

CONVENIO INTERINSTITUCIONAL UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO
ENERGÉTICA – UPME - CV-003/15, INSTITUTO DE PLANIFICACION Y PROMOCION
DE SOLUCIONES ENERGETICAS PARA LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS –
IPSE -005/2015 Y LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS –
UDFJC PARA LA REALIZACIÓN DEL PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL
SOSTENIBLE PARA EL DEPARTAMENTO DEL CUNDINAMARCA – PERS
CUNDINAMARCA

Plan de Energización Rural del Departamento de Cundinamarca PERS

Incorporación de tecnologías de fuentes no
convencionales de energía de carácter renovable y
tecnología térmica eficiente en seis organizaciones
ganaderas que acopian leche en el departamento de
Cundinamarca

BOGOTÁ D.C, 21 DE NOVIEMBRE DE 2016

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Carrera 8 No. 40-62. Sede Edificio Suárez Copete 3er Piso.
Unidad de Extensión Facultad de Ingeniería.
Teléfono: 3239300 Ext: 1711
E mail: perscundinamarca@udistrital.edu.co

CONVENIO INTERINSTITUCIONAL UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO
ENERGÉTICA – UPME - CV-003/15, INSTITUTO DE PLANIFICACION Y PROMOCION
DE SOLUCIONES ENERGETICAS PARA LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS –
IPSE -005/2015 Y LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS –
UDFJC PARA LA REALIZACIÓN DEL PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL
SOSTENIBLE PARA EL DEPARTAMENTO DEL CUNDINAMARCA – PERS
CUNDINAMARCA

Incorporación de tecnologías de fuentes no convencionales de energía de carácter renovable y tecnología térmica eficiente en seis organizaciones ganaderas que acopian leche en el departamento de Cundinamarca

Preparado por:

Enrique Jácome

Revisado por:

Francisco Santamaría Piedrahita

BOGOTÁ D.C, 21 DE NOVIEMBRE DE 2016

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Carrera 8 No. 40-62. Sede Edificio Suárez Copete 3er Piso.
Unidad de Extensión Facultad de Ingeniería.
Teléfono: 3239300 Ext: 1711
E mail: perscundinamarca@udistrital.edu.co

Tabla de Contenido

1	Título del proyecto.....	7
2	Fase del proyecto.....	7
3	Identificación de la necesidad	7
3.1	Proceso de enfriamiento de la leche en los centros de acopio.....	11
3.1.1	Ordeño	11
3.1.2	Enfriamiento de la leche	11
3.1.3	Sistema de Bombeo	12
3.1.4	Laboratorios	12
3.1.5	Limpieza del centro de acopio.....	12
4	Población y/o grupo objetivo	13
5	Actores involucrados en la formulación y desarrollo del proyecto.....	14
6	Objetivos del proyecto.....	14
7	Análisis Técnico de la Propuesta - Gestión Eficiente de la Energía.....	15
7.1	Propuesta inicial de la respuesta de la demanda	15
7.2	Eficiencia de la Energía	31
7.2.1	Evaluación técnico-económica de implementar tecnología térmica eficiente (colectores solares con calentadores eléctricos de respaldo)	32
7.2.2	Evaluación técnico-económica de implementar tecnologías térmicas eficientes (pre-enfriadores y colectores solares con calentadores eléctricos de respaldo)	40
7.2.3.	Evaluación técnico-económica de implementar sistemas fotovoltaicos ...	48
8.	Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda.....	56
9.	Resultados y Beneficios esperados del proyecto.....	75
10.	Inversión inicial del proyecto.....	76
11.	Fuentes de financiación.....	76
12.	Aspectos institucionales y legales	77

Índice de Tablas

Tabla 1. Centros de acopio de leche seleccionados por la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural del Departamento de Cundinamarca	8
Tabla 2. Costo de litro de leche en el proceso de enfriamiento para cada centro de acopio de leche.	8
Tabla 3. Capacidad instalada de los tanques de enfriamiento	11
Tabla 4. Cantidad aproximada de agua para cada centro de acopio	13
Tabla 5. Municipios, familias asociadas y población beneficiada con este proyecto	13
Tabla 6. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOLCAP de Caparrapí	16
Tabla 7. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOLCAP de Caparrapí	18
Tabla 8. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOCHARQUIRA de Carmen de Carupa	19
Tabla 9. Curva de demanda de energía eléctrica: propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOCHARQUIRA de Carmen de Carupa	21
Tabla 10. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOGANYO de Gachetá	21
Tabla 11. Curva de demanda de energía eléctrica: propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOGANYO de Gachetá	23
Tabla 12. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOPROLEG de Guachetá	24
Tabla 13. Curva de demanda de energía eléctrica: propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOPROLEG de Guachetá	26
Tabla 14. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio APAMAP de Susa	27
Tabla 15. Curva de demanda de energía eléctrica: propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio APAMAP de Susa	29
Tabla 16. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio AGROESP de Ubaté	29
Tabla 17. Curva de demanda de energía eléctrica: propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio AGROESP de Ubaté	31
Tabla 18. Potencia de las bombas requeridas para el sistema térmico de pre-enfriamiento.....	41
Tabla 19. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOLCAP de Caparrapí.....	57
Tabla 20. Curva de demanda de energía eléctrica con PRE-ENFRIADOR y COLECTORES SOLARES – ASOLCAP	59

Tabla 21. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOCHARQUIRA de Carmen de Carupa	61
Tabla 22. Curva de demanda de energía eléctrica con PRE-ENFRIADOR y COLECTORES SOLARES	-
.....ASOCHARQUIRA	62
Tabla 23. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOGANYO de Gachetá.....	63
Tabla 24. Curva de demanda de energía eléctrica con PRE-ENFRIADOR y COLECTORES SOLARES – ASOGANYO	65
Tabla 25. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOPROLEG de Guachetá.....	66
Tabla 26. Curva de demanda de energía eléctrica con PRE-ENFRIADOR y COLECTORES SOLARES – ASOPROLEG	68
Tabla 27. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio APAMAP de Susa.....	69
Tabla 28. Curva de demanda de energía eléctrica con PRE-ENFRIADOR y COLECTORES SOLARES – APAMAP.....	71
Tabla 29. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio AGROESP de Ubaté.....	72
Tabla 30. Curva de demanda de energía eléctrica con PRE-ENFRIADOR y COLECTORES SOLARES – AGROESP	74

Tabla 1. Centros de acopio de leche seleccionados por la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural del Departamento de Cundinamarca	8
Tabla 2. Costo de litro de leche en el proceso de enfriamiento para cada centro de acopio de leche.	8
Tabla 3. Capacidad instalada de los tanques de enfriamiento	11
Tabla 4. Cantidad aproximada de agua para cada centro de acopio	13
Tabla 5. Municipios, familias asociadas y población beneficiada con este proyecto	13
Tabla 6. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOLCAP de Caparrapí	16
Tabla 7. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOLCAP de Caparrapí	18
Tabla 8. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOCHARQUIRA de Carmen de Carupa.....	19
Tabla 9. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOCHARQUIRA de Carmen de Carupa.....	21

Tabla 10. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOGANYO de Gachetá	21
Tabla 11. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOGANYO de Gachetá	23
Tabla 12. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOPROLEG de Guachetá	24
Tabla 13. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOPROLEG de Guachetá	26
Tabla 14. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio APAMAP de Susa	27
Tabla 15. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio APAMAP de Susa	29
Tabla 16. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio AGROESP de Ubaté	29
Tabla 17. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio AGROESP de Ubaté	31
Tabla 18. Potencia de las bombas requeridas para el sistema térmico de pre-enfriamiento.....	41
Tabla 19. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOLCAP de Caparrapí.....	57
Tabla 20. Energía consumida por hora incluyendo el PRE-ENFRIADOR y los COLECTORES SOLARES – ASOLCAP.....	59
Tabla 21. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOCHARQUIRA de Carmen de Carupa	61
Tabla 22. Energía consumida por hora incluyendo el PRE-ENFRIADOR y los COLECTORES SOLARES	-
.....ASOCHARQUIRA	62
Tabla 23. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOGANYO de Gachetá.....	63
Tabla 24. Energía consumida por hora incluyendo el PRE-ENFRIADOR y los COLECTORES SOLARES – ASOGANYO	65
Tabla 25. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOPROLEG de Guachetá.....	66
Tabla 26. Energía consumida por hora incluyendo el PRE-ENFRIADOR y los COLECTORES SOLARES – ASOPROLEG	68
Tabla 27. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio APAMAP de Susa.....	69
Tabla 28. Energía consumida por hora incluyendo el PRE-ENFRIADOR y los COLECTORES SOLARES – APAMAP.....	71
Tabla 29. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio AGROESP de Ubaté.....	72

Tabla 30. Energía consumida por hora incluyendo el PRE-ENFRIADOR y los COLECTORES SOLARES – AGROESP 74

1 Título del proyecto

Incorporación de tecnologías de fuentes no convencionales de energía de carácter renovable y tecnología térmica eficiente en seis organizaciones ganaderas que acopian leche en el departamento de Cundinamarca.

2 Fase del proyecto

Pre-factibilidad

3 Identificación de la necesidad

La Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural del Departamento de Cundinamarca y el Plan de Energización Rural Sostenible de Cundinamarca (PERS Cundinamarca), decidieron evaluar la posibilidad de incorporar tecnologías de fuentes no convencionales de energía de carácter renovable y tecnología térmica eficiente (colectores solares para el calentamiento de agua y pre-enfriadores para bajar la temperatura de ingreso de la leche a los tanques de enfriamiento) en seis organizaciones ganaderas que acopian leche en el departamento de Cundinamarca, para mejorar la gestión eficiente de la energía, considerando tanto la respuesta de la demanda como la eficiencia energética y como consecuencia, mejorar el desarrollo económico sostenible de cada centro de acopio.

Para evaluar y determinar la incorporación de las tecnologías en los centros de acopio del departamento de Cundinamarca, la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural del Departamento de Cundinamarca seleccionó a seis centros de acopio mostrados en la Tabla 1.

Municipio	Nombre de la Asociación	Socios Número de Familias	Capacidad instalada de los tanques (litros)
-----------	-------------------------	------------------------------	---

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Carrera 8 No. 40-62. Sede Edificio Suárez Copete 3er Piso.
Unidad de Extensión Facultad de Ingeniería.
Teléfono: 3239300 Ext: 1711
E mail: perscundinamarca@udistrital.edu.co

Caparrapí	ASOLCAP	35	5.000
Carmen de Carupa	ASOCHARQUIRA	40	4.820
Gachetá	ASOGANYO	37	2.050
Guachetá	ASOPROLEG	35	2.632
Susa	APAMAP	53	3.600
Ubaté	AGROESP	18	1.550

Tabla 1. Centros de acopio de leche seleccionados por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Departamento de Cundinamarca

Se realizaron visitas de campo a cada uno de los centros de acopio con el fin de conocer el proceso productivo, las instalaciones eléctricas y determinar el consumo de energía eléctrica para luego proponer y evaluar la solución técnico-económica más viable y cumplir así los objetivos de este proyecto. Aunque no se realizaron mediciones en campo, se determinó el costo actual para enfriar un litro de leche en cada uno de los centros de acopio, basado en los consumos promedio de energía y el número de litros de leche enfriada por año para el último año, los cuales se muestran en la Tabla 2.

Municipio	Nombre de la Asociación	Socios Número de Familias	Costo de enfriamiento del litro de leche (año 2016)
Caparrapí	ASOLCAP	35	\$ 9,58 COP
Carmen de Carupa	ASOCHARQUIRA	40	\$ 8,29 COP
Gachetá	ASOGANYO	37	\$ 19,27 COP
Guachetá	ASOPROLEG	35	\$ 11,2 COP
Susa	APAMAP	53	\$ 11,79 COP
Ubaté	AGROESP	18	\$ 10,75 COP

Tabla 2. Costo de litro de leche en el proceso de enfriamiento para cada centro de acopio de leche.

Este proyecto es una propuesta para mejorar el desarrollo económico sostenible (incidencia positiva en la economía, mejoramiento de la calidad de vida y el bienestar social de las personas que dependen de esta actividad económica y reducción del impacto ambiental) disminuyendo el costo de enfriamiento del litro de leche en cada uno de los centros de acopio, mediante la gestión eficiente de la energía, considerando primero la respuesta de la demanda y posteriormente la eficiencia energética:

La primera, referente a la respuesta de la demanda, propone cambios sustanciales en el patrón de consumo de energía eléctrica y la utilización adecuada de los

equipos, con el fin de reducir los consumos y optimizar el uso de los equipos en el proceso de enfriamiento, siguiendo estos lineamientos:

- Organizando a todos los socios de cada centro de acopio para que tengan el mismo horario de ordeño, con el fin de lograr la eficiencia energética de diseño de los tanques de enfriamiento de dos ordeños, ya que según la norma Europea UNE-EN 13732: 2013, los tanques de enfriamiento de dos ordeños están diseñados para enfriar a 4 °C una cantidad de leche (primer ordeño) igual a la mitad de su capacidad en menos de 3 h; además, garantiza que la incorporación de leche adicional (segundo ordeño) no eleva la temperatura del sistema a más de 10 °C.
- Proponiendo un horario fijo para realizar el enfriamiento en los tanques, el uso de laboratorio, el aseo general y, por último, un horario fijo de despacho de la leche a las diferentes empresas de lácteos, logrando así reducir los consumos de energía eléctrica y por ende el costo del litro de leche refrigerado.
- Mediante la implementación de los pre-enfriadores, se debe acopiar la leche en la tina de recibo en un horario fijo para que pueda pasar por el sistema de pre-enfriamiento hacia los tanques, sin disminuir la calidad de la leche, ya que para este proceso se requiere de un tiempo determinado que depende de la temperatura de ingreso de la leche al sistema de pre-enfriamiento, de la temperatura del agua que se utiliza para enfriar la leche y de sus respectivos caudales. El tiempo de pre-enfriamiento en este proyecto es 1 h.
- Acordando con las diferentes empresas de lácteos horarios fijos para recoger la leche, preferiblemente debe ser al final de la tarde, con el fin disminuir el tiempo de uso de los tanques de enfriamiento.

La segunda, referente a la eficiencia energética, se realizará así:

- Implementando colectores solares para el calentamiento a 70 °C del agua que se requiere para la limpieza de los tanques y demás elementos de los centros de acopio, los cuales son más eficientes que los calentadores eléctricos de agua convencionales.
- Implementando un sistema térmico de pre-enfriamiento de la leche antes de ingresar a los tanques de enfriamiento, el cual puede disminuir el tiempo de enfriamiento en los tanques hasta en un 30%. Cabe anotar que este sistema térmico no está implementado en ningún centro de acopio y su implementación aumentaría la eficiencia energética.

