filettatura - Threading EN ISO 228-1:2003

I contatori DN 50 possono essere forniti flangiati secondo ISO 7005-2 / EN 1092-2 PN16
The DN50 meters can be supplied flanged according to ISO 7005-2 / EN 1092-2 PN16

Versione base - Basic version

- R100-H ↑ R50-VH →
- Versione acqua fredda 0°C-50°C
- Versione acqua calda 30°C-90°C
- Trasmissione magnetica
- Lettura diretta su 5 rulli numeratori (6 rulli numeratori su DN40 e DN50)
- Quadrante asciutto
- Coperchio girevole a 360° (DN15-DN32)

- R100-H ↑ R50-VH →
- Cold water version 0°C-50°C
- Hot water 30°C-90°C
- Magnetic transmission
- Direct reading on 5 numeric rolls (6 numeric rolls on DN40 and DN50)
- Dry dial
- 360° rotating lid (DN15-DN32)

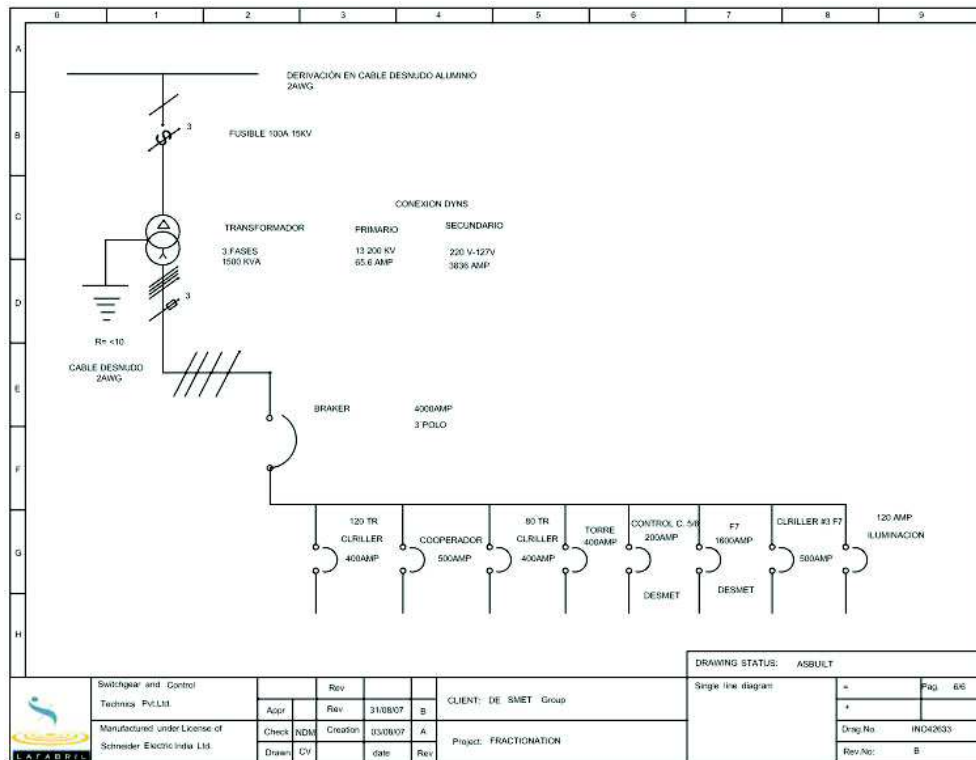
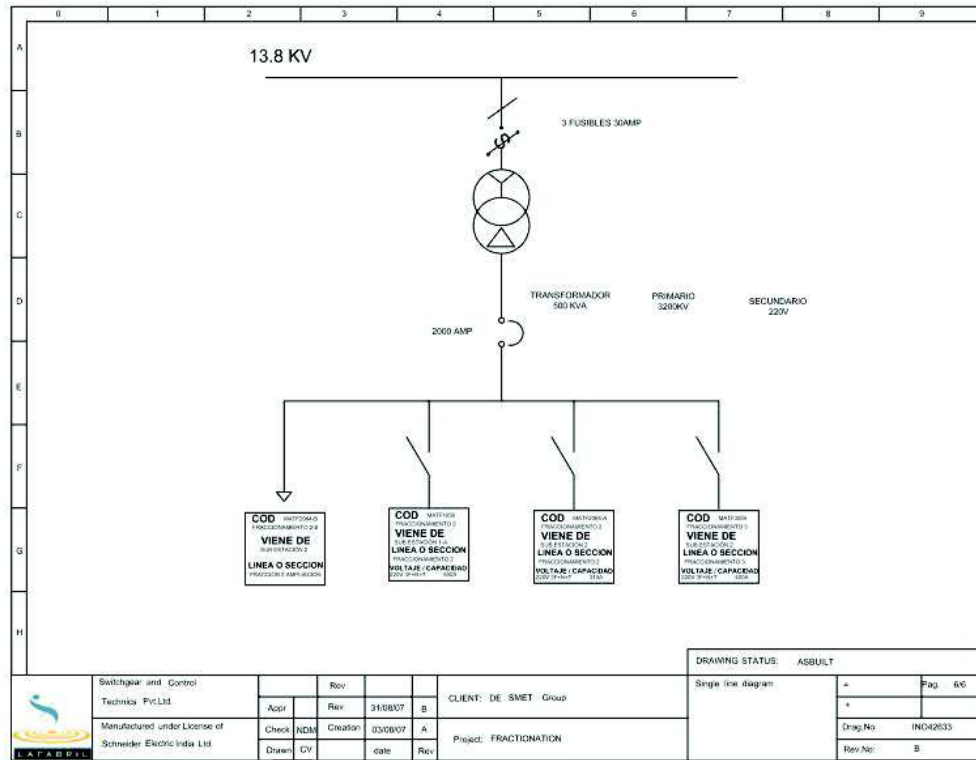
Su richiesta - Upon request

- Versione acqua fredda R160-H ↑ R50-VH →
- Protezione anti-frode magnetica
- Cold water version R160-H ↑ R50-VH →
- Anti-magnetic fraud protection

Posizione d'installazione - Installation position



Anexo 4. Diagrama unifilar de la Planta de Fraccionamiento.



Anexo 5. Informe de Auditoría Energética.

LA FABRIL S.A.	REGISTRO DE SISTEMAS DE GESTIÓN	Página 1 de 3
	INFORME DE AUDITORIAS INTERNAS	

INFORME DE AUDITORIA ENERGÉTICA A LA PLANTA DE FRACCIONAMIENTO BAJO NORMA ISO 50001



Fecha: 27 de junio del 2018

LA FABRIL S.A.	REGISTRO DE SISTEMAS DE GESTIÓN	Página 2 de 3
	INFORME DE AUDITORIAS INTERNAS	

1. Aspectos Generales:
La auditoría se realizó a las líneas de producción que se establecieron en el plan de auditoría. En la auditoría se realizó un muestreo aleatorio de registros y mediciones, por lo tanto podrán existir desviaciones que no fueron detectadas en el transcurso de la misma.
2. Objetivo de la auditoría:
Verificar el grado de conformidad de los requisitos establecidos para los sistemas de gestión energéticos con los lineamientos de la norma ISO 50001:2011
3. Alcance de la auditoría:
La auditoría se realizó al proceso operativo de Fraccionamiento de Aceites y Grasas.
4. Líneas de producción auditados:
Fraccionamiento #2
Fraccionamiento #3
Fraccionamiento #5
Fraccionamiento #6
Fraccionamiento #7
5. Equipo auditor:
Auditor líder: Luis Mero Plaza
Auditores internos: Breddy Loor, Omar Delgado.
Especialistas técnicos: Gabriel López, Antonio Bayas.
6. Criterios de auditoría:
Requisitos legales y reglamentos aplicables.
Norma ISO 50001:2011
Documentación de los sistemas de gestión implantados
Procedimientos del área
7. Fecha de auditoría:
Del 11 al 14 de junio del 2018
8. Método:
Revisión de la documentación, mediciones, entrevistas con el personal y recopilación de evidencia considerando lo siguiente:
Evidencia documental: registros, procedimientos.
Evidencia testimonial: obtenida de personas que trabajan en el proceso o que tienen relación con el mismo.
Evidencia analítica: datos comparativos, cálculos.
9. Informe del proceso auditado:

LA FABRIL S.A.	REGISTRO DE SISTEMAS DE GESTIÓN	Página 3 de 3
	INFORME DE AUDITORIAS INTERNAS	

AUDITORIA: Interna: **X** A proveedores:

Objeto de auditoría:

Determinar el grado de conformidad de las actividades y procesos con los requisitos y procedimientos de un sistema de gestión de eficiencia energéticos de acuerdo a la Norma ISO 50001.