- Implementando tecnologías que utilicen fuentes no convencionales de energía de carácter renovable (FNCR) como: biomasa (biodigestores), eólica (aerogeneradores), solar (sistemas fotovoltaicos) y pequeños aprovechamientos hídricos (pequeñas centrales hidroeléctricas).

La necesidad de esta evaluación se centra en asegurar el abastecimiento energético, el desarrollo económico sostenible y la gestión eficiente de la energía, requeridos en cualquier centro de acopio de leche y en especial en el Departamento de Cundinamarca. Este proyecto se propone como una primera fase, en la cual se debe evaluar el impacto técnico-económico para los seis centros de acopio, para realizar los ajustes necesarios y poder masificar el modelo en todos los centros de acopio del departamento de Cundinamarca y del País.

Los centros de acopio están conformados por asociaciones de familias, las cuales, los 365 días del año, recolectan en sus fincas y transportan la leche que ordeñan hacia el centro de acopio para el proceso de enfriamiento y posterior venta a las diferentes empresas de lácteos. Según la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural del Departamento de Cundinamarca, existen aproximadamente 130 centros de acopio de leche, conformados cada uno por 40 familias en promedio, donde cada familia está integrada por 5 personas, involucrando directamente a 26.000 personas en todo el departamento de Cundinamarca, cuyo sustento económico diario, depende exclusivamente de esta actividad económica.

Dado que cada centro de acopio tiene en promedio un tanque de enfriamiento con una capacidad instalada de 2.000 L y producen en promedio 1.200 L de leche al día, los 130 centros de acopio producen alrededor de 156.000 L al día; en promedio el litro de leche lo venden a \$ 800 COP, las 130 asociaciones tiene unos ingresos promedio de \$ 124'800.000 COP por día, que equivalen en promedio a \$ 24.000 COP de ganancia al día por cada familia, es decir, \$ 720.000 COP al mes por familia.

El proceso en los centros de acopio requiere continuidad en el servicio de energía eléctrica debido a que durante los 365 días del año se recolecta leche, que debe ser enfriada en menos de 3 h de 38 °C a 4 °C para mantener su calidad y poder venderla a las diferentes empresas de lácteos. Sin embargo, la situación energética actual de nuestro país ha mostrado cierto grado de vulnerabilidad en temporadas con condiciones climáticas extremas (niño y niña), lo cual puede afectar los procesos en los centros de acopio, perjudicando a más de 26.000 personas en todo el departamento de Cundinamarca que dependen exclusivamente de esta actividad económica; además, no todos los centros de acopio de leche cuentan con plantas eléctricas para suministrar la energía eléctrica necesaria para el proceso de enfriamiento y las plantas eléctricas no son la mejor opción de energía de respaldo debido a su mayor costo y contaminación ambiental. Teniendo en cuenta lo anterior,

se justifica la necesidad de evaluar la posibilidad de incorporar tecnologías que utilicen fuentes no convencionales de energía de carácter renovable (biodigestores, aerogeneradores, sistemas fotovoltaicos, pequeñas centrales hidroeléctricas) como también la evaluación de implementar tecnologías térmicas eficientes (colectores solares y pre-enfriadores) en los seis centros de acopio de leche del departamento de Cundinamarca.

3.1 Proceso de enfriamiento de la leche en los centros de acopio

3.1.1 Ordeño

En el departamento de Cundinamarca el proceso de ordeño lo realizan las familias asociadas a cada centro de acopio en cada una de las fincas, las cuales almacenan la leche ordeñada en cantinas para ser transportadas por ellos mismos o por un camión de la asociación hacia el respectivo centro de acopio.

3.1.2 Enfriamiento de la leche

En los seis centros de acopio objeto de este proyecto, la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural del Departamento de Cundinamarca donó tanques de enfriamiento de dos ordeños (frecuencia de recolección de 24 h) y con la capacidad de almacenamiento que se muestra en la Tabla 3.

Municipio	Nombre de la Asociación	Capacidad instalada de los tanques (litros)	Potencia eléctrica de los tanques [kW]
Caparrapí	ASOLCAP	5.000	8,6
Carmen de Carupa	ASOCHARQUIRA	4.820	8,3
Gachetá	ASOGANYO	2.050	3,5
Guachetá	ASOPROLEG	2.632	4,5
Susa	APAMAP	3.600	6,2
Ubaté	AGROESP	1.550	2,7

Tabla 3. Capacidad instalada de los tanques de enfriamiento

Las familias pertenecientes a una asociación ordeñan y transportan la leche para recolectarla en los tanques de enfriamiento que están en los centros de acopio, donde la leche se debe enfriar en menos de 3 h a 4 °C en los tanques, con el fin de

mantener su calidad y posteriormente venderla a las diferentes empresas de lácteos.

Según la norma Europea UNE-EN 13732: 2013, los tanques de enfriamiento de dos ordeños están diseñados para enfriar a 4 °C una cantidad de leche (primer ordeño) igual a la mitad de su capacidad en menos de 3 h, además garantiza que la incorporación de leche adicional (segundo ordeño) no eleva la temperatura del sistema a más de 10 °C.

Actualmente en los seis centros de acopio existen diferentes horarios de ordeño y de entrega de la leche a las diferentes empresas de lácteos, lo que ocasiona un consumo mayor de energía ya que no siguen los lineamientos de diseño de los tanques de dos ordeños.

3.1.3 Sistema de Bombeo

Para verter la leche de la tina de recibo a los tanques de enfriamiento y extraerla a los camiones de las diferentes empresas de lácteos que compran la leche, se utiliza una motobomba de 0,75 HP y 40 gpm. Cabe anotar que actualmente no todos los centros de acopio cuentan con esta motobomba.

3.1.4 Laboratorios

Aunque no todos los centros de acopio tienen equipos de laboratorio, este consumo se considera en el proyecto. Los equipos que se utilizan en el laboratorio son:

- Analizadores de leche Ekomilk para el monitoreo de la calidad
- Computador e impresora
- Nevera para almacenar muestras

3.1.5 Limpieza del centro de acopio

Para mantener un control de calidad de la leche se debe realizar una limpieza adecuada en los centros de acopio, donde se requiere agua caliente a una temperatura de 70 °C para lavar los tanques de enfriamiento (2% de la capacidad del tanque), el sistema térmico de pre-enfriamiento de la leche, las bombas, la tina de recibo de la leche, las cantinas, pisos, paredes, techos y aseo del personal. La cantidad aproximada de agua para cada centro de acopio se muestra en la Tabla 4.

Municipio	Asociación	Capacidad instalada en los tanques de enfriamiento (L)	Agua a 70°C necesaria para lavado (L)
Caparrapí	ASOLCAP	5.000	240
Carmen de Carupa	ASOCHARQUIRA	4.820	240
Gachetá	ASOGANYO	2.050	102
Guachetá	ASOPROLEG	2.632	131
Susa	APAMAP	3.600	180
Ubaté	AGROESP	1.550	80

Tabla 4. Cantidad aproximada de agua para cada centro de acopio

Dado que ninguno de los seis centros de acopio cuenta con el servicio de gas natural y no todos los centros de acopio de leche cuentan con agua caliente para realizar la limpieza, este proyecto evalúa la implementación de colectores solares eléctricos con respaldo de calentadores eléctricos convencionales.

Por otro lado, se recomienda utilizar hidrolavadoras (1,5 kW, 2 gpm) que soporten los 70 °C con el fin de optimizar el proceso de lavado. Aunque no se considera el precio en este proyecto su valor comercial está alrededor de COP \$ 6.240.800.

4 Población y/o grupo objetivo

En la Tabla 5 se muestran los municipios beneficiados donde se encuentran ubicados los seis centros de acopio de leche que se evalúan en este proyecto, también el número de familias y de personas beneficiadas por cada municipio.

Municipio	Nombre de la Asociación	Número de Familias	Número de personas beneficiadas	Capacidad instalada en los tanques de enfriamiento (L)
Caparrapí	ASOLCAP	35	175	5.000
Carmen de Carupa	ASOCHARQUIRA	40	200	4.820
Gachetá	ASOGANYO	37	185	2.050
Guachetá	ASOPROLEG	35	175	2.632
Susa	APAMAP	53	265	3.600
Ubaté	AGROESP	18	90	1.550
TOTAL		218	1.090	19.652

Tabla 5. Municipios, familias asociadas y población beneficiada con este proyecto

5 Actores involucrados en la formulación y desarrollo del proyecto

Los actores involucrados en este proyecto son:

- La Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural del Departamento de Cundinamarca
- Plan de Energización Rural Sostenible de Cundinamarca (PERS Cundinamarca)
- Las seis asociaciones ASOLCAP, ASOCHARQUIRA, ASOGANYO, ASOPROLEG, APAMAP, AGROESP que conforman los seis centros de acopio de leche, integrados por 218 familias y aproximadamente 1.090 personas.
- Unidad de Planeación Minero Energética
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas
- Ministerio de Minas y Energía
- Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (aprobación de los incentivos a la inversión en proyectos de fuentes no convencionales de energía, incentivos como: declaración de renta, tributario IVA, arancelario, contable depreciación acelerada de activos)
- Sistema General de Regalías del departamento de Cundinamarca (fuente de financiación)

6 Objetivos del proyecto

Los objetivos del proyecto son:

- Mejorar la gestión eficiente de la energía en las seis asociaciones ganaderas que acopian leche en el departamento de Cundinamarca.
- Evaluar técnica y económicamente la incorporación de tecnologías que utilicen fuentes no convencionales de energía de carácter renovable y tecnologías térmicas eficientes (colectores solares y pre-enfriadores) en las seis organizaciones ganaderas que acopian leche en el departamento de Cundinamarca.

- Mejorar el desarrollo económico sostenible en las seis asociaciones ganaderas que acopian leche en el departamento de Cundinamarca.

7 Análisis Técnico de la Propuesta - Gestión Eficiente de la Energía

7.1 Propuesta inicial de la respuesta de la demanda

En los seis centros de acopio se realizan en horarios diferentes los procesos de: enfriamiento en los tanques, bombeo de leche, uso de laboratorios, limpieza y despacho de la leche a las diferentes empresas de lácteos, lo cual conlleva a consumos de energía muy variables. Después de estudiar y analizar acuciosamente el proceso de enfriamiento en los centros de acopio, este proyecto expone una propuesta inicial de la respuesta de la demanda para todos los centros de acopio, con el fin de estandarizar correctamente el proceso, el cual será el punto de partida para reducir los consumos de energía eléctrica y por ende el costo del litro de leche refrigerado.

Este nuevo patrón se determinó a partir de fuentes de información confiables suministrada por fabricantes especializados y la valiosa experiencia de las personas vinculadas a cada centro de acopio, y propone un horario fijo para realizar el primer y segundo ordeño, el enfriamiento en los tanques, el uso del laboratorio, el aseo general y por último un horario fijo de despacho de la leche a las diferentes empresas de lácteos. En la siguiente sección se presentan las propuestas iniciales de la respuesta de la demanda para cada uno de los seis centros de acopio.

Se debe tener en cuenta que en este proyecto no se puede realizar una comparación del costo actual para enfriar un litro de leche presentado en la Tabla 2 (calculado a partir de las condiciones actuales de cada centro de acopio, es decir, considerando el promedio de la energía actual consumida y la cantidad de litros de leche enfriado en un periodo de tiempo) con el costo para enfriar un litro de leche proyectado a partir de la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para cada centro de acopio, debido a dos razones: la primera, que no se realizaron mediciones de consumo eléctrico en campo y la segunda, que no todos los centros de acopio cuentan con sistema de bombeo para verter la leche hacia y desde los tanques de enfriamiento, ni utilizan agua caliente para la limpieza, ni utilizan hidrolavadora, ni utilizan de forma adecuada los tanques de enfriamiento de dos ordeños y por ende tienen patrones diferentes para el consumo de energía.

Municipio De Caparrapí – ASOLCAP

En la Tabla 1 se muestra información del centro de acopio ASOLCAP- Caparrapí, tal como: localización geográfica, el número de familias involucradas, la capacidad instalada del tanque de enfriamiento, la energía diaria consumida, la potencia promedio y pico en el centro de acopio. En esta tabla se observa que con esta primera propuesta de la respuesta de la demanda se consumen 99,7 kWh por día que corresponden a un costo de enfriamiento de 8,97 COP/L, cantidades que son el objetivo de minimización de este proyecto mediante la incorporación de tecnologías que utilicen fuentes no convencionales de energía de carácter renovable y tecnologías térmicas eficientes (colectores solares y pre-enfriadores).

En la Ilustración 1 se presenta de manera porcentual el consumo de energía de la propuesta inicial de la respuesta de la demanda, la cual se determinó a partir de fuentes de información confiables suministrada por fabricantes especializados y la valiosa experiencia de las personas vinculadas a cada centro de acopio.

En la Ilustración 2 y en la Tabla 7 se presenta el consumo de energía por hora de la propuesta inicial de la respuesta de la demanda, donde se puede observar un horario fijo para realizar el primer y segundo ordeño, el enfriamiento de la leche en los tanques, el uso del laboratorio, el aseo general y por último un horario fijo de despacho de la leche a las diferentes empresas de lácteos.

Propuesta inicial de respuesta de la demanda Centro de Acopio de leche ASOLCAP Municipio de Caparrapí	
Localización geográfica	(5°20.7'N, 74°29.4'W)
Vereda	Casco Urbano
Número de familias asociadas	35
Capacidad instalada en los tanques [L]	5.000
Energía [kWh/día]	99,7
Potencia promedio [kW]	4,2
Potencia pico [kW]	24,52

Tabla 6. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOLCAP de Caparrapí

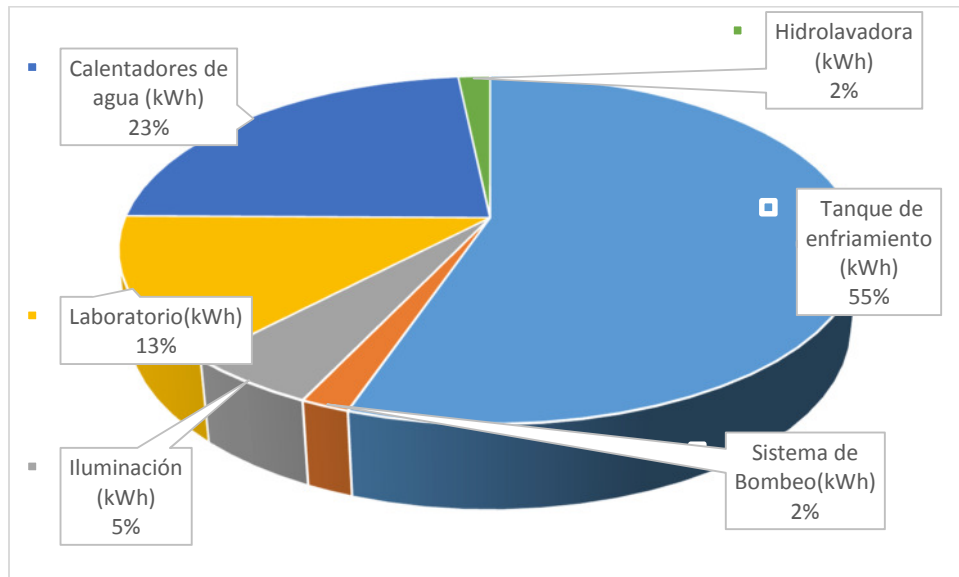


Ilustración 1. Consumo de energía ASOLCAP-Caparrapi

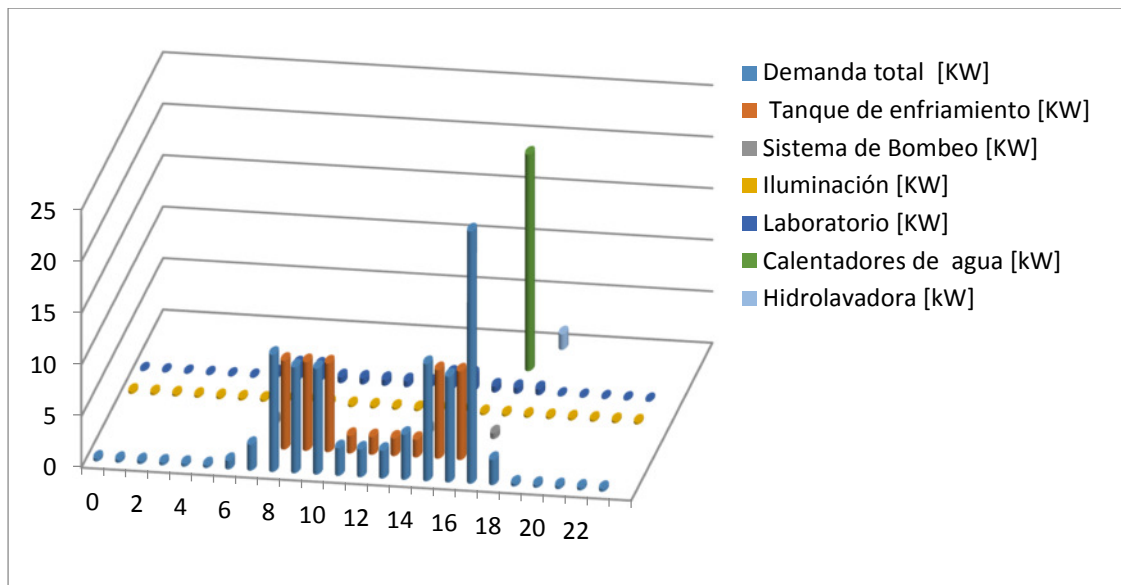


Ilustración 2. Consumo de energía diario de la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOLCAP de Caparrapi.

Hora del día	Demanda total [KW]	Tanque de enfriamiento [KW]	Sistema de Bombeo [KW]	Iluminación [KW]	Laboratorio [KW]	Calentadores de agua [kW]	Hidrolavadora [kW]
0	0,2728			0,188	0,06		
1	0,2728			0,188	0,06		
2	0,2728			0,188	0,06		
3	0,2728			0,188	0,06		
4	0,2728			0,188	0,06		
5	0,2728			0,188	0,06		
6	0,8228			0,188	0,56		
7	2,5278		0,55	0,188	1,56		
8	11,4103	8,625		0,188	1,56		
9	10,3103	8,625		0,188	0,56		
10	10,3103	8,625		0,188	0,56		
11	2,7203	1,725		0,188	0,56		
12	2,7203	1,725		0,188	0,56		
13	2,7203	1,725		0,188	0,56		
14	4,4253	1,725	0,55	0,188	1,56		
15	11,4103	8,625		0,188	1,56		
16	10,3103	8,625		0,188	0,56		
17	24,5278		0,55	0,188	0,56	21	
18	2,4728			0,188	0,56		1,5
19	0,2728			0,188	0,06		
20	0,2728			0,188	0,06		
21	0,2728			0,188	0,06		
22	0,2728			0,188	0,06		
23	0,2728			0,188	0,06		

Tabla 7. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOLCAP de Caparrapí

Municipio de Carmen de Carupa – ASOCHARQUIRA

En la Tabla 8 se muestra información del centro de acopio ASOCHARQUIRA - Carmen de Carupa, tal como: localización geográfica, el número de familias involucradas, la capacidad instalada del tanque de enfriamiento, la energía diaria consumida, la potencia promedio y pico en el centro de acopio. En esta tabla se observa que con esta primera propuesta de la respuesta de la demanda se consumen 97,5 kWh por día que corresponden a un costo de enfriamiento de 9,1 COP/L, cantidades que son el objetivo de minimización de este proyecto mediante la incorporación de tecnologías que utilicen fuentes no convencionales de energía de carácter renovable y tecnologías térmicas eficientes (colectores solares y pre-enfriadores).

En la Ilustración 3 se presenta de manera porcentual el consumo de energía de la propuesta inicial de la respuesta de la demanda, la cual se determinó a partir de

fuentes de información confiables suministrada por fabricantes especializados y la valiosa experiencia de las personas vinculadas a cada centro de acopio.

En la Ilustración 4 y en la Tabla 9 se presenta el consumo de energía por hora de la propuesta inicial de la respuesta de la demanda, donde se puede observar un horario fijo para realizar el primer y segundo ordeño, el enfriamiento de la leche en los tanques, el uso del laboratorio, el aseo general y por último un horario fijo de despacho de la leche a las diferentes empresas de lácteos.

Propuesta inicial de respuesta de la demanda Centro de Acopio de leche ASOCHARQUIRA Municipio de Carmen de Carupa	
Localización geográfica	(5°20.9'N, 73°54.1'W)
Vereda	Charquira
Número de familias asociadas	40
Capacidad instalada en los tanques	4.820 L – 8,3 kW
Energía [kWh/día]	97,5
Potencia promedio [kW]	4,1
Potencia pico [kW]	24,5

Tabla 8. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOCHARQUIRA de Carmen de Carupa

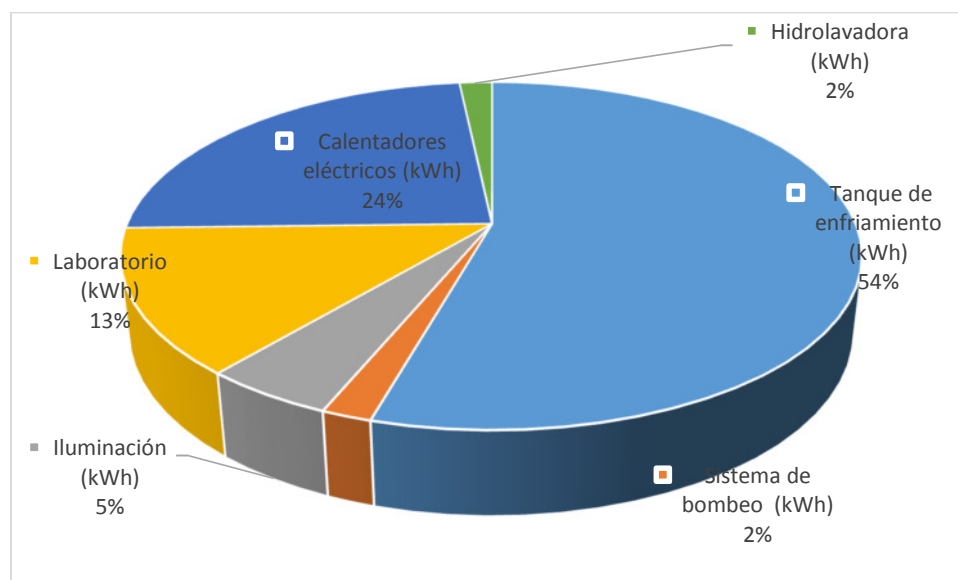


Ilustración 3. Consumo de energía ASOCHARQUIRA - Carmen de Carupa

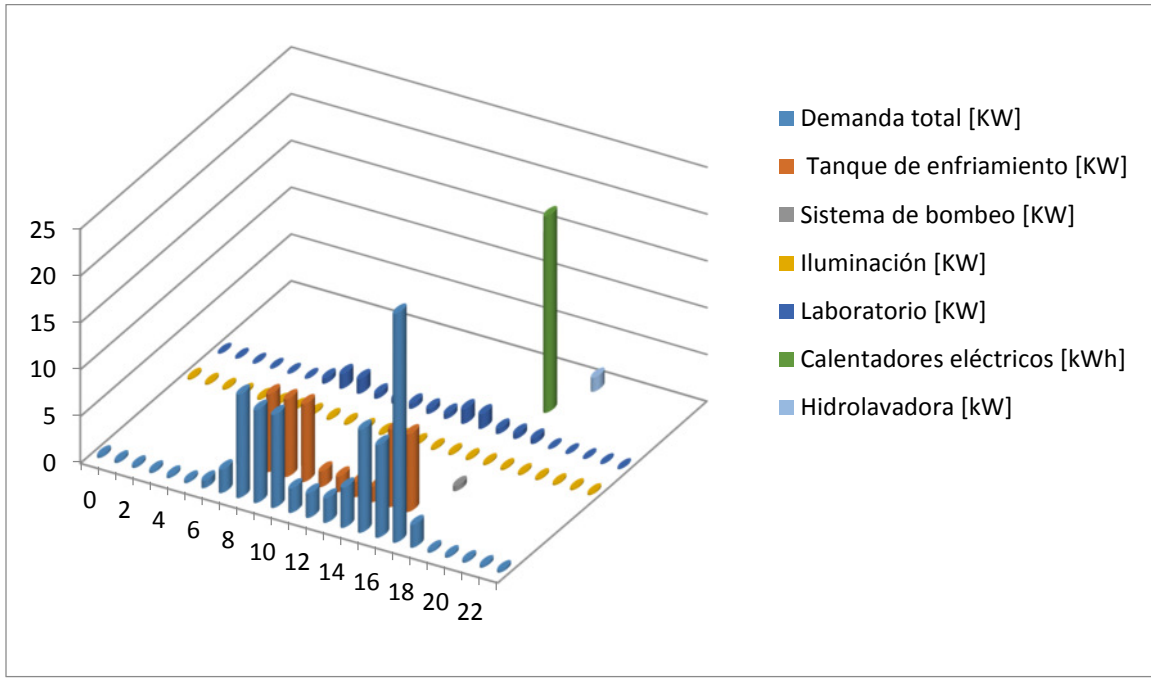


Ilustración 4. Consumo de energía diario de la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOCHARQUIRA - Carmen de Carupa

Hora del día	Demanda total [KW]	Tanque de enfriamiento [KW]	Sistema de bombeo [KW]	Iluminación [KW]	Laboratorio [KW]	Calentadores eléctricos [kWh]	Hidrolavadora [kW]
0	0,264			0,18	0,06		
1	0,264			0,18	0,06		
2	0,264			0,18	0,06		
3	0,264			0,18	0,06		
4	0,264			0,18	0,06		
5	0,264			0,18	0,06		
6	0,814			0,18	0,56		
7	2,519		0,55	0,18	1,56		
8	11,05995	8,3145		0,18	1,56		
9	9,95995	8,3145		0,18	0,56		
10	9,95995	8,3145		0,18	0,56		
11	2,64319	1,6629		0,18	0,56		
12	2,64319	1,6629		0,18	0,56		
13	2,64319	1,6629		0,18	0,56		
14	4,34819	1,6629	0,55	0,18	1,56		
15	11,05995	8,3145		0,18	1,56		
16	9,95995	8,3145		0,18	0,56		
17	24,519		0,55	0,18	0,56	21	
18	2,464			0,18	0,56		1,5
19	0,264			0,18	0,06		
20	0,264			0,18	0,06		
21	0,264			0,18	0,06		
22	0,264			0,18	0,06		
23	0,264			0,18	0,06		

Tabla 9. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOCHARQUIRA de Carmen de Carupa

Municipio de Gachetá – ASOGANYO

En la Tabla 10 se muestra información del centro de acopio ASOGANYO - Gachetá, tal como: localización geográfica, el número de familias involucradas, la capacidad instalada del tanque de enfriamiento, la energía diaria consumida, la potencia promedio y pico en el centro de acopio. En esta tabla se observa que con esta primera propuesta de la respuesta de la demanda se consumen 51,5 kWh por día que corresponden a un costo de enfriamiento de 11,3 COP/L, cantidades que son el objetivo de minimización de este proyecto mediante la incorporación de tecnologías que utilicen fuentes no convencionales de energía de carácter renovable y tecnologías térmicas eficientes (colectores solares y pre-enfriadores).

En la Ilustración 5 se presenta de manera porcentual el consumo de energía de la propuesta inicial de la respuesta de la demanda, la cual se determinó a partir de fuentes de información confiables suministrada por fabricantes especializados y la valiosa experiencia de las personas vinculadas a cada centro de acopio.

En la Ilustración 6 y en la Tabla 11 se presenta el consumo de energía por hora de la propuesta inicial de la respuesta de la demanda, donde se puede observar un horario fijo para realizar el primer y segundo ordeño, el enfriamiento de la leche en los tanques, el uso del laboratorio, el aseo general y por último un horario fijo de despacho de la leche a las diferentes empresas de lácteos.