Alcance de auditoría: Proceso operativo de Fraccionamiento de aceites y grasas.

Proceso y/o área auditada: Planta de Fraccionamientos: Líneas de producción 2, 3, 5, 6 y 7.

Personal Auditado: Teddy Arauz, Leonardo Alcívar, José González, Richard Bravo, Luis Montehermoso, Damián Pinto

Auditores: Ings. Luis Mero Plaza, Omar Delgado, Breddy Loor.

Técnicos especialistas: Gabriel López, Antonio Bayas.

Fecha: junio 11-14 del 2018

Criterios de auditorías: ISO 50001:2011

FORTALEZAS:

Conocimientos del proceso de Fraccionamientos y apertura por parte del equipo auditado para desarrollar la presente auditoría.

Disposición para la verificación de los registros y documentación existentes en las líneas de producción de Fraccionamiento.

NO CONFORMIDAD:

Se evidencia que durante la operación del sistema de enfriamiento de la Planta de Fraccionamiento las bombas que transportan agua desde las torres de enfriamiento hacia los condensadores de los chillers permanecen prendidas todo el tiempo operativo, aun cuando los chillers paralizan su funcionamiento cuando el agua helada alcanza la temperatura deseada, incumpliendo los principios de eficiencia y mejora continua descritos en la política de la compañía.

Durante la auditoría energética se evidencia que el tanque de vapor condensado de la planta de Fraccionamiento se mantiene entre 80 y 90 °C, una vez que alcanza el nivel alto se bombea de vuelta al caldero, se aprecia que este condensado tiene energía térmica que no se está aprovechando, incumpliendo principios de optimización descritos en los programas ambientales del área.

Se evidencia que el tanque TA17 de Fraccionamiento 5 de 500 toneladas de capacidad para el almacenamiento de estearina con punto de fusión 45-55 °C a pesar que es un tanque que requiere vapor para mantener el producto líquido, no cuenta con aislamiento térmico para reducir la cantidad de calor perdido por estar al ambiente, se incumple políticas de uso eficiente de los recursos.

OBSERVACIONES:

Se evidencia que existen registros de consumos de electricidad, vapor y agua, así como programas ambientales para controlar el consumo de estos energéticos. Estos registros se llevan de manera global por toda la planta de Fraccionamiento y no por línea de producción lo que restringe una gestión apropiada de los recursos energéticos en los puntos de usos significativos identificados durante esta auditoría.

Elaborado por: Luis Mero Plaza	Fecha de elaboración del informe: 27 de junio del 2018
--	--

Anexo 6. No Conformidades

LA FABRIL S.A.	INFORME DE NO CONFORMIDAD, CORRECCIONES, ACCIONES CORRECTIVAS	Página 1 de 3
	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	No.: NC1

DEPARTAMENTO EMISOR: Auditoría Interna		FECHA: 11 al 14 de junio del 2018	
ÁREA RECEPTORA: Fraccionamiento			
IDENTIFICACIÓN DE LA NO CONFORMIDAD			
INTERNA			
AUDITORÍA INTERNA	X	AUDITORÍA EXTERNA	AUDITORÍA PROCESO
			RECLAMO INTERNO
SISTEMA DE GESTIÓN	CALIDAD	M. AMBIENTE	LABORATORIO
	BPM	SEG. IND.	INOCUIDAD A.
			BASC
			OTROS
			X
DESCRIPCIÓN DE LA QUEJA O NO CONFORMIDAD			
<p align="center">Detalle del Problema (Redacte hallazgo, evidencia y requisito que incumple):</p> <p>Se evidencia que la operación del sistema de enfriamiento de la planta de Fraccionamiento las bombas que transportan agua desde las torres de enfriamiento hacia los condensadores de los chillers para el enfriamiento del refrigerante permanecen prendidas todo el tiempo operativo aun cuando los chillers paralizan su funcionamiento cuando el agua helada alcanza la temperatura deseada, incumpliendo los principios de eficiencia y mejora continua descritos en la política de la compañía.</p>			
ANÁLISIS DE CAUSAS (Llenado por el Responsable del Proceso y analizado en equipo)			
Causa	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Materia Prima			
Materiales			
Mano de Obra			
Métodos			
Máquina	No se consideraban esas ineficiencias	Así es el diseño de la planta.	Las bombas se prenden al arrancar la operación.
Medio Ambiente			
			Dificultad en prender y apagar las bombas.
			Falta elemento de control automático.
CONCLUSIÓN DE LA CAUSA RAÍZ :			
Las bombas de agua de las torres no cuentan con elementos de control automáticos para encender y apagar de acuerdo a las necesidades del chiller.			

ACCIONES CORRECTIVAS (Llenado por el Responsable del Proceso)			
Acción Correctiva propuesta	Fecha Propuesta	Responsable	Fecha Real
Instalar arrancadores suaves automáticos a las bombas de agua de las torres de enfriamiento para trabajar a la par con los chiller	Por determinar	Coordinador	Seguimiento
VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO Y LA EFICACIA DE LAS ACCIONES			
CIERRE ACCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	
SI	NO		

LA FABRIL S.A.	INFORME DE NO CONFORMIDAD, CORRECCIONES, ACCIONES CORRECTIVAS	Página 2 de 3
	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	No.: NC2

DEPARTAMENTO EMISOR: Auditoría Interna						FECHA: 11 al 14 de junio del 2018		
ÁREA RECEPTORA: Fraccionamiento								
IDENTIFICACIÓN DE LA NO CONFORMIDAD								
INTERNA								
AUDITORÍA INTERNA	X	AUDITORÍA EXTERNA		AUDITORÍA PROCESO		RECLAMO INTERNO		
SISTEMA DE GESTIÓN	CALIDAD		M. AMBIENTE		LABORATORIO		BASC	
	BPM		SEG. IND.		INOCUIDAD A.		OTROS	X
DESCRIPCIÓN DE LA QUEJA O NO CONFORMIDAD								
<p style="text-align: center;">Detalle del Problema (Redacte hallazgo, evidencia y requisito que incumple):</p> <p>Durante la auditoría energética se evidencia que el tanque de vapor condensado de la planta de Fraccionamiento se mantiene entre 80 y 90 °C, una vez que alcanza el nivel alto se bombea de vuelta al caldero, se aprecia que este condensado tiene energía térmica, incumpliendo principios de optimización descritos en los programas ambientales del área.</p>								
ANÁLISIS DE CAUSAS (Llenado por el Responsable del Proceso y analizado en equipo)								
Causa	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Materia Prima								
Materiales								
Mano de Obra								
Métodos	La planta consume vapor directo en todos sus usos	No existe caracterización de los condensados	Falta evaluación de temperaturas necesarias en el proceso	Falta reutilizar condensado en la misma planta	Falta identificar esa oportunidad de reutilización			
Máquina								
Medio Ambiente								
CONCLUSIÓN DE LA CAUSA RAÍZ :								
No se ha identificado oportunidad de reutilizar el condensado de la planta para calentamientos que requieran temperaturas entre 70 y 80 °C.								