Propuesta inicial de respuesta de la demanda Centro de Acopio de leche ASOGANYO Municipio de Gachetá	
Localización geográfica	(4°49.0'N,73°38.2'W)
Vereda	Yonama
Número de familias asociadas	37
Capacidad instalada en los tanques	2.050 L; 3,5 kW
Energía [kWh/día]	51,5
Potencia promedio [kW]	2,1
Potencia pico [kW]	11,2

Tabla 10. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOGANYO de Gachetá

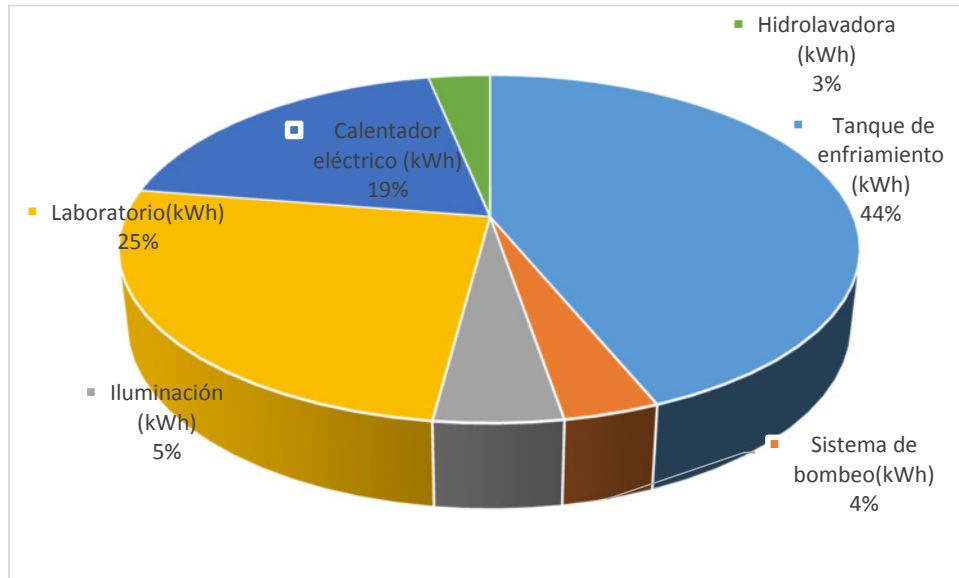


Ilustración 5. Consumo de energía ASOGANYO - Gachetá

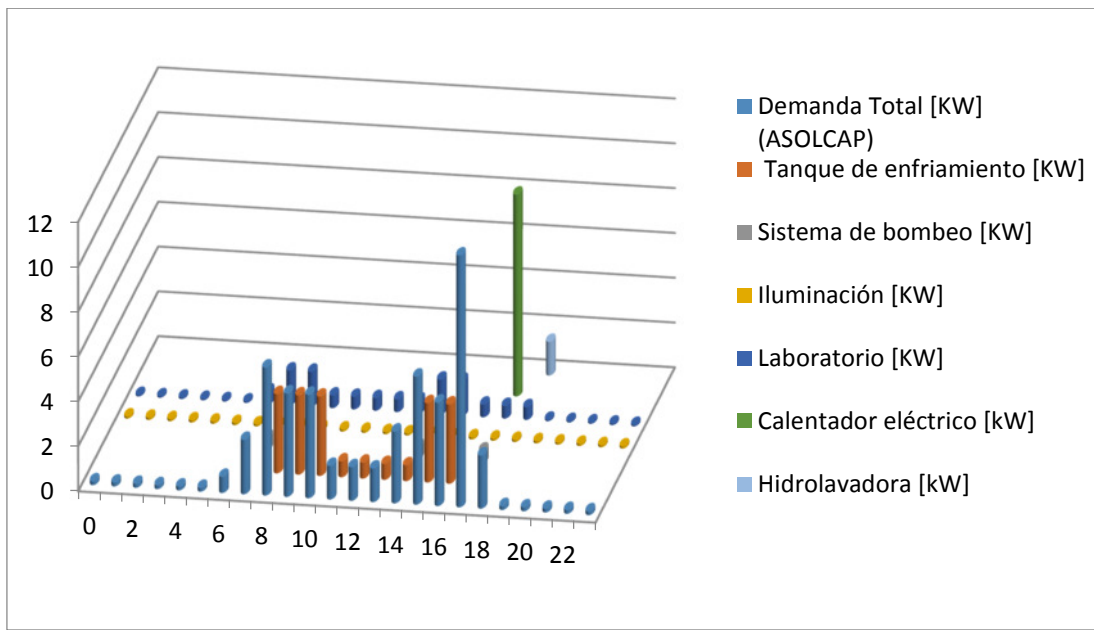


Ilustración 6. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOGANYO - Gachetá

Hora del día	Demanda Total [KW] (ASOLCAP)	Tanque de enfriamiento [KW]	Sistema de bombeo [KW]	Iluminación [KW]	Laboratorio [KW]	Calentador eléctrico [kW]	Hidrolavadora [kW]
0	0,1672			0,092	0,06		
1	0,1672			0,092	0,06		
2	0,1672			0,092	0,06		
3	0,1672			0,092	0,06		
4	0,1672			0,092	0,06		
5	0,1672			0,092	0,06		
6	0,7172			0,092	0,56		
7	2,4222		0,55	0,092	1,56		
8	5,707075	3,53625		0,092	1,56		
9	4,607075	3,53625		0,092	0,56		
10	4,607075	3,53625		0,092	0,56		
11	1,495175	0,70725		0,092	0,56		
12	1,495175	0,70725		0,092	0,56		
13	1,495175	0,70725		0,092	0,56		
14	3,200175	0,70725	0,55	0,092	1,56		
15	5,707075	3,53625		0,092	1,56		
16	4,607075	3,53625		0,092	0,56		
17	11,2222		0,55	0,092	0,56	9	
18	2,3672			0,092	0,56		1,5
19	0,1672			0,092	0,06		
20	0,1672			0,092	0,06		
21	0,1672			0,092	0,06		
22	0,1672			0,092	0,06		
23	0,1672			0,092	0,06		

Tabla 11. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOGANYO de Gachetá

Municipio de Guachetá – ASOPROLEG

En la Tabla 12 se muestra información del centro de acopio ASOPROLEG de Guachetá, tal como: localización geográfica, el número de familias involucradas, la capacidad instalada del tanque de enfriamiento, la energía diaria consumida, la potencia promedio y pico en el centro de acopio. En esta tabla se observa que con esta primera propuesta de la respuesta de la demanda se consumen 60 kWh por día que corresponden a un costo de enfriamiento de 10,25 COP/L, cantidades que son el objetivo de minimización de este proyecto mediante la incorporación de tecnologías que utilicen fuentes no convencionales de energía de carácter renovable y tecnologías térmicas eficientes (colectores solares y pre-enfriadores).

En la Ilustración 7 se presenta de manera porcentual el consumo de energía de la propuesta inicial de la respuesta de la demanda, la cual se determinó a partir de fuentes de información confiables suministrada por fabricantes especializados y la valiosa experiencia de las personas vinculadas a cada centro de acopio.

En la Ilustración 8 y en la Tabla 13 se presenta el consumo de energía por hora de la propuesta inicial de la respuesta de la demanda, donde se puede observar un horario fijo para realizar el primer y segundo ordeño, el enfriamiento de la leche en los tanques, el uso del laboratorio, el aseo general y por ultimo un horario fijo de despacho de la leche a las diferentes empresas de lácteos.

Propuesta inicial de respuesta de la demanda Centro de Acopio de leche ASOPROLEG Municipio de Guachetá	
Localización geográfica	(5°23.0'N,73°41.2'W)
Vereda	La puntica
Número de familias asociadas	35
Capacidad instalada en los tanques	2.632 L; 4,5 kW
Energía [kWh/día]	60
Potencia promedio [kW]	2,5
Potencia pico [kW]	12,9

Tabla 12. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOPROLEG de Guachetá

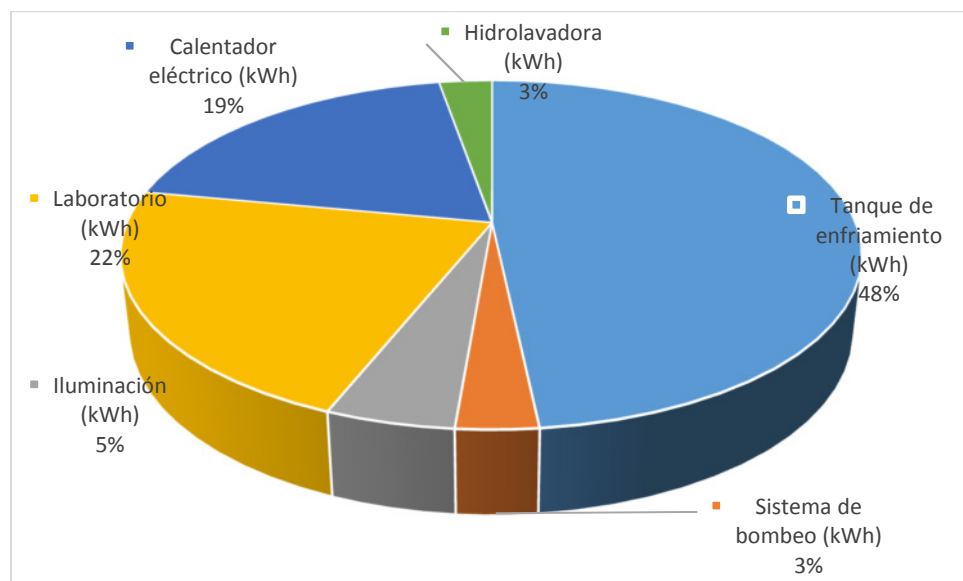


Ilustración 7. Consumo de energía ASOPROLEG - Guachetá

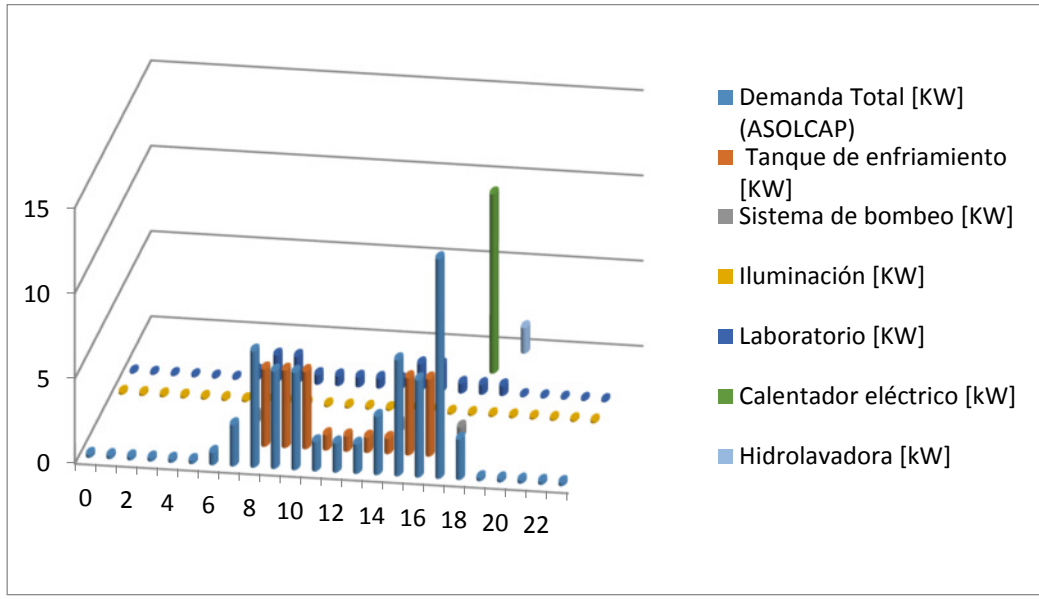


Ilustración 8. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOPROLEG - Guachetá

Hora del día	Demanda Total [KW] (ASOLCAP)	Tanque de enfriamiento [KW]	Sistema de bombeo [KW]	Iluminación [KW]	Laboratorio [KW]	Calentador eléctrico [kW]	Hidrolavadora [kW]
0	0,1848			0,108	0,06		
1	0,1848			0,108	0,06		
2	0,1848			0,108	0,06		
3	0,1848			0,108	0,06		
4	0,1848			0,108	0,06		
5	0,1848			0,108	0,06		
6	0,7348			0,108	0,56		
7	2,4398		0,55	0,108	1,56		
8	6,82902	4,5402		0,108	1,56		
9	5,72902	4,5402		0,108	0,56		
10	5,72902	4,5402		0,108	0,56		
11	1,733644	0,90804		0,108	0,56		
12	1,733644	0,90804		0,108	0,56		
13	1,733644	0,90804		0,108	0,56		
14	3,438644	0,90804	0,55	0,108	1,56		
15	6,82902	4,5402		0,108	1,56		
16	5,72902	4,5402		0,108	0,56		
17	12,8898		0,55	0,108	0,56	10,5	
18	2,3848			0,108	0,56		1,5
19	0,1848			0,108	0,06		
20	0,1848			0,108	0,06		
21	0,1848			0,108	0,06		
22	0,1848			0,108	0,06		
23	0,1848			0,108	0,06		

Tabla 13. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOPROLEG de Guachetá

Municipio de Susa – APAMAP

En la Tabla 14 se muestra información del centro de acopio APAMAP de Susa, tal como: localización geográfica, el número de familias involucradas, la capacidad instalada del tanque de enfriamiento, la energía diaria consumida, la potencia promedio y pico en el centro de acopio. En esta tabla se observa que con esta primera propuesta de la respuesta de la demanda se consumen 76,3 kWh por día que corresponden a un costo de enfriamiento de 9,53 COP/L, cantidades que son el objetivo de minimización de este proyecto mediante la incorporación de tecnologías que utilicen fuentes no convencionales de energía de carácter renovable y tecnologías térmicas eficientes (colectores solares y pre-enfriadores).

En la Ilustración 9 se presenta de manera porcentual el consumo de energía de la propuesta inicial de la respuesta de la demanda, la cual se determinó a partir de fuentes de información confiables suministrada por fabricantes especializados y la valiosa experiencia de las personas vinculadas a cada centro de acopio.

En la Ilustración 10 y en la Tabla 15 se presenta el consumo de energía por hora de la propuesta inicial de la respuesta de la demanda, donde se puede observar un horario fijo para realizar el primer y segundo ordeño, el enfriamiento de la leche en los tanques, el uso del laboratorio, el aseo general y por último un horario fijo de despacho de la leche a las diferentes empresas de lácteos.