ACCIONES CORRECTIVAS (Llenado por el Responsable del Proceso)				
Acción Correctiva propuesta		Fecha Propuesta	Responsable	Fecha Real
Reutilizar los condensados de vapor de la planta de Fraccionamiento en el calentamiento de las tolvas de la línea 6 y 7 que contienen estearina de palmiste que requieren temperaturas entre 40 y 50 °C		Por determinar	Coordinador	Seguimiento
VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO Y LA EFICACIA DE LAS ACCIONES				
CIERRE ACCIÓN		RESPONSABLE		FECHA
SI	NO			

LA FABRIL S.A.	INFORME DE NO CONFORMIDAD, CORRECCIONES, ACCIONES CORRECTIVAS	Página 3 de 3
	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	No.: NC3

DEPARTAMENTO EMISOR: Auditoría Interna	FECHA: 11 al 14 de junio del 2018
ÁREA RECEPTORA: Fraccionamiento	

IDENTIFICACIÓN DE LA NO CONFORMIDAD

INTERNA

AUDITORÍA INTERNA	X	AUDITORÍA EXTERNA		AUDITORÍA PROCESO		RECLAMO INTERNO	
SISTEMA DE GESTIÓN	CALIDAD		M. AMBIENTE		LABORATORIO		BASC
	BPM		SEG. IND.		INOCUIDAD A.		OTROS

DESCRIPCIÓN DE LA QUEJA O NO CONFORMIDAD

Detalle del Problema (Redacte hallazgo, evidencia y requisito que incumple):
 Se evidencia que el tanque TA17 de Fraccionamiento 5 de 500 toneladas de capacidad para el almacenamiento de estearina con punto de fusión 45-55 °C a pesar que es un tanque que requiere vapor para su mantenimiento no cuenta con aislamiento térmico que disminuya la cantidad de calor perdido por estar al ambiente, se incumple políticas de uso eficiente de los recursos.

ANÁLISIS DE CAUSAS (Llenado por el Responsable del Proceso y analizado en equipo)

Causa	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Materia Prima					
Materiales					
Mano de Obra					
Métodos					
Máquina	Anteriormente se almacenada aceite en este tanque.	No se requería vapor para el almacenamiento de aceite	Se asignó el tanque para almacenar grasas sólidas	Tanque TA17 no contaba con aislamiento.	Falta acondicionamiento del tanque.
Medio Ambiente					

CONCLUSIÓN DE LA CAUSA RAÍZ :
 Cuando se entregó tanque TA17 para Fraccionamiento 5 no se preparó con las condiciones de aislamiento necesarias para almacenamiento de estearina.

ACCIONES CORRECTIVAS (Llenado por el Responsable del Proceso)

Acción Correctiva propuesta	Fecha Propuesta	Responsable	Fecha Real
Colocar aislamiento térmico al tanque TA17	Por definir	Coordinador	Seguimiento

VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO Y LA EFICACIA DE LAS ACCIONES

CIERRE ACCIÓN		RESPONSABLE	FECHA
SI	NO		

Anexo 7. Plan de acción de observaciones

PLAN DE ACCIÓN DE OBSERVACIONES DE AUDITORIA INTERNA ISO 50001 2018						
PROCESO / ÁREA	DESCRIPCIÓN	PLAN DE ACCIÓN	RESPONSABLE	FECHA PROPUESTA	FECHA REAL DE CIERRE	STATUS
FRACCIONAMIENTO O A & G	1. Se evidencia que existen registros de consumos de electricidad, vapor y agua, así como programas ambientales para controlar el consumo de estos energéticos. Estos registros se llevan de manera global por toda la planta de Fraccionamiento y no por línea de producción lo que restringe una gestión apropiada de los recursos energéticos en los puntos de usos significativos identificados durante esta auditoría.	1. Establecer un Sistema de gestión de eficiencia energética en la planta de Fraccionamiento basado en los lineamientos de la norma ISO 50001 y los procedimientos estructurales ISO implementados en la Fabril S.A.	1. Jefe de Fraccionamiento	1. Por definir	1. Seguimiento	1. En desarrollo

Anexo 8. Manual de Gestión Energética para Planta de Fraccionamiento.

LA FABRIL S.A.	MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA	Código:MSG.F01
		Copia Controlada
	Revisión No. 00	
	ÁREA DE FRACCIONAMIENTO	Fecha:27-06-2018
Página: 1 de 8		

REGISTRO DE COPIAS CONTROLADO

COPIA N°	DESTINATARIO	FECHA DE ENVIÓ	FIRMA DE RECIBIDO
01	Dirección de Operaciones A&G, Aseguramiento de Calidad, Ingeniero de Proceso, Jefe de Fraccionamiento, Jefe SSTM, Jefe de Mantenimiento, Coordinadores de Fraccionamiento, Operador Control de Procesos Fraccionamiento, Operadores de Fraccionamiento 2/3/5/6/7	27-06-2018	Intranet

Elaborado por: Jefe de Fraccionamiento	Revisado por: Jefe SSTMA / Jefe Mantenimiento	Aprobado por: Director de Operaciones
--	---	---

LA FABRIL S.A.	MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA	Código:MSG.F01
		Copia Controlada
	ÁREA DE FRACCIONAMIENTO	Revisión No. 00
		Fecha:27-06-2018 Página: 2 de 8

1. OBJETIVO

Describir las herramientas utilizadas en la Planta de Fraccionamiento para implementar y mantener un Sistema de Gestión Energética basado en la Norma ISO 50001:2011.

2. ALCANCE

Este manual aplica a las actividades de la Planta de Fraccionamiento, con sus líneas de producción # 2, 3, 5, 6 y 7.

3. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD

La Jefatura de Fraccionamiento es responsable de actualizar este manual cuando considere necesario, por cambios en los procesos aplicables a los requisitos, cuando existan cambios en la norma de referencia o cuando se deriven no conformidades en la revisión de este documento.

4. SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

Este Manual de Gestión Energética contiene los lineamientos y las directrices respecto al cumplimiento de las cláusulas de la norma ISO 50001 y su implementación en la Planta de Fraccionamiento.

En este manual se direcciona a los documentos que forman parte del sistema de gestión energética y su estructura para lograr un manejo adecuado del sistema.

Elaborado por: Jefe de Fraccionamiento	Revisado por: Jefe SSTMA / Jefe Mantenimiento	Aprobado por: Director de Operaciones
---	--	--

LA FABRIL S.A.	MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA	Código:MSG.F01
		Copia Controlada
	ÁREA DE FRACCIONAMIENTO	Revisión No. 00
		Fecha:27-06-2018
		Página: 3 de 8

5. LIDERAZGO Y COMPROMISO

La alta dirección lidera el compromiso con respecto al Sistema de Gestión Energética:

- a) Asumiendo la responsabilidad y rendición de cuentas con relación a la eficacia del Sistema de Gestión Energética.
- b) Asegurándose de que se establezcan la política energética y los objetivos energéticos, que estos sean compatibles con la dirección estratégica y el contexto de la organización.
- c) Asegurándose de que los recursos necesarios para el sistema de gestión energético estén disponibles de acuerdo a la planificación de los mismos.
- d) Comunicando la importancia de una gestión energética eficaz.
- e) Asegurándose que se establecen objetivos, metas e indicadores apropiados.

6. POLÍTICA AMBIENTAL

La revisión de la política se realizará cuando existieren cambios en los requisitos del sistema de gestión, los cambios definidos serán informados a los representantes del sistema de gestión, para que una vez revisada y aprobada por la gerencia general, se difunda a todo el personal por los canales de comunicación establecidos para el efecto.

7. REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN FRENTE AL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

Se ha designado al Director de Operaciones de Aceites y Grasas, como representante de la alta dirección frente al Sistema de Gestión Energética, quien mantendrá informado sobre el desempeño energético de la organización.