Propuesta inicial de la respuesta de la demanda Centro de Acopio de leche APAMAP Municipio de Susa	
Localización geográfica	(5°27.3'N, 73°48.9'W)
Vereda	Materredonda
Número de familias asociadas	53
Capacidad instalada en los tanques	3.600 L; 6,2 kW
Energía [kWh/día]	76,3
Potencia promedio [kW]	3,2
Potencia pico [kW]	17,9

Tabla 14. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio APAMAP de Susa

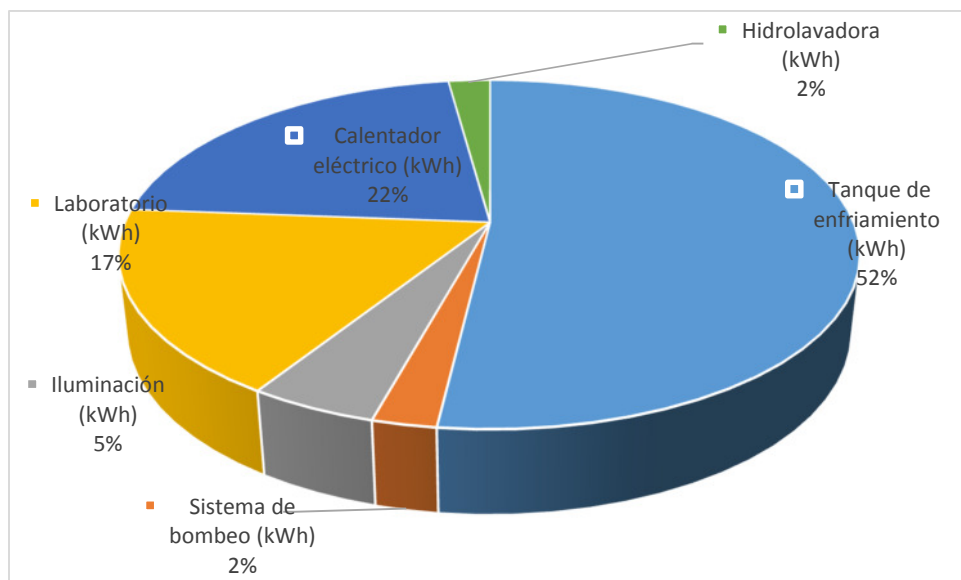


Ilustración 9. Consumo de energía APAMAP – Susa

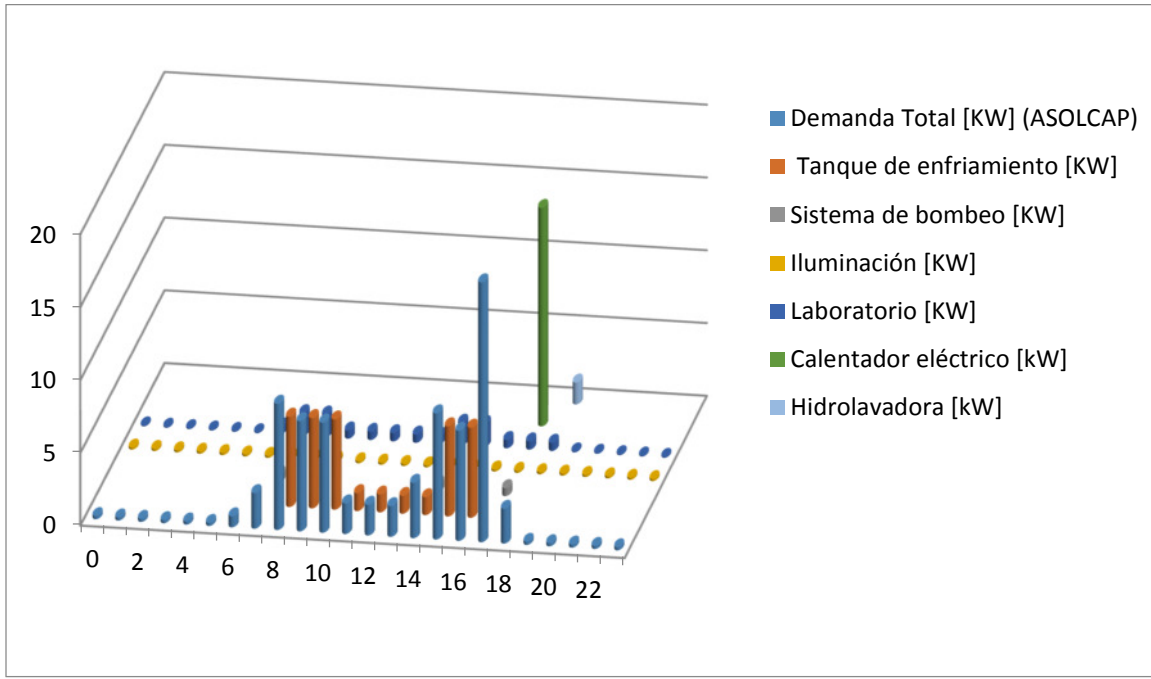


Ilustración 10. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio APAMAP – Susa

Hora del día	Demanda Total [KW] (ASOLCAP)	Tanque de enfriamiento [KW]	Sistema de bombeo [KW]	Iluminación [KW]	Laboratorio [KW]	Calentador eléctrico [kW]	Hidrolavadora [kW]
0	0,2167			0,137	0,06		
1	0,2167			0,137	0,06		
2	0,2167			0,137	0,06		
3	0,2167			0,137	0,06		
4	0,2167			0,137	0,06		
5	0,2167			0,137	0,06		
6	0,7667			0,137	0,56		
7	2,4717		0,55	0,137	1,56		
8	8,6977	6,21		0,137	1,56		
9	7,5977	6,21		0,137	0,56		
10	7,5977	6,21		0,137	0,56		
11	2,1329	1,242		0,137	0,56		
12	2,1329	1,242		0,137	0,56		
13	2,1329	1,242		0,137	0,56		
14	3,8379	1,242	0,55	0,137	1,56		
15	8,6977	6,21		0,137	1,56		
16	7,5977	6,21		0,137	0,56		
17	17,8717		0,55	0,137	0,56	15	
18	2,4167			0,137	0,56		1,5
19	0,2167			0,137	0,06		
20	0,2167			0,137	0,06		
21	0,2167			0,137	0,06		
22	0,2167			0,137	0,06		
23	0,2167			0,137	0,06		

Tabla 15. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio APAMAP de Susa

Municipio de Ubaté – AGROESP

En la Tabla 16 se muestra información del centro de acopio AGROESP de Ubaté, tal como: localización geográfica, el número de familias involucradas, la capacidad instalada del tanque de enfriamiento, la energía diaria consumida, la potencia promedio y pico en el centro de acopio. En esta tabla se observa que con esta primera propuesta de la respuesta de la demanda se consumen 42,3 kWh por día que corresponden a un costo de enfriamiento de 12,28 COP/L, cantidades que son el objetivo de minimización de este proyecto mediante la incorporación de tecnologías que utilicen fuentes no convencionales de energía de carácter renovable y tecnologías térmicas eficientes (colectores solares y pre-enfriadores).

En la Ilustración 11 se presenta de manera porcentual el consumo de energía de la propuesta inicial de la respuesta de la demanda, la cual se determinó a partir de fuentes de información confiables suministrada por fabricantes especializados y la valiosa experiencia de las personas vinculadas a cada centro de acopio.

En la Ilustración 12 y en la Tabla 17 se presenta el consumo de energía por hora de la propuesta inicial de la respuesta de la demanda, donde se puede observar un horario fijo para realizar el primer y segundo ordeño, el enfriamiento de la leche en los tanques, el uso del laboratorio, el aseo general y por último un horario fijo de despacho de la leche a las diferentes empresas de lácteos.

Propuesta inicial de respuesta de la demanda Centro de Acopio de leche AGROESP Municipio de Ubaté	
Localización geográfica	(5°18.7'N, 73°49.1'W)
Vereda	Volcán 2
Número de familias asociadas	18
Capacidad instalada en los tanques	1.550 – 2,7 kW
Energía [kWh/día]	42,3
Potencia promedio [kW]	1,8
Potencia pico [kW]	7,9

Tabla 16. Propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio AGROESP de Ubaté

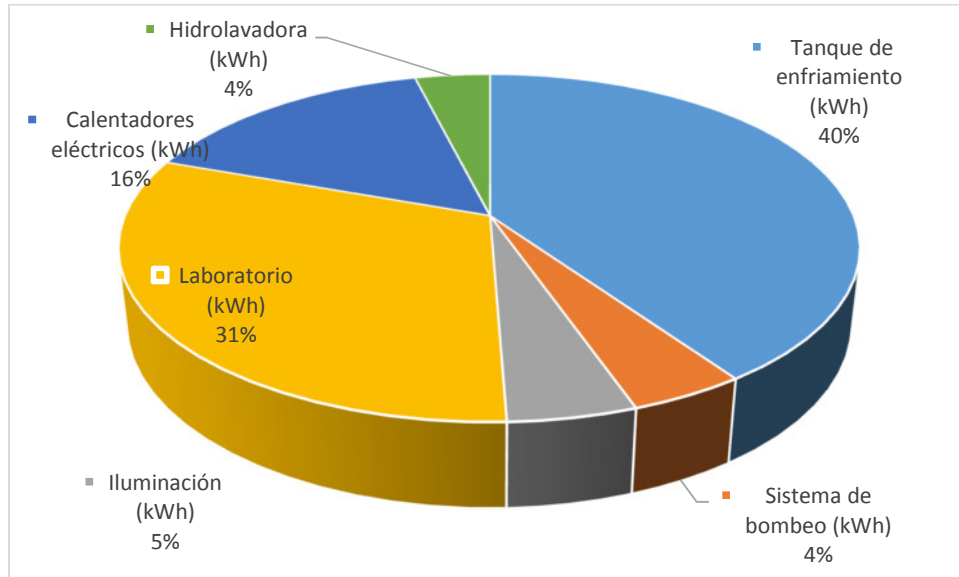


Ilustración 11. Consumo de energía AGROESP – Ubaté

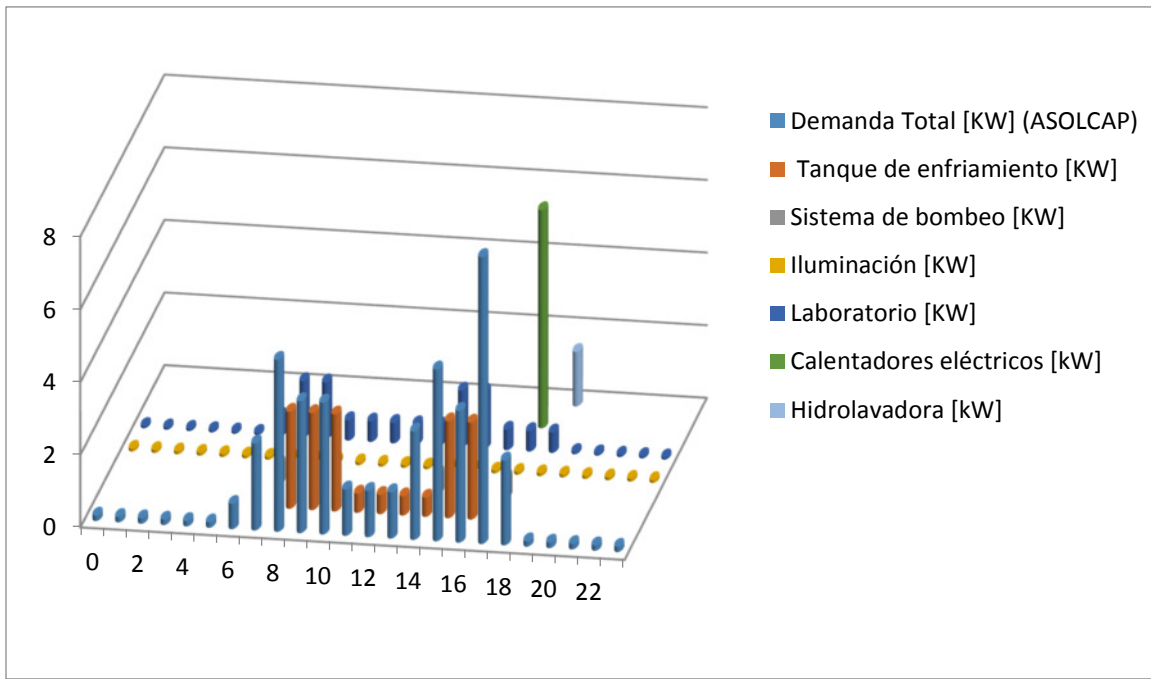


Ilustración 12. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio AGROESP – Ubaté

Hora del día	Demanda Total [KW] (ASOLCAP)	Tanque de enfriamiento [KW]	Sistema de bombeo [KW]	Iluminación [KW]	Laboratorio [KW]	Calentadores eléctricos [kW]	Hidrolavadora [kW]
0	0,1496			0,076	0,06		
1	0,1496			0,076	0,06		
2	0,1496			0,076	0,06		
3	0,1496			0,076	0,06		
4	0,1496			0,076	0,06		
5	0,1496			0,076	0,06		
6	0,6996			0,076	0,56		
7	2,4046		0,55	0,076	1,56		
8	4,740725	2,67375		0,076	1,56		
9	3,640725	2,67375		0,076	0,56		
10	3,640725	2,67375		0,076	0,56		
11	1,287825	0,53475		0,076	0,56		
12	1,287825	0,53475		0,076	0,56		
13	1,287825	0,53475		0,076	0,56		
14	2,992825	0,53475	0,55	0,076	1,56		
15	4,740725	2,67375		0,076	1,56		
16	3,640725	2,67375		0,076	0,56		
17	7,9046		0,55	0,076	0,56	6	
18	2,3496			0,076	0,56		1,5
19	0,1496			0,076	0,06		
20	0,1496			0,076	0,06		
21	0,1496			0,076	0,06		
22	0,1496			0,076	0,06		
23	0,1496			0,076	0,06		

Tabla 17. Energía consumida por hora para la propuesta inicial de la respuesta de la demanda para el centro de acopio AGROESP de Ubaté

7.2 Eficiencia de la Energía

En esta sección, primero se realiza la evaluación técnico-económica de implementar un sistema térmico de colectores solares, después un sistema térmico de pre-enfriamiento y por último, sistemas que utilicen fuentes no convencionales de energía de carácter renovable (biodigestores, aerogeneradores, sistema fotovoltaico, pequeñas centrales hidroeléctricas).

7.2.1 Evaluación técnico-económica de implementar tecnología térmica eficiente (colectores solares con calentadores eléctricos de respaldo)

Municipio de Caparrapí – ASOLCAP

A continuación se presenta para ASOLCAP en el municipio de Caparrapí la comparación técnico-económica de implementar colectores solares para el calentamiento del agua necesaria para el proceso de limpieza en el centro de acopio versus utilizar únicamente los calentadores eléctricos convencionales. Los resultados obtenidos de esta comparación muestran las siguientes ventajas técnico-económicas cuando se implementan los colectores solares: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 99,7 kWh a 84,7 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 15,01 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$8,97 COP a \$7,62 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto de \$149' 948.541 COP que corresponde a 9.31% de ahorro de dinero, el payback de la implementación de los colectores solares es de 4,33 años, además, debido principalmente a la radiación solar en esta zona de Caparrapí, estos colectores solares tienen un 85% de eficiencia, lo cual quiere decir que el 85% del agua caliente necesaria para la limpieza en este centro de acopio la aportan los colectores solares y el 15% lo suministra el sistema de respaldo (calentadores eléctricos convencionales). Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio ASOLCAP en el municipio de Caparrapí.