Elaborado por: Jefe de Fraccionamiento	Revisado por: Jefe SSTMA / Jefe Mantenimiento	Aprobado por: Director de Operaciones
---	--	--

LA FABRIL S.A.	MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA	Código: MSG.F01
		Copia Controlada
	ÁREA DE FRACCIONAMIENTO	Revisión No. 00
		Fecha: 27-06-2018
		Página: 4 de 8

El representante de la alta dirección revisará mediante informe mensual y anual los resultados de la continuidad del Sistema de Gestión Energética en la Planta de Fraccionamiento donde evaluará el cumplimiento del ciclo de mejora continua.

El representante de la alta dirección se asegura que se establezcan, implementen y mantengan los procesos necesarios para la continuidad del sistema de gestión energética, en el cual participan diferentes niveles jerárquicos que contribuyen a que las metas y objetivos planteados se cumplan.

8. PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA

Generalidades

La planificación energética se presentará anualmente a la Dirección de Operaciones y su revisión se realiza mensualmente mediante el informe de gestión del área de Fraccionamiento.

Requisitos legales y otros requisitos.

Los requisitos legales y otros requisitos aplicables son identificados y establecidos tomando en cuenta la legislación nacional, así como las regulaciones, leyes y ordenanzas dictadas por organismos competentes.

Estos requisitos son identificados por el Departamento Legal de La Fabril quien a su vez direcciona a los responsables del Sistema de Gestión, para esto se cuenta con el procedimiento interno denominado:

Procedimiento para identificación y evaluación de requisitos legales y otros requisitos código PRD.SGA.03

Revisión energética

La revisión energética se realizará mensualmente bajo los siguientes lineamientos:

Informe de consumo de energéticos mensual por cada línea de operación.

Identificación de los consumos significativos.

Evaluar el consumo en el periodo actual y futuro en base a los planes de producción.

Elaborado por: Jefe de Fraccionamiento	Revisado por: Jefe SSTMA / Jefe Mantenimiento	Aprobado por: Director de Operaciones
--	---	---

LA FABRIL S.A.	MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA	Código:MSG.F01
		Copia Controlada
	ÁREA DE FRACCIONAMIENTO	Revisión No. 00
		Fecha:27-06-2018 Página: 5 de 8

Línea base energética

La revisión de la línea base energética se realiza a la par con la revisión energética tomando como punto de partida la línea base desarrollada en el capítulo 4 del presente estudio.

Indicadores de desempeño energético

Los indicadores de desempeño energético definidos para este sistema energético son:

Electricidad.- Cociente de energía eléctrica consumida (Kw-h) / unidad producida (tonelada)

Vapor.- Cociente de tonelada de vapor consumida (tonelada V) / unidad producida (tonelada)

Agua.- Cociente de unidad de agua consumida (m³) / unidad producida (tonelada)

Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión energética

Los objetivos, metas y planes de acción energéticos se desarrollan en el formato para establecer objetivos, metas y planes de acción energéticos (Anexo 1).

9. OPERACIÓN

Competencia, formación y toma de conciencia

Con la finalidad de garantizar que el personal que realiza actividades que generan impacto en el desempeño energético sea competente, se ha integrado los requerimientos de formación al Manual de Gestión del Personal (PR.SO.01).

Los registros del adiestramiento del personal interno se mantienen en el departamento de Recursos Humanos.

Se dispone de un grupo de auditores internos el cual debe cumplir los lineamientos descritos en el Procedimiento para calificación y evaluación de auditores internos (PRD.SGC.07).

El personal en sus diferentes niveles jerárquicos participa anualmente de temas relacionados a la sensibilización ambiental y la importancia de la gestión energética.

Elaborado por: Jefe de Fraccionamiento	Revisado por: Jefe SSTMA / Jefe Mantenimiento	Aprobado por: Director de Operaciones
---	--	--

LA FABRIL S.A.	MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA	Código: MSG.F01
		Copia Controlada
	ÁREA DE FRACCIONAMIENTO	Revisión No. 00
		Fecha: 27-06-2018
		Página: 6 de 8

Comunicación

El proceso de comunicación de la gestión energética al igual que todos los sistemas de gestión implementados en la compañía debe cumplir con lo establecido en el Procedimiento de comunicaciones (PRD.SGC.16)

Documentación

Las directrices para esta gestión se encuentran documentadas en el Procedimiento para control de documentos y registros PRD.SGC.02

Control Operacional

Los procedimientos operativos de las Plantas de Fraccionamiento están desarrollados para cubrir situaciones que podrían conducir a la desviación de la política, objetivos, metas y planes de acción energéticos estos procedimientos son:

Procedimiento para arrancar, operar y parar la planta de Fraccionamiento # 2 (PRD.FR2.03)

Procedimiento para arrancar, operar y parar la planta de Fraccionamiento # 3 (PRD.FR3.02)

Procedimiento para arrancar, operar y parar la planta de Fraccionamiento # 5 (PRD.FR5.01)

Procedimiento para arrancar, operar y parar la planta de Fraccionamiento # 6 (PRD.FR6.01)

Procedimiento para arrancar, operar y parar la planta de Fraccionamiento # 7 (PRD.FR7.00)

Diseño

El diseño de nuevas instalaciones, así como modificaciones a las existentes o su renovación se solicitarán con estándares que mejoren el desempeño energético de la planta. Estos requerimientos se registrarán en las respectivas órdenes de trabajo.

Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía

Las nuevas adquisiciones de equipos y maquinarias se solicitarán con estándares de alta eficiencia energética, a través de las respectivas órdenes de compra.

Elaborado por: Jefe de Fraccionamiento	Revisado por: Jefe SSTMA / Jefe Mantenimiento	Aprobado por: Director de Operaciones
---	--	--

LA FABRIL S.A.	MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA	Código:MSG.F01
		Copia Controlada
	ÁREA DE FRACCIONAMIENTO	Revisión No. 00
		Fecha:27-06-2018 Página: 7 de 8

10. VERIFICACIÓN

Seguimiento medición y análisis

Para evaluar el desempeño energético de la Planta de Fraccionamiento se monitorea semanalmente los consumos de electricidad, vapor y agua por cada línea de producción.

Se revisan los picos de consumos y las desviaciones de los estándares establecidos de consumos.

Cuando se presenten desviaciones se emitirán las respectivas no conformidades para establecer las acciones correctivas pertinentes al caso.

Auditorías internas del sistema de gestión de la energía

Las directrices para esta gestión de auditorías internas se encuentran documentadas en el Procedimiento para realizar auditorías internas PRD.SGC.06

No Conformidades, correcciones, acciones correctivas y acción preventiva.

Las directrices para la gestión de las correcciones y acciones correctivas se encuentran documentadas en el Procedimiento para realizar correcciones y acciones correctivas PRD.SGC.04

Control de los registros.

Las directrices para esta gestión se encuentran documentadas en el Procedimiento para control de documentos y registros PRD.SGC.02

Elaborado por: Jefe de Fraccionamiento	Revisado por: Jefe SSTMA / Jefe Mantenimiento	Aprobado por: Director de Operaciones
---	--	--

LA FABRIL S.A.	MANUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA	Código:MSG.F01
		Copia Controlada
	ÁREA DE FRACCIONAMIENTO	Revisión No. 00
		Fecha:27-06-2018
		Página: 8 de 8

Anexo 1: Formato para establecer objetivos, metas y planes de acción energéticos

PROGRAMA DE GESTION ENERGÉTICA PLANTA DE FRACCIONAMIENTO

LINEA: RESPONSABLE: GRUPO DE TRABAJO:

Nº: OBJETIVO: META:

BASE 2018	META 2019	REAL 2019
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Nº	META	PLAN DE ACCION	PLAZO	RECURSOS	INDICADOR	RESPONSABLE	2019												RESULTADOS	CUMPLIMIENTO
							ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
n																				


OBSERVACIONES:

M. FRA 01 ESTABLECER OBJETIVOS, METAS Y PLAN DE ACCIÓN ENERGÉTICO revisión Nº01

ACTUALIZACIONES			
REVISIÓN Nº	FECHA	MODIFICACIONES	CAUSA DE MODIFICACIONES
00	27-06-2018	Creación del Documento	

Elaborado por: Jefe de Fraccionamiento	Revisado por: Jefe SSTMA / Jefe Mantenimiento	Aprobado por: Director de Operaciones
---	--	--

Anexo 9. Presupuesto referencial para instalar arrancadores suaves electrónicos de los motores de bombas de agua de enfriamiento a condensadores de chiller de Fraccionamiento.