Municipio de Caparrapí (ASOLCAP)	SIN IMPLEMENTAR EL COLECTOR SOLAR	IMPLEMENTANDO EL COLECTOR SOLAR (EFICIENCIA 85%)
Evaluación técnico-económica de la implementación del COLECTOR SOLAR		
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto		25 años
Tasa de interés del proyecto		10% anual
Cantidad de leche enfriada por día		5.000 litros
Energía consumida en el centro de acopio	99,7 kWh/día	84,7 kWh/día
Energía día ahorrada al implementar el colector solar		15 kWh/día
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el colector solar		15,01 %
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	909.762,5 kWh	772. 887,5 kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto		136.875 kWh
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)		450 COP
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 8,97 COP	\$ 7,62 COP

Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el colector solar	\$ 1,35 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 5000 litros de leche	\$ 44.850 COP	\$ 38.100 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 5000 litros de leche por día	\$ 6.750 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 150.000 litros de leche por mes	\$ 202. 500 COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 35.3 COP	\$ 30 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el colector solar	5,31 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 5000 litros de leche	\$ 176.500 COP	\$ 150.000 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 5000 litros de leche por día	\$ 26.500 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 150.000 litros de leche por mes	\$ 795.000 COP	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 1610' 279.625 COP	\$ 1368' 010.875 COP
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 242' 268.750 COP	
Valor presente neto del costo total del colector solar durante los 25 años	\$ 53' 560.713 COP	
Valor presente neto del costo total del calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	\$ 38' 759.495 COP	
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el colector solar y los calentadores eléctricos de respaldo durante los 25 años	\$ 149' 948.541 COP	
Costo de la inversión del colector solar	\$ 3' 264.000 COP	
Costo de la inversión del calentador eléctrico de respaldo	\$ 27' 003.533 COP	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el colector solar y calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	15,01% 136.875 kWh	
Porcentaje de ahorro de dinero al implementar el colector solar y el calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	9,31 % \$ 149' 948.541 COP	
Payback	4,33 años	
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR EL COLECTOR SOLAR		

Municipio de Carmen de Carupa – ASOCHARQUIRA

A continuación se presenta para ASOCHARQUIRA en el municipio de Carmen de Carupa la comparación técnico-económica de implementar colectores solares para el calentamiento del agua necesaria para el proceso de limpieza en el centro de acopio versus utilizar únicamente los calentadores eléctricos convencionales. Los resultados obtenidos de esta comparación muestran las siguientes ventajas técnico-económicas cuando se implementan los colectores solares: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 97,5 kWh a 82,9 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 15 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$9,1 COP a \$7,73 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto de \$143'520.956 COP que corresponde a 9.11% de ahorro de dinero, el payback de la implementación de los colectores solares es de 4,23 años, además, debido principalmente a la radiación solar en esta zona de Caparrapí, estos colectores solares tienen un 85% de eficiencia, lo cual quiere decir

que el 85% del agua caliente necesaria para la limpieza en este centro de acopio la aportan los colectores solares y el 15% lo suministra el sistema de respaldo (calentadores eléctricos convencionales). Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio ASOCHARQUIRA en el municipio de Carmen de Carupa.

Municipio de Carmen de Carupa (ASOCHARQUIRA)	SIN IMPLEMENTAR EL COLECTOR SOLAR	IMPLEMENTANDO EL COLECTOR SOLAR (EFICIENCIA 85%)
Evaluación técnico-económica de la implementación del COLECTOR SOLAR		
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años	
Tasa de interés del proyecto	10% anual	
Cantidad de leche enfriada por día	4.820 litros	
Energía consumida en el centro de acopio	97,5 kWh/día	82,9 kWh/día
Energía día ahorrada al implementar el colector solar	14,6 kWh/día	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el colector solar	15 %	
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	889.687,5 kWh	756.462,5 kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	133.225 kWh	
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP	
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 9,10 COP	\$ 7,73 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el colector solar	\$ 1,36 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 4820 litros de leche	\$ 43.875 COP	\$ 37.305 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 4820 litros de leche por día	\$ 6.570 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 144600 litros de leche por mes	\$ 197.100 COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 35,8 COP	\$ 30,44 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el colector solar	\$ 5,36 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 4820 litros de leche	\$ 172.575 COP	\$ 146.733 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 4820 litros de leche por día	\$ 25.842 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 144600 litros de leche por mes	\$ 775.260 COP	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 1574' 746.875 COP	\$ 1338' 938.625 COP
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 235' 808.250 COP	
Valor presente neto del costo total del colector solar durante los 25 años	\$ 53' 560.713 COP	
Valor presente neto del costo total del calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	\$ 38' 759.495 COP	
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el colector solar y los calentadores eléctricos de respaldo durante los 25 años	\$ 143'520.956 COP	
Costo de la inversión del colector solar	\$ 27'003. 533COP	
Costo de la inversión del calentador eléctrico de respaldo	\$ 3'264.000 COP	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el colector solar y calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	15 % 133.225 kWh	
Porcentaje de ahorro de dinero al implementar el colector solar y el calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	9,11 % \$ 143'520.956 COP	
Payback	4,23 años	
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR EL COLECTOR SOLAR		

Municipio de Gachetá – ASOGANYO

A continuación se presenta para ASOGANYO en el municipio de Gachetá la comparación técnico-económica de implementar colectores solares para el calentamiento del agua necesaria para el proceso de limpieza en el centro de acopio versus utilizar únicamente los calentadores eléctricos convencionales. Los resultados obtenidos de esta comparación muestran las siguientes ventajas técnico-económicas cuando se implementan los colectores solares: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 51,5 kWh a 44,8 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 13 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$11,3 COP a \$9,83 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto de \$57.482.562,6 COP que corresponde a 6,9% de ahorro de dinero, el payback de la implementación de los colectores solares es de 4,07 años, además, debido principalmente a la radiación solar en esta zona de Caparrapí, estos colectores solares tienen un 87% de eficiencia, lo cual quiere decir que el 87% del agua caliente necesaria para la limpieza en este centro de acopio la aportan los colectores solares y el 13% lo suministra el sistema de respaldo (calentadores eléctricos convencionales). Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio ASOGANYO en el municipio de Gachetá.

Municipio de Gachetá (ASOGANYO)	SIN IMPLEMENTAR EL COLECTOR SOLAR	IMPLEMENTANDO EL COLECTOR SOLAR (EFICIENCIA 87%)
Evaluación técnico-económica de la implementación del COLECTOR SOLAR		
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años	
Tasa de interés del proyecto	10% anual	
Cantidad de leche enfriada por día	2.050 litros	
Energía consumida en el centro de acopio	51,5 kWh/día	44,8 kWh/día
Energía día ahorrada al implementar el colector solar	6,7 kWh/día	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el colector solar	13 %	
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	469.937,5 kWh	408.800 kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	61.137,5 kWh	
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP	
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 11,3 COP	\$ 9,83 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el colector solar	\$ 1,47 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 2050 litros de leche	\$ 23.175 COP	\$ 20.160 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 2050 litros de leche por día	\$ 3.015 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 61500 litros de leche por mes	\$ 90.450 COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 44,5 COP	\$ 38,7 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el colector solar	\$ 5,8 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 2050 litros de leche	\$ 91.155 COP	\$ 79.296 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 2050 litros de leche por día	\$ 11.859 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 61500 litros de leche por mes	\$ 355.770 COP	

Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 831' 789.375 COP	\$ 723' 576.000 COP
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 108'213.375 COP	
Valor presente neto del costo total del colector solar durante los 25 años	\$ 26'763.479 COP	
Valor presente neto del costo total del calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	\$ 23'982. 437 COP	
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el colector solar y los calentadores eléctricos de respaldo durante los 25 años	\$ 57'482.562 COP	
Costo de la inversión del colector solar	\$ 13' 493. 257 COP	
Costo de la inversión del calentador eléctrico de respaldo	\$ 2' 019. 600 COP	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el colector solar y calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	13 % 61.137,5 kWh	
Porcentaje de ahorro de dinero al implementar el colector solar y el calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	6,9 % \$57.482.562,6 COP	
Payback	4,07 años	
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR EL COLECTOR SOLAR		

Municipio de Guachetá – ASOPROLEG

A continuación se presenta para ASOPROLEG en el municipio de Guachetá la comparación técnico-económica de implementar colectores solares para el calentamiento del agua necesaria para el proceso de limpieza en el centro de acopio versus utilizar únicamente los calentadores eléctricos convencionales. Los resultados obtenidos de esta comparación muestran las siguientes ventajas técnico-económicas cuando se implementan los colectores solares: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 60 kWh a 52,2 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 13 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$10,25 COP a \$8,92 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto de \$ 75' 251.417 COP que corresponde a 7,8% de ahorro de dinero, el payback de la implementación de los colectores solares es de 4,7 años, además, debido principalmente a la radiación solar en esta zona de Caparrapí, estos colectores solares tienen un 87% de eficiencia, lo cual quiere decir que el 87% del agua caliente necesaria para la limpieza en este centro de acopio la aportan los colectores solares y el 13% lo suministra el sistema de respaldo (calentadores eléctricos convencionales). Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio ASOPROLEG en el municipio de Guachetá.

Municipio de Guachetá (ASOPROLEG)	SIN IMPLEMENTAR EL COLECTOR SOLAR	IMPLEMENTANDO EL COLECTOR SOLAR (EFICIENCIA 87%)
Evaluación técnico-económica de la implementación del COLECTOR SOLAR		
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años	
Tasa de interés del proyecto	10% anual	
Cantidad de leche enfriada por día	2.632 litros	
Energía consumida en el centro de acopio	\$60 kWh/día	52,2 kWh/día
Energía día ahorrada al implementar el colector solar	7,8 kWh/día	

Porcentaje de ahorro de energía al implementar el colector solar	13 %	
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	547.500 kWh	476.325 kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	71.175 kWh	
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP	
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 10,25 COP	\$ 8,92 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el colector solar	\$ 1,33 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 2632 litros de leche	\$ 27.000 COP	\$ 23.490 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 2632 litros de leche por día	\$ 3.510 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 78960 litros de leche por mes	\$ 105.300 COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 40,35 COP	\$ 35,1 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el colector solar	\$ 5,24 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 2632 litros de leche	\$ 106.200 COP	\$ 92.394 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 2632 litros de leche por día	\$ 13.806 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 78960 litros de leche por mes	\$ 414.180 COP	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 969' 075.000 COP	\$ 843' 095.250 COP
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 125' 979.750 COP	
Valor presente neto del costo total del colector solar durante los 25 años	\$ 26' 763. 479 COP	
Valor presente neto del costo total del calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	\$ 23' 982. 437 COP	
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el colector solar y los calentadores eléctricos de respaldo durante los 25 años	\$ 75' 251.417 COP	
Costo de la inversión del colector solar	\$ 13' 493. 257 COP	
Costo de la inversión del calentador eléctrico de respaldo	\$ 2' 019. 600 COP	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el colector solar y calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	13 % 71.175 kWh	
Porcentaje de ahorro de dinero al implementar el colector solar y el calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	7,8 % \$ 75' 251.417 COP	
Payback	4,7 años	
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR EL COLECTOR SOLAR		

Municipio de Susa – APAMAP

A continuación se presenta para APAMAP en el municipio de Susa la comparación técnico-económica de implementar colectores solares para el calentamiento del agua necesaria para el proceso de limpieza en el centro de acopio versus utilizar únicamente los calentadores eléctricos convencionales. Los resultados obtenidos de esta comparación muestran las siguientes ventajas técnico-económicas cuando se implementan los colectores solares: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 76,3 kWh a 63,3 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 17 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$9,53 COP a \$7,91 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto

de \$ 137' 607.998 COP que corresponde a 11,16% de ahorro de dinero, el payback de la implementación de los colectores solares es de 4,2 años, además, debido principalmente a la radiación solar en esta zona de Caparrapí, estos colectores solares tienen un 83% de eficiencia, lo cual quiere decir que el 83% del agua caliente necesaria para la limpieza en este centro de acopio la aportan los colectores solares y el 17% lo suministra el sistema de respaldo (calentadores eléctricos convencionales). Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio APAMAP en el municipio de Susa.

Municipio de Susa (APAMAP)	SIN IMPLEMENTAR EL COLECTOR SOLAR	IMPLEMENTANDO EL COLECTOR SOLAR (EFICIENCIA 83%)
Evaluación técnico-económica de la implementación del COLECTOR SOLAR		
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años	
Tasa de interés del proyecto	10% anual	
Cantidad de leche enfriada por día	3.600 litros	
Energía consumida en el centro de acopio	76,3 kWh/día	63,3 kWh/día
Energía día ahorrada al implementar el colector solar	13 kWh/día	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el colector solar	17 %	
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	696.237,5 kWh	577.612,5 kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	118.625 kWh	
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP	
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 9,53 COP	\$ 7,91 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el colector solar	\$ 1,63 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 3600 litros de leche	\$ 34.335 COP	\$ 28.485 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 3600 litros de leche por día	\$ 5.850 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 108000 litros de leche por mes	\$ 175.500 COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 37,51 COP	\$ 31,12 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el colector solar	\$ 6,39 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 3600 litros de leche	\$ 135.051 COP	\$ 112.041 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 3600 litros de leche por día	\$ 23.010 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 108000 litros de leche por mes	\$ 690.300 COP	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 1232' 340.375 COP	\$ 1022' 374.125 COP
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 209' 966.250 COP	
Valor presente neto del costo total del colector solar durante los 25 años	\$ 37'261. 767 COP	
Valor presente neto del costo total del calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	\$ 35' 125. 792 COP	
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el colector solar y los calentadores eléctricos de respaldo durante los 25 años	\$ 137' 607.998 COP	
Costo de la inversión del colector solar	\$ 18' 786.145 COP	
Costo de la inversión del calentador eléctrico de respaldo	\$ 2' 958.000 COP	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el colector solar y calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	17 % 118.625 kWh	

Porcentaje de ahorro de dinero al implementar el colector solar y el calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	11,16 % \$ 137' 607.998 COP
Payback	4,2 años
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR EL COLECTOR SOLAR	

Municipio de Ubaté – AGROESP

A continuación se presenta para AGROESP en el municipio de Ubaté la comparación técnico-económica de implementar colectores solares para el calentamiento del agua necesaria para el proceso de limpieza en el centro de acopio versus utilizar únicamente los calentadores eléctricos convencionales. Los resultados obtenidos de esta comparación muestran las siguientes ventajas técnico-económicas cuando se implementan los colectores solares: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 42,3 kWh a 36,8 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 13 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$12,28 COP a \$10,68 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto de \$ 35'470.973 COP que corresponde a 5,2% de ahorro de dinero, el payback de la implementación de los colectores solares es de 5 años, además, debido principalmente a la radiación solar en esta zona de Caparrapí, estos colectores solares tienen un 87% de eficiencia, lo cual quiere decir que el 87% del agua caliente necesaria para la limpieza en este centro de acopio la aportan los colectores solares y el 13% lo suministra el sistema de respaldo (calentadores eléctricos convencionales). Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio AGROESP en el municipio de Ubaté.