		PRESUPUESTO - INSTALACIÓN DE ARRANCADORES DE BOMBAS DE TORRES DE ENFRIAMIENTO A CHILLER DE FRACCIONAMIENTOS 2/5/6/7		ELABORADO POR: Johnny Freire Paredes (Licitación eléctrica)		
				APROBADO POR: Ing José Párraga (Mantenimiento eléctrico)		
		REVISION 001		29/06/2018		
INSTALACIÓN ELECTRICA						
CANT	UND	DESCRIPCION	COSTO (\$)	UNIT	COSTO (\$)	TOTAL
Mano de Obra						\$ 4,174.12
INSTALACIONES NUEVAS						
		ELECTROCANALES				
40	mts.	Montaje de Electrocanal tipo Escalerilla de 30cm. con su respectiva soportería, ajustes y nivelación, incluye montaje de tapa.	\$	22.33	\$	893.20
		TABLERO MODULAR PRINCIPAL				
1	g/lb.	Traslado y construcción de Base de Tablero Modular, Montaje de Breakers Principal 3P250A, Instalación de sistema de barraje, 4unid. De Repartidores de Carga 4P125A, Canaletas ranuradas 60X60mm, 80X60mm, Riel Din, incluye rotulación y elaboración de Planos Eléctricos.	\$	406.04	\$	406.04
		CONEXIÓN DE BOMBA Y/O MOTOR DE 15 A 20HP				
3	u	Montaje de Tubería Rígida con su respectiva soportería, Cableado y Conexión de Bomba y/o Motor de 0 a 2HP con su respectiva botoenra marcha/paro remota.	\$	270.52	\$	811.56
		CONEXIÓN DE BOMBA Y/O MOTOR DE 25 A 30HP				
1	u	Montaje de Tubería Rígida con su respectiva soportería, Cableado y Conexión de Bomba y/o Motor de 3 a 5HP con su respectiva botoenra marcha/paro remota.	\$	378.72	\$	378.72
		CONEXIÓN DE BOMBA Y/O MOTOR DE 40 A 50HP				
2	u	Montaje de Tubería Rígida con su respectiva soportería, Cableado y Conexión de Bomba y/o Motor de 7,5 a 10HP con su respectiva botoenra marcha/paro remota.	\$	492.30	\$	984.60
		TRABAJO ELECTRICOS				
1	g/lb	Reubicación y Reconexión de Circuitos de Alumbrado, Tomacorrientes 120VAC Normal y UPS, Tomacorrientes 220VAC, etc.	\$	300.00	\$	300.00
		INSTALACION DE LOGO CON SUS RESPECTIVOS MODULO				
1	g/lb	Instalación, Cableado de entradas y salidas y Conexión de Modulo Logico LOGO, incluye programación y automatización de arrancadores.	\$	400.00	\$	400.00
Materiales						\$ 4,824.00
1	g/lb.	Tablero 200X80X60cm., Barras de Cobre, aisladores, repartidor de carga, canaletas	\$	1,200.00	\$	1,200.00
1	g/lb.	Logo, Modulos, Breakers, Reles, etc.	\$	800.00	\$	800.00
1	g/lb.	Tuberías Eléctricas, Cables y accesorios	\$	1,874.00	\$	1,874.00
20	und.	Electrocanales tipo escalerilla 30cm. Con tapa, varillas roscadas, chanel, tuercas y anillos	\$	40.00	\$	800.00
1	u	Materiales varios: Terminales, cinta aislante, amarras, cartucho de vinil 3/4",	\$	150.00	\$	150.00
SUBTOTAL					\$ 8,998.12	\$ 8,998.12
IMPREVISTO 5%					\$ 449.91	
COSTO TOTAL					\$ 9,448.03	

Anexo 10. Presupuesto referencial para montaje de tanque y tuberías para el calentamiento de tolvas de Fraccionamiento 6 y 7 con condensados de vapor.

	TALLERES MOREIRA Ing. Bryan Moreira Ruc: 1313273532001 Celular: 0979968962 Oficina Ubicación: Av. 4 de Noviembre frente Zuridist:Wester Unión	FECHA: 26/06/2018

PROFORMA DE TRABAJO N° 2780

Solicita:
 Empresa:
 Trabajo a Realizar:

PROYECTOS; TRABAJOS VARIOS TUBERIA Y TANQUE.

Items	Cant.	Unid	Concepto	P. Uni	P. total
1	15	Unid	COMPRA DE TUBOS HIERRO NEGRO DE SCH40 2".	\$ 58,80	\$ 882,00
2	6	Unid	COSTO DE COMPRA DE PLANCHA DE HIERRO NEGRO DE 1/4"	\$ 149,65	\$ 897,90
3	90	ML	COSTO DE MONTAJE DE TUBERIA EN HIERRO DE SCH40 DE 2" (INCLUYE ACCESORIOS)	\$ 12,50	\$ 1125,00
4	841,2	KG	COSTO DE CONSTRUCCION DE TANQUE DE 2 M3 DE HIERRO NEGRO (COSTO POR KG DE PLANCHA) (SE CALCULA 1,22X2,44X7,85X6) POR CADA PLANCHA	\$ 1,90	\$ 1.598,36
5	1	Unid	COSTO DE MONTAJE DE TANQUE EN AREA DE FRACCIONAMIENTO #7 CON MANIPULACION DE GRUA	\$ 1500,00	\$ 1500,00
6	1	Unid	GASTOS DE INSUMOS (SOLDADURA, DISCO DE CORTES, EPP, ETC)	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
				SUB TOTAL	\$ 7203,26
				IVA 12%	\$ 864,39
				TOTAL	\$ 8.067,65

Nota: Estos precios incluyen mano de obra, insumos, maquinas y equipos, materiales hasta la culminación y entrega de la obra.

Forma de pago:
 60% Anticipo
 40% Obra culminada

La cotización tiene una validez de 30 días después de la entrega.

	Aprobado por: Ing. Bryan Moreira Gerente Propietario
--	--

Anexo 9. Presupuesto referencial para instalación de aislamiento térmico al tanque de almacenamiento de estearina TA17.

AISLANTES DEL PACIFICO

PROFORMA 018-0045

FECHA: 22 JUNIO 2018

ATENCION: ING. LUIS MERO

CORREO: Aislantesdelpacifico@hotmail.com

INFORME: Presupuesto de instalación de aislamiento térmico con 2" de espesor, parte externa del tanque TA17 y colocación de protección en el borde superior del mismo.

ITEMS	DESCRIPCION	CANTIDAD	UND	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Lana de vidrio 2"	8	rollo	\$ 120.00	\$ 960.00
2	Lámina de aluminio	136	Plancha	\$ 15.00	\$ 2,040.00
3	Colocación de protección	34	metro	\$ 12.00	\$ 408.00
4	Mano de obra aislamiento	272	metro2	\$ 15.70	\$ 4,270.40
Subtotal					\$ 7,678.40
Imprevistos 5%					\$ 383.92
Costo total					\$ 8,062.32

VICTOR PICO

JEFE DE COMPAÑÍA AP

2 920 / 0994212894

Anexo 10. Cadena de valor de la Planta de Fraccionamiento

Cadena de Valor de la Planta de Fraccionamiento de Aceites y Grasas LFSA						
Actividades de apoyo	Administración del Área					Margen
	Talento Humano					
	Control de Calidad					
	Mantenimiento					
Actividades primarias	Abastecimiento de materias primas	Operaciones	Almacenamiento de productos	Entrega de productos a clientes		

Anexo 11. Cálculo de CO2 equivalente por las mejoras.

Los datos de factores de emisión para el cálculo de las toneladas de dióxido de Carbono equivalente de la propuesta planteada, se tomaron del Informe Técnico: Cálculo de Huella de Carbono Corporativa del Grupo La Fabril año 2016, preparado por CO2MPENSA.

FACTORES DE EMISIÓN	
Factores:	Alcance 1
Nombre:	Diesel
Factor:	2.672 kilogramos CO2/litro
Factores:	Alcance 2
Nombre:	Electricidad promedio Ecuador
Factor:	0.5076 toneladas CO2/MWH

El departamento de Mantenimiento Industrial de La Fabril, en su reporte diario de consumos de vapor indica que para producir una tonelada de vapor se necesitan 78.4 litros de diésel.

Reducción consumo de electricidad						
#	Propuesta		kWh	MKH	Factor	CO ₂ e
1	Instalar arrancadores automáticos a bombas de chiller	+	59595			
2	Calentamiento de tolvas con condensados de vapor	-	11524			
			48071	48.07	0.5076	24.40

Reducción consumo de electricidad						
#	Propuesta		Toneladas de vapor	litros diesel	Factor	CO ₂ e
2	Calentamiento de tolvas con condensados de vapor		1983			
3	Aislamiento de tanque de almacenamiento TA17		157			
			1826	143158.40	0.002672	382.52

Toneladas de CO2 equivalentes						406.92
--------------------------------------	--	--	--	--	--	---------------

Anexo 12. Detalle de equipos eléctricos en la línea de Fraccionamiento #2.

Operación	Equipos	Identificación	HP	Kw	Factor	Total	Horas	Carga	Servicio	Consumo	
Materia Prima	Motor bomba alimentación	PF5482-1		15	0.75	15	1844	75%	85%	17633	
	Motor bomba alimentación	PF5482-2		15	0.75	15.0	1844	75%	85%	17633	
	Motor bomba transferencia producto	PF1001A-0		15	0.75	15.0	3688	75%	85%	35267	
Homogenización	Motor bomba recirculación del producto	PF1001A-3		15	0.75	15.0	3688	75%	85%	35267	
Cristalización	Motor bomba de recirculación	PF1050-1	5		0.75	3.8	3688	75%	85%	8817	
	Motor bomba de recirculación	PF1050-2	5		0.75	3.8	3688	75%	85%	8817	
	Motor bomba de recirculación	PF1050-3	5		0.75	3.8	3688	75%	85%	8817	
	Motor bomba de recirculación	PF1050-4	5		0.75	3.8	3688	75%	85%	8817	
	Motor bomba de recirculación	PF1050-5	5		0.75	3.8	3688	75%	85%	8817	
	Motor bomba de recirculación	PF1050-6	5		0.75	3.8	3688	75%	85%	8817	
	Motor bomba de recirculación	PF1050-7	5		0.75	3.8	3688	75%	85%	8817	
	Motor bomba de recirculación	PF1050-8	5		0.75	3.8	3688	75%	85%	8817	
	Motor raspador del cristizador	F1002A-1-1			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-1-2			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-1-3			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-1-4			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-2-1			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-2-2			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-2-3			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-2-4			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-3-1			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-3-2			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-3-3			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-3-4			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-4-1			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-4-2			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-4-3			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-4-4			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-5-1			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-5-2			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-5-3			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-5-4			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-6-1			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-6-2			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-6-3			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-6-4			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-7-1			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-7-2			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-7-3			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-7-4			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-8-1			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-8-2			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-8-3			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763
	Motor raspador del cristizador	F1002A-8-4			0.75	0.75	0.8	3688	75%	85%	1763

Operación	Equipos	Identificación	HP	Kw	Factor	Total	Horas	Carga	Servicio	Consumo
Sistema de Enfriamiento	Motor bomba de agua	PF1082M-2		4.8	0.75	4.8	1844	75%	85%	5643
	Motor bomba de agua	PF1078B1		7.5	0.75	7.5	1844	75%	85%	8817
	Motor bomba de agua	PF1078B2		7.5	0.75	7.5	3688	75%	85%	17633
	Motor bomba de agua	PF1078A-2	10		0.75	7.5	3688	75%	85%	17633
	Motor bomba de agua	PF1078C-1		7.5	0.75	7.5	3688	75%	85%	17633
	Motor bomba de agua	PF1078C-2		7.5	0.75	7.5	3688	75%	85%	17633
	Motor bomba de agua	PF1078C-4		7.5	0.75	7.5	3688	75%	85%	17633
	Motor bomba de agua	PF1078C-5		7.5	0.75	7.5	3688	75%	85%	17633
	Motor bomba de agua	PF1078C-6		7.5	0.75	7.5	3688	75%	85%	17633
	Motor bomba de agua	Principal		20	0.75	20.0	1844	75%	85%	23511
	Compresor de Chiller	#4		105	0.75	105.0	2265	75%	85%	151627
Ventilador Torre Enfriamiento	Fracc 2/3-W1	50		0.75	37.5	3688	75%	85%	88161	
Filtración	Motor bomba transferencia producto	PF1002A		8.6	0.75	8.6	3319	75%	85%	18198
	Motor bomba transferencia producto	PF1002A2		15	0.75	15.0	3319	75%	85%	31740
	Motor bomba transferencia producto	PF1082ST	5.5		0.75	4.1	3319	75%	85%	8728
	Motor bomba transferencia producto	PF1082B-1	5.5		0.75	4.1	3319	75%	85%	8728
	Motor bomba transferencia producto	PF1082B-2	5.5		0.75	4.1	3319	75%	85%	8728
	Motor bomba transferencia producto	PF1082M-1	5.5		0.75	4.1	3319	75%	85%	8728
	Motor bomba transferencia producto	PF1082C	5.5		0.75	4.1	3319	75%	85%	8728
	Compresor	# 1	30		0.75	22.5	3688	75%	85%	52900
	Compresor	# 2	30		0.75	22.5	3688	75%	85%	52900
	Compresor	# 3	30		0.75	22.5	3688	75%	85%	52900
	Motor bomba de presurización	PF1078/16 A		11	0.75	11.0	1844	75%	85%	12931
	Motor bomba de presurización	PF1078/16 B		15	0.75	15.0	738	75%	85%	7053
	Sistema hidraulico filtro prensa	F1016	7.5		0.75	5.6	3688	75%	85%	13225
	Central de aire	C-1	12		0.75	9.0	3688	75%	85%	21160
	Central de aire	C-2	12		0.75	9.0	3688	75%	85%	21160
	Iluminación	Flourescentes	127		0.06	0.75	0.1	1844		
LED		44		0.02	0.75	0.0	1844			1460
Lamparas 2/250w		2		0.25	0.75	0.3	1940			970
										97772

Anexo 13. Detalle de equipos eléctricos en la línea de Fraccionamiento #3.