Municipio de Ubaté (AGROESP)	SIN IMPLEMENTAR EL COLECTOR SOLAR	IMPLEMENTANDO EL COLECTOR SOLAR (EFICIENCIA 87%)
Evaluación técnico-económica de la implementación del COLECTOR SOLAR		
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años	
Tasa de interés del proyecto	10% anual	
Cantidad de leche enfriada por día	1.550 litros	
Energía consumida en el centro de acopio	42,3 kWh/día	36,8 kWh/día
Energía día ahorrada al implementar el colector solar	5,5 kWh/día	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el colector solar	13 %	
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	385.987,5 kWh	335.800 kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	50.187,5 kWh	
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP	
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 12,28 COP	\$ 10,68 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el colector solar	\$ 1,6 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 1550 litros de leche	\$ 19.035 COP	\$ 16.560 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 1550 litros de leche por día	\$ 2.475 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 46500 litros de leche por mes	\$ 74.250 COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 48,3 COP	\$ 42,02 COP

Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el colector solar	\$ 6,28 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 1550 litros de leche	\$ 74.871 COP	\$ 65.136 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 1550 litros de leche por día	\$ 9.735 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 46500 litros de leche por mes	\$ 292.050 COP	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 683' 197.875 COP	\$ 594' 366.000 COP
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 88' 831.875 COP	
Valor presente neto del costo total del colector solar durante los 25 años	\$ 26' 763.479 COP	
Valor presente neto del costo total del calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	\$ 26' 609.822 COP	
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el colector solar y los calentadores eléctricos de respaldo durante los 25 años	\$ 35'470.973 COP	
Costo de la inversión del colector solar	\$ 13' 493.257 COP	
Costo de la inversión del calentador eléctrico de respaldo	\$ 1'734. 000 COP	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el colector solar y calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	13 % 50.187,5 kWh	
Porcentaje de ahorro de dinero al implementar el colector solar y el calentador eléctrico de respaldo durante los 25 años	5,2 % \$ 35'470.973 COP	
Payback	5 años	
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR EL COLECTOR SOLAR		

7.2.2 Evaluación técnico-económica de implementar tecnologías térmicas eficientes (pre-enfriadores y colectores solares con calentadores eléctricos de respaldo)

Actualmente no está implementado en ningún centro de acopio en el departamento de Cundinamarca, un sistema térmico de pre-enfriamiento de leche.

Según los fabricantes este sistema tiene las siguientes ventajas:

- Reduce hasta en 30% los costos por refrigeración de la leche en el tanque de enfriamiento.
- Reduce hasta en un 30% el tiempo de enfriamiento en los tanques (disminuyendo aproximadamente en una hora el tiempo en los tanques de enfriamiento).
- Reduce considerablemente la temperatura de la leche a la entrada del tanque de enfriamiento.

Con la implementación del sistema térmico de pre-enfriamiento se requieren dos bombas: una para el bombeo del agua que enfría la leche y otra para transportar la leche de la tina de recibo hacia lo tanques de enfriamiento. En la Tabla 18 se

muestran las potencias necesarias de las bombas de los pre-enfriadores para cada centro de acopio.

Municipio	Capacidad instalada tanques de enfriamiento (litros)	Temperatura del agua [°C]	Temperatura leche de ingreso a pre-enfriador [°C]	Temperatura leche de ingreso a tanques [°C]	Motobomba para el agua			Motobomba para la leche		
					Potencia [HP]	Caudal [litros/min]	m.c.a [m]	Potencia [HP]	Caudal [litros/min]	m.c.a [m]
Caparrapí	5000	22	36	23	1	175	9,7	0,75	76	2,4
Carmen de Carupa	4820	11	36	14	1	175	9,7	0,75	76	2,4
Gachetá	2050	19	36	24	0,5	83	1,9	0,75	36	0,4
Guachetá	2632	12	36	13	1	101	2,8	0,75	44	0,7
Susa	3600	13	36	15	1	138	5,4	0,75	60	1,5
Ubaté	1550	12	36	13	0,5	64,5	1,12	0,75	28	0,2

Tabla 18. Potencia de las bombas requeridas para el sistema térmico de pre-enfriamiento.

Municipio de Caparrapí – ASOLCAP

A continuación se presenta para ASOLCAP en el municipio de Caparrapí la evaluación técnico-económica de implementar un sistema térmico de pre-enfriamiento de la leche antes de ingresar a los tanques de enfriamiento. Los resultados obtenidos muestran las siguientes ventajas técnico-económicas: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 84,7 kWh a 65,6 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 19,15 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$7,62 COP a \$5,9 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto de \$ 159.514.044 COP, el payback de la implementación del pre-enfriador es de 7,4 años. Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio ASOLCAP en el municipio de Caparrapí.

Municipio de Caparrapí (ASOLCAP) Evaluación técnico-económica de la implementación del PRE-ENFRIADOR	CON COLECTOR SOLAR (EFICIENCIA 85%)	IMPLEMENTANDO EL PRE-ENFRIADOR
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años	
Tasa de interés del proyecto	10 % anual	
Cantidad de leche enfriada por día	5.000 litros	
Energía consumida en el centro de acopio con la primera propuesta de la respuesta de la demanda	99,7 kWh/día	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años de la primera propuesta de la respuesta de la demanda	\$ 1.610'279.625 COP	
Energía consumida en el centro de acopio	84,7 kWh/día	65,6 kWh/día
Energía día ahorrada al implementar el pre-enfriador	19,1 kWh/día	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el pre-enfriador	19,15 %	
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	772.887,5 kWh	598.600 kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	174.287,5 kWh	
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP	
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 7,62 COP	\$ 5,9 COP

Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el pre-enfriador	\$ 1,71 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 5000 litros de leche	\$ 38.115 COP	\$ 29.520 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 5000 litros de leche por día	\$ 8.595 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 150.000 litros de leche por mes	\$ 257.850 COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 30 COP	\$ 23, 22 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el pre-enfriador	\$ 6,76 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 5000 litros de leche	\$ 149.919 COP	\$ 116.112 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 5000 litros de leche por día	\$ 33.807 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 150.000 litros de leche por mes	\$ 1' 014.210 COP	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 1.368.201.832 COP	\$ 1.059.669.896 COP
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 308.531.936 COP	
Valor presente neto del costo total del pre-enfriador durante los 25 años	\$ 149.017.891COP	
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el pre-enfriador durante los 25 años	\$ 159.514.044 COP	
Costo de la inversión del pre-enfriador	\$ 22.875.153,3 COP	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el pre-enfriador durante los 25 años	19,15 %	
Payback	7,4 años	
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR EL PRE-ENFRIADOR		

Municipio De Carmen De Carupa – ASOCHARQUIRA

A continuación se presenta para ASOCHARQUIRA en el municipio de Carmen De Carupa la evaluación técnico-económica de implementar un sistema térmico de pre-enfriamiento de la leche antes de ingresar a los tanques de enfriamiento. Los resultados obtenidos muestran las siguientes ventajas técnico-económicas: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 82,9 kWh a 63 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 20,4 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$7,73 COP a \$ 5,88 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto de \$ 172.435.963 COP, el payback de la implementación del pre-enfriador es de 7,3 años. Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio ASOCHARQUIRA en el municipio de Carmen De Carupa.

Municipio de Carmen de Carupa (ASOCHARQUIRA) Evaluación técnico-económica de la implementación del PRE-ENFRIADOR	CON COLECTOR SOLAR (EFICIENCIA 85%)	IMPLEMENTANDO EL PRE-ENFRIADOR
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años	
Tasa de interés del proyecto	10 % anual	
Cantidad de leche enfiada por día	4.820 litros	
Energía consumida en el centro de acopio con la primera propuesta de la respuesta de la demanda	97,5 kWh/día	
Energía consumida en el centro de acopio	82,9 kWh/día	63 kWh/día

Energía día ahorrada al implementar el pre-enfriador	19,9 kWh/día	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el pre-enfriador	20,4 %	
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	756.462,5 kWh	574.875 kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	181.587,5 kWh	
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP	
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 7,73 COP	\$ 5,88 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el pre-enfriador	\$ 1,85 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 4820 litros de leche	\$ 37.305 COP	\$ 28.350 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 4820 litros de leche por día	\$ 8.955 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 144600 litros de leche por mes	\$ 268.650 COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 30,44 COP	\$ 23,13 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el pre-enfriador	\$ 7,30 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 4820 litros de leche	\$ 146.733 COP	\$ 111.510 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 4820 litros de leche por día	\$ 35.223 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 144600 litros de leche por mes	\$ 1' 056.690 COP	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 1.339.125.524 COP	\$ 1.017.671.669 COP
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 321.453.854 COP	
Valor presente neto del costo total del pre-enfriador durante los 25 años	\$ 149.017.891 COP	
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el pre-enfriador durante los 25 años	\$ 172.435.963 COP	
Costo de la inversión del pre-enfriador	\$ 22.875.153 COP	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el pre-enfriador durante los 25 años	20,41 %	
Payback	7,3 años	
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR EL PRE-ENFRIADOR		

Municipio de Gachetá – ASOGANYO

A continuación se presenta para ASOGANYO en el municipio de Gachetá la evaluación técnico-económica de implementar un sistema térmico de pre-enfriamiento de la leche antes de ingresar a los tanques de enfriamiento. Los resultados obtenidos muestran las siguientes ventajas técnico-económicas: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 44,8 kWh a 36,7 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 15,7 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$ 9,83 COP a \$ 8,05 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto de \$ 44.082.569 COP, el payback de la implementación del pre-enfriador es de 8,8 años. Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio ASOGANYO en el municipio de Gachetá.

Municipio de Gachetá (ASOGANYO)	CON COLECTOR SOLAR	IMPLEMENTANDO EL PRE-ENFRIADOR
---------------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Carrera 8 No. 40-62. Sede Edificio Suárez Copete 3er Piso.
Unidad de Extensión Facultad de Ingeniería.
Teléfono: 3239300 Ext: 1711
E mail: perscundinamarca@udistrital.edu.co

Evaluación técnico-económica de la implementación del PRE-ENFRIADOR	(EFICIENCIA 87%)	
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años	
Tasa de interés del proyecto	10 % anual	
Cantidad de leche enfriada por día	2050 litros	
Energía consumida en el centro de acopio con la primera propuesta de la respuesta de la demanda	51,5 kWh/día	
Energía consumida en el centro de acopio	44,8 kWh/día	36,7 kWh/día
Energía día ahorrada al implementar el pre-enfriador	8,1 kWh/día	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el pre-enfriador	15,7 %	
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	408.800 kWh	334.887,5 kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	73.912,5 kWh	
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP	
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 9,83 COP	\$ 8,05 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el pre-enfriador	\$ 1,77 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 2050 litros de leche	\$ 20.160 COP	\$ 16.515 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 2050 litros de leche por día	\$ 3.645 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 61500 litros de leche por mes	\$ 109.350 COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 38,68 COP	\$ 31,68 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el pre-enfriador	\$ 7 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 2050 litros de leche	\$ 79.296 COP	\$ 64.959 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 2050 litros de leche por día	\$ 14.337 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 61500 litros de leche por mes	\$ 430.110 COP	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$723.677.002 COP	\$ 592.833.615 COP
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 130.843.386COP	
Valor presente neto del costo total del pre-enfriador durante los 25 años	\$ 86.760.817 COP	
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el pre-enfriador durante los 25 años	\$ 44.082.569 COP	
Costo de la inversión del pre-enfriador	\$ 15.103.967 COP	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el pre-enfriador durante los 25 años	15,72 %	
Payback	8,8 años	
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR EL PRE-ENFRIADOR		

Municipio de Guachetá – ASOPROLEG

A continuación se presenta para ASOPROLEG en el municipio de Guachetá la evaluación técnico-económica de implementar un sistema térmico de pre-enfriamiento de la leche antes de ingresar a los tanques de enfriamiento. Los resultados obtenidos muestran las siguientes ventajas técnico-económicas: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 52,2 kWh a 42,6 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 16 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$ 8,92 COP a \$ 7,28 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto de \$ 36.184.512 COP, el payback de la implementación del pre-enfriador es de 9,9 años. Por lo anterior, se

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Carrera 8 No. 40-62. Sede Edificio Suárez Copete 3er Piso.
Unidad de Extensión Facultad de Ingeniería.
Teléfono: 3239300 Ext: 1711
E mail: perscundinamarca@udistrital.edu.co

recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio ASOPROLEG en el municipio de Guachetá.

Municipio de Guachetá (ASOPROLEG)	CON COLECTOR SOLAR (EFICIENCIA 87%)		IMPLEMENTANDO EL PRE-ENFRIADOR
Evaluación técnico-económica de la implementación del PRE-ENFRIADOR			
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años		
Tasa de interés del proyecto	10 % anual		
Cantidad de leche enfriada por día	2.632 litros		
Energía consumida en el centro de acopio con la primera propuesta de la respuesta de la demanda	60 kWh/día		
Energía consumida en el centro de acopio	52,2 kWh/día	42,6 kWh/día	
Energía día ahorrada al implementar el pre-enfriador	9,6 kWh/día		
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el pre-enfriador	16 %		
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	476.325 kWh	388.725 kWh	
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	87.600 kWh		
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP		
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 8,92 COP	\$ 7,28 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el pre-enfriador	\$ 1,64 COP		
Costo (año 2016) para enfriar 2632 litros de leche	\$ 23.490 COP	\$ 19.170 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 2632 litros de leche por día	\$ 4.320 COP		
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 78960 litros de leche por mes	\$ 129.600 COP		
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP		
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 35,1 COP	\$ 28,64 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el pre-enfriador	\$ 6,45 COP		
Costo promedio (25 años) para enfriar los 2632 litros de leche	\$ 92.394 COP	\$ 75.402 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 2632 litros de leche por día	\$ 16.992 COP		
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 78960 litros de leche por mes	\$ 509.760 COP		
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 843.212.935 COP	\$ 688.139.292 COP	
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 155.073.643 COP		
Valor presente neto del costo total del pre-enfriador durante los 25 años	\$ 118.889.131 COP		
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el pre-enfriador durante los 25 años	\$ 36.184.512 COP		
Costo de la inversión del pre-enfriador	\$ 19.043.118 COP		
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el pre-enfriador durante los 25 años	16 %		
Payback	9,9 años		
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR EL PRE-ENFRIADOR			

Municipio de Susa – APAMAP

A continuación se presenta para APAMAP en el municipio de Susa la evaluación técnico-económica de implementar un sistema térmico de pre-enfriamiento de la leche antes de ingresar a los tanques de enfriamiento. Los resultados obtenidos

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Carrera 8 No. 40-62. Sede Edificio Suárez Copete 3er Piso.
Unidad de Extensión Facultad de Ingeniería.
Teléfono: 3239300 Ext: 1711
E mail: perscundinamarca@udistrital.edu.co

muestran las siguientes ventajas técnico-económicas: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 63,3 kWh a 52kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 14,8 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$ 7,91 COP a \$ 6,5 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto de \$ 33.516.709 COP, el payback de la implementación del pre-enfriador es de 9,7 años. Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio APAMAP en el municipio de Susa.