Operación	Equipos	Identificación	HP	Kw	Factor	Total	Horas	Carga	Servicio	Consumo	
Homogenización	Motor bomba recirculación del producto	PF1001A-4		4	0.75	4	1950	75%	85%	4475	
	Motor bomba recirculación del producto	PF1001A-5	8		0.75	6	750	75%	85%	2690	
	Motor bomba recirculación del producto	PF1001A-6		3	0.75	3	1950	75%	85%	4227	
Cristalización	Motor bomba de recirculación	PF1050/2A-1	5		0.75	4	1950	75%	85%	4662	
	Motor bomba de recirculación	PF1050/2A-2	5		0.75	4	1950	75%	85%	4662	
	Motor agitador del cristalizador	F1001A1		4	0.75	4	1950	75%	85%	4973	
	Motor agitador del cristalizador	F1001A2		4	0.75	4	1950	75%	85%	4973	
Sistema de Enfriamiento	Motor bomba de agua	PF1078B3	5		0.75	4	1950	75%	85%	4662	
	Motor bomba de agua	PF1078C-3		8	0.75	8	1950	75%	85%	9323	
	Motor bomba de agua	Auxiliar		20	0.75	20	1844	75%	85%	23511	
	Compresor de Chiller	#2		60	0.75	60	3688	75%	85%	141066	
	Compresor de Chiller	#3		60	0.75	60	3688	75%	85%	141066	
Filtración	Motor bomba transferencia producto	PF1002A-1	10		0.75	8	1950	75%	85%	9323	
	Motor bomba transferencia producto	PF1002A-2	10		0.75	8	1950	75%	85%	9323	
	Motor bomba transferencia producto	PF1082ST		5	0.75	5	1950	75%	85%	6216	
	Motor bomba transferencia producto	PF1082B		5	0.75	5	1950	75%	85%	6216	
	Motor bomba transferencia producto	PF1082C		5	0.75	5	1950	75%	85%	6216	
	Sistema hidraulico filtro prensa	F1016	15		0.75	11	1950	75%	85%	13985	
	Motor bomba de presurización	PF1078/16 A		3	0.75	3	1170	75%	85%	2238	
	Motor bomba de presurización	PF1078/16 B		4	0.75	4	585	75%	85%	1492	
	Compresor	# 4	20		0.75	15	3688	75%	85%	35267	
	Compresor	# 5	20		0.75	15	3688	75%	85%	35267	
	Central de aire	C-3		20	0.75	20	1695	75%	85%	21614	
	Almacenamiento	Motor agitador del producto	TP5		3	0.75	3	3931	75%	85%	7518
		Motor agitador del producto	TP10		3	0.75	3	3931	75%	85%	7518
Motor bomba transferencia producto		TP5/10		8	0.75	8	2184	75%	85%	10442	
Motor bomba transferencia producto		TP14/15		8	0.75	8	2184	75%	85%	10442	
Motor agitador del producto		TP14		4	0.75	4	3931	75%	85%	10025	
Motor agitador del producto		TP15-1		4	0.75	4	3931	75%	85%	10025	
Motor agitador del producto		TP15-2		4	0.75	4	4368	75%	85%	11138	
Motor bomba transferencia producto		TP16/19		8	0.75	8	2184	75%	85%	10442	
Motor agitador del producto		TP16		3	0.75	3	4368	75%	85%	8354	
Motor agitador del producto		TP19		3	0.75	3	4368	75%	85%	8354	
Motor bomba transferencia producto		TP17/18		8	0.75	8	2184	75%	85%	10442	
Motor agitador del producto		TP17		3	0.75	3	4368	75%	85%	8354	
Motor agitador del producto		TP18		3	0.75	3	4368	75%	85%	8354	
Motor bomba transferencia producto		TQ402		8	0.75	8	2184	75%	85%	10442	
Motor agitador del producto		TQ402		3	0.75	3	4368	75%	85%	8354	
Motor agitador del producto		Mz4		1	0.75	1	4368	75%	85%	2785	
Motor bomba transferencia producto		Mz4	2		0.75	2	2184	75%	85%	2088	
Motor bomba transferencia producto		TP20	10		0.75	8	2621	75%	85%	12531	
Motor agitador del producto		TP21		2	0.75	2	4368	75%	85%	6126	
Motor agitador del producto		TP20		2	0.75	2	4368	75%	85%	6126	
Motor bomba transferencia producto		TP21	10		0.75	8	2621	75%	85%	12531	
Motor bomba condensados	#1	2		0.75	2	2184	75%	85%	2088		
Iluminación	Flourescentes		46		0.058	0	975			2601	
	LED		8		0.018	0	975			140	
	Lamparas 2/250w		2		0.250	0	1013			507	
										685172	

Anexo 14. Detalle de equipos eléctricos en la línea de Fraccionamiento #5.

Operación	Equipos	Identificación	HP	Kw	Factor	Total	Horas	Carga	Servicio	Consumo
Materia Prima	Motor bomba alimentación	PF1054-1		9	0.75	9	1967	75%	85%	10784
	Motor bomba alimentación	PF1054-2	10		0.75	8	1676	75%	85%	8013
	Motor bomba transferencia producto	PF1082-87A3		6	0.75	6	3147	75%	85%	11035
Homogenización	Motor bomba recirculación del producto	PF1001A-1		11	0.75	11	1574	75%	85%	11035
	Motor bomba recirculación del producto	PF 1001A-3		11	0.75	11	3934	75%	85%	27587
Cristalización	Motor bomba transferencia producto	PF1002A-1		22	0.75	22	3147	75%	85%	44139
	Motor bomba de recirculación	PF1050-A1		5	0.75	5	3541	75%	85%	10383
	Motor bomba de recirculación	PF1050-A2		5	0.75	5	3541	75%	85%	10383
	Motor bomba de recirculación	PF1050-A3		5	0.75	5	3541	75%	85%	10383
	Motor bomba de recirculación	PF1050-A4		5	0.75	5	3541	75%	85%	10383
	Motor Hidraulico	MF 1002 A1		13	0.75	13	3541	75%	85%	29794
	Motor Hidraulico	MF 1002 A2		13	0.75	13	3541	75%	85%	29794
Sistema de Enfriamiento	Motor bomba de agua	Principial	30		0.75	23	3147	75%	85%	45143
	Motor bomba de agua	Auxiliar	30		0.75	23	787	75%	85%	11286
	Ventilador Torre Enfriamiento	Fracc5/6/7	50		0.75	38	3934	75%	85%	94047
	Motor bomba de agua	PF1078A		8	0.75	8	3934	75%	85%	18809
	Motor bomba de agua	PF1078B	15		0.75	11	3934	75%	85%	28214
	Motor bomba de agua	PF1078C		11	0.75	11	3934	75%	85%	27587
	Motor bomba de agua	PF1078D		7	0.75	7	3147	75%	85%	14044
	Compresor de Chiller	#5 - 120 TR		105	0.75	105	3147	75%	85%	210666
	Filtración	Motor bomba transferencia producto	PF1082ST		25	0.75	25	3541	75%	85%
Motor bomba transferencia producto		PF1082B		15	0.75	15	3147	75%	85%	30095
Motor bomba transferencia producto		PF1082C		11	0.75	11	3147	75%	85%	22070
Motor bomba transferencia producto		PF1046OV		4	0.75	4	3147	75%	85%	7423
Motor bomba transferencia producto		PF1082M-1		4	0.75	4	3147	75%	85%	8025
Motor bomba transferencia producto		PF DRY-B1B2	8		0.75	6	3147	75%	85%	11286
Motor bomba de vacío		PF DRY-VAC		5	0.75	5	3147	75%	85%	9630
Motor bomba de agua		PF DRY-MOD		4	0.75	4	2754	75%	85%	7022
Motor bomba de presurización		PF1078/16		4	0.75	4	2754	75%	85%	6496
Motor bomba de agua		PF1050/16		2	0.75	2	1174	75%	85%	1348
Sistema hidraulico filtro prensa		F1016		8	0.75	8	3147	75%	85%	15048
Compresor		# 1	100		0.75	75	3147	75%	85%	150476
Compresor		# 2	20		0.75	15	3147	75%	85%	30095
Motor bomba transferencia báscula		PF1082-87B3	8		0.75	6	3147	75%	85%	11286
Motor bomba transferencia báscula		PF1082-87C3	5		0.75	4	3147	75%	85%	7524
Almacenamiento		Motor agitador del producto	F TA20-1		4	0.75	4	3147	75%	85%
	Motor agitador del producto	F TA20-1		4	0.75	4	3147	75%	85%	8025
	Motor agitador del producto	F TA15-1		4	0.75	4	787	75%	85%	2006
	Motor bomba transferencia producto	PF TA20-1	10		0.75	8	1967	75%	85%	9405
	Motor bomba transferencia producto	PF TA20-2	10		0.75	8	1967	75%	85%	9405
	Motor bomba transferencia producto	PF TA15-1	10		0.75	8	1180	75%	85%	5643
	Motor bomba condensado	#1	4		0.75	3	1180	75%	85%	2257
Iluminación	Flourescentes	110		0.058	0.75	0.058	1967			12549
	LED	34		0.018	0.75	0.018	1967			1204
	Lámparas 400w	16		0.400	0.75	0.400	1924			12314
										1110851

Anexo 15. Detalle de equipos eléctricos en la línea de Fraccionamiento #6.

Operación	Equipos	Identificación	HP	Kw	Factor	Total	Horas	Carga	Servicio	Consumo
Materia Prima	Motor bomba alimentación	PF1059	10		0.75	7.5	1220	75%	85%	5835
	Motor bomba transferencia báscula	PF1082-87A3		4	0.75	4.0	1220	75%	85%	3112
Homogenización	Motor bomba recirculación del producto	PF1001A-2		9.2	0.75	9.2	2034	75%	85%	11929
Cristalización	Motor bomba transferencia producto	PF1002A-2		25.3	0.75	25.3	1831	75%	85%	29525
	Motor bomba de recirculación	PF1050-A1		2.55	0.75	2.6	1831	75%	85%	2976
	Motor bomba de recirculación	PF1050-251		4.6	0.75	4.6	1220	75%	85%	3579
	Motor bomba de recirculación	PF1050-252		4.6	0.75	4.6	1220	75%	85%	3579
	Motor bomba transferencia producto	PF1050 TR		0.63	0.75	0.6	1831	75%	85%	735
	Motor Hidraulico	MF1002A2		5	0.75	5.0	1831	75%	85%	5835
Sistema de Enfriamiento	Motor bomba de agua	Principal	20		0.75	15.0	2034	75%	85%	19450
	Motor bomba de agua	PF1078D		7.5	0.75	7.5	2034	75%	85%	9725
	Motor bomba de agua	PF1078A		5.5	0.75	5.5	2034	75%	85%	7132
	Motor bomba de agua	PF1078C		7.5	0.75	7.5	2034	75%	85%	9725
	Motor bomba de agua	PF1078B	10		0.75	7.5	2034	75%	85%	9725
	Compresor de Chiller	#6 - 90 TR		60	0.75	60.0	1831	75%	85%	70020
Filtración	Motor bomba transferencia producto	PF1082ST		6.3	0.75	6.3	2034	75%	85%	8169
	Motor bomba transferencia producto	PF1009S-1		10	0.75	10.0	814	75%	85%	5187
	Motor bomba transferencia producto	PF1002S-2		10	0.75	10.0	814	75%	85%	5187
	Motor bomba transferencia producto	PF1082B		5.5	0.75	5.5	2034	75%	85%	7132
	Motor bomba transferencia producto	PF1082C		7.5	0.75	7.5	2034	75%	85%	9725
	Motor bomba transferencia producto	PF1046OV		3.7	0.75	3.7	2034	75%	85%	4798
	Motor bomba de presurización	PF1078/16 A		22	0.75	22.0	2034	75%	85%	28527
	Motor bomba de presurización	PF1078/16 B		18.5	0.75	18.5	1017	75%	85%	11994
	Motor bomba de agua	PF1050/16-2		1.3	0.75	1.3	2034	75%	85%	1686
	Motor bomba transferencia báscula	PF1082-87B3		3	0.75	3.0	572	75%	85%	1093
Motor bomba transferencia báscula	PF1082-87C3		4	0.75	4.0	572	75%	85%	1457	
Almacenamiento	Motor agitador del producto	TA16		4	0.75	4.0	610	75%	85%	1556
	Motor agitador del producto	TA9		4	0.75	4.0	610	75%	85%	1556
	Motor bomba transferencia producto	TA16	10		0.75	7.5	610	75%	85%	2918
	Motor bomba transferencia producto	TA9	10		0.75	7.5	610	75%	85%	2918
	Motor agitador del producto	TEX16-1		7.5	0.75	7.5	610	75%	85%	2918
	Motor agitador del producto	TEX16-2		7.5	0.75	7.5	610	75%	85%	2918
	Motor bomba transferencia producto	TEX16	15		0.75	11.3	610	75%	85%	4376
Iluminación	Flourescentes	72		0.058	0.75	0.1	1017			4247
	LED	12		0.018	0.75	0.0	1017			220
	Lámparas 400w	2		0.4	0.75	0.4	833			666
										302129

Anexo 16. Detalle de equipos eléctricos en la línea de Fraccionamiento #7.

Operación	Equipos	Identificación	HP	Kw	Factor	Total	Horas	Carga	Servicio	Consumo
Materia Prima	Motor bomba alimentación	PF1059	10		0.75	7.5	2682	75%	85%	12821
	Motor bomba transferencia báscula	PF1082-87A3		4	0.75	4.0	2682	75%	85%	6838
Homogenización	Motor bomba recirculación del producto	PF1001A-2		9.2	0.75	9.2	3352	75%	85%	19659
Cristalización	Motor bomba transferencia producto	PF1002A-2		25.3	0.75	25.3	2682	75%	85%	43251
	Motor bomba de recirculación	PF1050-A1		2.55	0.75	2.6	3017	75%	85%	4904
	Motor bomba de recirculación	PF1050-2S1		4.6	0.75	4.6	3017	75%	85%	8847
	Motor bomba de recirculación	PF1050-2S2		4.6	0.75	4.6	3017	75%	85%	8847
	Motor bomba transferencia producto	PF1050 TR		0.63	0.75	0.6	2682	75%	85%	1077
	Motor Hidraulico	MF1002A2		5	0.75	5.0	3017	75%	85%	9616
Sistema de Enfriamiento	Motor bomba de agua	Auxiliar	20		0.75	15.0	3352	75%	85%	32054
	Motor bomba de agua	PF1078D		7.5	0.75	7.5	2682	75%	85%	12821
	Motor bomba de agua	PF1078A		5.5	0.75	5.5	2682	75%	85%	9402
	Motor bomba de agua	PF1078C		7.5	0.75	7.5	3352	75%	85%	16027
	Motor bomba de agua	PF1078B	10		0.75	7.5	3352	75%	85%	16027
	Compresor de Chiller	#6 - 90 TR		60	0.75	60.0	2571	75%	85%	98359
Filtración	Motor bomba transferencia producto	PF1082ST		6.3	0.75	6.3	3017	75%	85%	12116
	Motor bomba transferencia producto	PF1009S-1		10	0.75	10.0	2682	75%	85%	17095
	Motor bomba transferencia producto	PF1002S-2		15	0.75	15.0	2682	75%	85%	25643
	Motor bomba transferencia producto	PF1082B		5.5	0.75	5.5	2682	75%	85%	9402
	Motor bomba transferencia producto	PF1082C		7.5	0.75	7.5	2682	75%	85%	12821
	Motor bomba transferencia producto	PF1046OV		3.7	0.75	3.7	2682	75%	85%	6325
	Motor bomba de presurización	PF1078/16		51	0.75	51.0	2682	75%	85%	87186
	Motor bomba de agua	PF1050/16-2		1.3	0.75	1.3	2682	75%	85%	2222
	Motor bomba transferencia báscula	PF1082-87B3		3	0.75	3.0	2682	75%	85%	5129
	Motor bomba transferencia báscula	PF1082-87C3		4	0.75	4.0	2682	75%	85%	6838
Almacenamiento	Motor agitador del producto	TA7		4	0.75	4.0	1341	75%	85%	3419
	Motor bomba transferencia producto	TA17	10		0.75	7.5	1341	75%	85%	6411
	Motor bomba transferencia producto	TA7	10		0.75	7.5	1341	75%	85%	6411
Iluminación	Flourescentes	96		0.058	0.75	0.1	1676			9332
	LED	30		0.018	0.75	0.0	1676			905
	Lámparas 400w	4		0.4	0.75	0.4	1676			2682
										514488