Municipio de Susa (APAMAP) Evaluación técnico-económica de la implementación del PRE-ENFRIADOR	CON COLECTOR SOLAR (EFICIENCIA 83%)	IMPLEMENTANDO EL PRE-ENFRIADOR
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años	
Tasa de interés del proyecto	10 % anual	
Cantidad de leche enfriada por día	3.600 litros	
Energía consumida en el centro de acopio con la primera propuesta de la respuesta de la demanda	76,3 kWh/día	
Energía consumida en el centro de acopio	63,3 kWh/día	52 kWh/día
Energía día ahorrada al implementar el pre-enfriador	11,3 kWh/día	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el pre-enfriador	14,8 %	
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	577.612,5 kWh	474.500 kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	103.112,5 kWh	
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP	
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 7,91 COP	\$ 6,5 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el pre-enfriador	\$ 1,41 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 3600 litros de leche	\$ 28.485 COP	\$ 23.400 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 3600 litros de leche por día	\$ 5.085 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 108000 litros de leche por mes	\$ 152.550 COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 31,12 COP	\$ 25,56 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el pre-enfriador	\$ 5,55 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 3600 litros de leche	\$ 112.041 COP	\$ 92.040 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 3600 litros de leche por día	\$ 20.001 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 108000 litros de leche por mes	\$ 600.030 COP	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 1.022.516.835 COP	\$ 839.982.234 COP
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 182.534.601COP	
Valor presente neto del costo total del pre-enfriador durante los 25 años	\$ 149.017.891 COP	
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el pre-enfriador durante los 25 años	\$ 33.516.709 COP	
Costo de la inversión del pre-enfriador	\$ 22.875.153 COP	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el pre-enfriador durante los 25 años	14,08 %	
Payback	9,7 años	
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR EL PRE-ENFRIADOR		

Municipio de Ubaté – AGROESP

A continuación se presenta para AGROESP en el municipio de Ubaté la evaluación técnico-económica de implementar un sistema térmico de pre-enfriamiento de la leche antes de ingresar a los tanques de enfriamiento. Los resultados obtenidos muestran las siguientes ventajas técnico-económicas: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 36,8 kWh a 32,1 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 11,1 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$ 10,68 COP a \$ 9,31 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto de \$ 830.907 COP, el payback de la implementación del pre-enfriador es de 8,5 años. Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio AGROESP en el municipio de Ubaté.

Municipio de Ubaté (AGROESP) Evaluación técnico-económica de la implementación del PRE-ENFRIADOR	CON COLECTOR SOLAR (EFICIENCIA 87%)	IMPLEMENTANDO EL PRE-ENFRIADOR
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años	
Tasa de interés del proyecto	10 % anual	
Cantidad de leche enfriada por día	1.550 litros	
Energía consumida en el centro de acopio con la primera propuesta de la respuesta de la demanda	42,3 kWh/día	
Energía consumida en el centro de acopio	36,8 kWh/día	32,1 kWh/día
Energía día ahorrada al implementar el pre-enfriador	4,7 kWh/día	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el pre-enfriador	11,1 %	
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	335.800 kWh	292.912,5kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	42.887,5 kWh	
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP	
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 10,68 COP	\$ 9,31 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el pre-enfriador	\$ 1,36 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 1550 litros de leche	\$ 16.560 COP	\$ 14.445 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 1550 litros de leche por día	\$ 2.115 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 46500 litros de leche por mes	\$ 63.450 COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 42,02 COP	\$ 36,65 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el pre-enfriador	\$ 5,36 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 1550 litros de leche	\$ 65.136 COP	\$ 56.817 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 1550 litros de leche por día	\$ 8.319 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 46500 litros de leche por mes	\$ 249.570 COP	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 594.448.966 COP	\$ 518.527.494 COP
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 75.921.471 COP	
Valor presente neto del costo total del pre-enfriador durante los 25 años	\$ 75.090.563 COP	

Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el pre-enfriador durante los 25 años	\$ 830.907 COP
Costo de la inversión del pre-enfriador	\$ 11.502.353 COP
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el pre-enfriador durante los 25 años	11,11 %
Payback	8,5 años
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR EL PRE-ENFRIADOR	

7.2.3. Evaluación técnico-económica de implementar sistemas fotovoltaicos

Basado en la observación de las visitas técnicas realizadas a campo de cada uno de los seis centros de acopio y en el informe de oferta energética de PERS Cundinamarca, no existen fuentes de energía eólica, ni biomasa, ni de pequeños recursos hídricos que permitan aprovecharse para implementar tecnologías que utilizan estas fuentes no convencionales. La única fuente de energía renovable suficiente es la energía solar, por lo tanto en este proyecto se evalúa solamente la implementación de sistemas fotovoltaicos conectados directamente a la red de energía eléctrica.

Municipio de Caparrapí – ASOLCAP

A continuación se presenta para ASOLCAP en el municipio de Caparrapí la evaluación técnico-económica de implementar un sistema fotovoltaico sin baterías, es decir, conectado directamente a la red de energía eléctrica, sin sobrepasar los excedentes entregados a ésta en más de un 10% y conectando el inversor directamente al tablero de distribución de la instalación eléctrica del centro de acopio. Las simulaciones se realizaron con el software HOMER Pro Microgrid Analysis Tool (ver Anexo), dando como resultado un sistema fotovoltaico de 7kWp. Los resultados obtenidos de esta evaluación muestran las siguientes ventajas: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 65,6 kWh a 47,5 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 27,56 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$ 5,9 COP a \$ 4,3 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto de \$ 133' 947.577 COP, el payback de la implementación del sistema fotovoltaico es de 9,5 años. Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio ASOLCAP en el municipio de Caparrapí.

Municipio de Caparrapí (ASOLCAP)	CON COLECTOR SOLAR	IMPLEMENTANDO
----------------------------------	-----------------------	---------------

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Carrera 8 No. 40-62. Sede Edificio Suárez Copete 3er Piso.
Unidad de Extensión Facultad de Ingeniería.
Teléfono: 3239300 Ext: 1711
E mail: perscundinamarca@udistrital.edu.co

Evaluación técnico-económica de la implementación del SISTEMA FOTOVOLTAICO	(EFICIENCIA 85%) Y PRE-ENFRIADOR	SISTEMA FOTOVOLTAICO (EFICIENCIA 90%) 7kWp
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años	
Tasa de interés del proyecto	10 % anual	
Cantidad de leche enfriada por día	5.000 litros	
Promedio anual radiación (kWh/m^2/día)	4,46	
Energía consumida en el centro de acopio con la primera propuesta de la respuesta de la demanda	99,7 kWh/día	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años de la primera propuesta de la respuesta de la demanda	\$ 1610' 279.625 COP	
Energía consumida en el centro de acopio	65,6 kWh/día	47,5 kWh/día
Energía día ahorrada al implementar el sistema fotovoltaico	18,1 kWh/día	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el sistema fotovoltaico	27,56 %	
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	598.600 kWh	433.625 kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	164.975 kWh	
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP	
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 5,9 COP	\$ 4,3 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el sistema fotovoltaico	\$ 1,6 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 5000 litros de leche	\$ 29.520 COP	\$ 21.384 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 5000 litros de leche por día	\$ 8.136 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 150.000 litros de leche por mes	\$ 244.072 COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 23,2 COP	\$ 16,8 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el sistema fotovoltaico	\$ 6,4 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 5000 litros de leche	\$ 116.112 COP	\$ 84.111 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 5000 litros de leche por día	\$ 32.000 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 150.000 litros de leche por mes	\$ 960. 019 COP	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 1059' 669.896 COP	\$ 767' 623.387 COP
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 292' 046.510 COP	
Valor presente neto del costo total del sistema fotovoltaico durante los 25 años	\$ 158' 098.933 COP	
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el sistema fotovoltaico durante los 25 años	\$ 133' 947.577 COP	
Costo de la inversión del sistema fotovoltaico	\$ 71' 392.860 COP	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el sistema fotovoltaico	27,56 % 164.975 kWh	
Payback	9,5 años	
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR EL SISTEMA FOTOVOLTAICO		

Municipio de Carmen De Carupa – ASOCHARQUIRA

A continuación se presenta para ASOCHARQUIRA en el municipio de Carmen De Carupa la evaluación técnico-económica de implementar un sistema fotovoltaico sin baterías, es decir, conectado directamente a la red de energía eléctrica, sin sobrepasar los excedentes entregados a ésta en más de un 10% y conectando el inversor directamente al tablero de distribución de la instalación eléctrica del centro

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Carrera 8 No. 40-62. Sede Edificio Suárez Copete 3er Piso.
Unidad de Extensión Facultad de Ingeniería.
Teléfono: 3239300 Ext: 1711
E mail: perscundinamarca@udistrital.edu.co

de acopio. Las simulaciones se realizaron con el software HOMER Pro Microgrid Analysis Tool (ver Anexo), dando como resultado un sistema fotovoltaico de 7kWp. Los resultados obtenidos de esta evaluación muestran las siguientes ventajas: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 63kWh a 44,9 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 28,8 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$ 5,9 COP a \$ 4,2 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto de \$ 134' 568.048 COP, el payback de la implementación del sistema fotovoltaico es de 9,3 años. Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio ASOCHARQUIRA en el municipio de Carmen De Carupa.

Municipio de Carmen de Carupa (ASOCHARQUIRA) Evaluación técnico-económica de la implementación del SISTEMA FOTOVOLTAICO	CON COLECTOR SOLAR (EFICIENCIA 85%) Y PRE-ENFRIADOR	IMPLEMENTANDO SISTEMA FOTOVOLTAICO (EFICIENCIA 89.8%) 7kWp
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años	
Tasa de interés del proyecto	10 % anual	
Cantidad de leche enfriada por día	4.820 litros	
Promedio anual radiación (kWh/m ² /día)	4,54	
Energía consumida en el centro de acopio con la primera propuesta de la respuesta de la demanda	97,5 kWh/día	
Energía consumida en el centro de acopio	63 kWh/día	44,9 kWh/día
Energía día ahorrada al implementar el sistema fotovoltaico	18,1 kWh/día	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el sistema fotovoltaico	28,8 %	
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	574.875,5kWh	409.550kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	165. 325 kWh	
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP	
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 5,9 COP	\$ 4,2 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el sistema fotovoltaico	\$ 1,7 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 4820 litros de leche	\$ 28.350 COP	\$ 20.197 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 4820 litros de leche por día	\$ 8.153 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 144600 litros de leche por mes	\$ 244. 591COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 23,1 COP	\$ 16,5 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el sistema fotovoltaico	\$ 6,7 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 4820 litros de leche	\$ 111.510 COP	\$ 79. 442 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 4820 litros de leche por día	\$ 32.069 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 144600 litros de leche por mes	\$ 962.059 COP	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 1.017' 671.669 COP	\$ 725' 004.687 COP
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 292' 666.981 COP	
Valor presente neto del costo total del sistema fotovoltaico durante los 25 años	\$ 158' 098.933 COP	
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el sistema fotovoltaico durante los 25 años	\$ 134' 568.048 COP	

Costo de la inversión del sistema fotovoltaico	\$ 71' 392.860 COP
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el sistema fotovoltaico durante los 25 años	28,8 % 165.325 kWh
Payback	9,3 años
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR EL SISTEMA FOTOVOLTAICO	

Municipio de Gachetá – ASOGANYO

A continuación se presenta para ASOGANYO en el municipio de Gachetá la evaluación técnico-económica de implementar un sistema fotovoltaico sin baterías, es decir, conectado directamente a la red de energía eléctrica, sin sobrepasar los excedentes entregados a ésta en más de un 10% y conectando el inversor directamente al tablero de distribución de la instalación eléctrica del centro de acopio. Las simulaciones se realizaron con el software HOMER Pro Microgrid Analysis Tool (ver Anexo), dando como resultado un sistema fotovoltaico de 4kWp. Los resultados obtenidos de esta evaluación muestran las siguientes ventajas: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 36,7 kWh a 27,8 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 24,2 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$ 8,06 COP a \$ 6,1 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto de \$ 53' 114.149 COP, el payback de la implementación del sistema fotovoltaico es de 9,4 años. Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio ASOGANYO en el municipio de Gachetá.

Municipio de Gachetá (ASOGANYO)	CON COLECTOR SOLAR (EFICIENCIA 85%) Y PRE-ENFRIADOR	IMPLEMENTANDO SISTEMA FOTOVOLTAICO (EFICIENCIA 90%) 4 kWp
Evaluación técnico-económica de la implementación del SISTEMA FOTOVOLTAICO		
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años	
Tasa de interés del proyecto	10 % anual	
Cantidad de leche enfriada por día	2.050 litros	
Promedio anual radiación (kWh/m ² /día)	3,82	
Energía consumida en el centro de acopio con la primera propuesta de la respuesta de la demanda	51,5 kWh/día	
Energía consumida en el centro de acopio	36,7 kWh/día	27,8 kWh/día
Energía día ahorrada al implementar el sistema fotovoltaico	8,9 kWh/día	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el sistema fotovoltaico	24,2 %	
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	334.887,5 kWh	253.850 kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	810.370,5 kWh	
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP	
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 8,06 COP	\$ 6,1 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el sistema fotovoltaico	\$ 1,9 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 2050 litros de leche	\$ 16.515 COP	\$ 12.518 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 2050 litros de leche por día	\$ 3.996 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 61500 litros de leche por mes	\$ 119891,0959 COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	

Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 31,7 COP	\$ 24 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el sistema fotovoltaico	\$ 7,7 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 2050 litros de leche	\$ 64.959 COP	\$49.239 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 2050 litros de leche por día	\$ 15.719 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 61500 litros de leche por mes	\$ 471.571 COP	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 592' 833.615 COP	\$ 449' 377.218 COP
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 143' 456.396 COP	
Valor presente neto del costo total del sistema fotovoltaico durante los 25 años	\$ 90' 342.247 COP	
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el sistema fotovoltaico durante los 25 años	\$ 53' 114.149 COP	
Costo de la inversión del sistema fotovoltaico	\$ 40' 795.920 COP	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el sistema fotovoltaico durante los 25 años	24,2 % 81.037,5 kWh	
Payback	9,4 años	
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR SISTEMA FOTOVOLTAICO		

Municipio de Guachetá – ASOPROLEG

A continuación se presenta para ASOPROLEG en el municipio de Guachetá la evaluación técnico-económica de implementar un sistema fotovoltaico sin baterías, es decir, conectado directamente a la red de energía eléctrica, sin sobrepasar los excedentes entregados a ésta en más de un 10% y conectando el inversor directamente al tablero de distribución de la instalación eléctrica del centro de acopio. Las simulaciones se realizaron con el software HOMER Pro Microgrid Analysis Tool (ver Anexo), dando como resultado un sistema fotovoltaico de 5kWp. Los resultados obtenidos de esta evaluación muestran las siguientes ventajas: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 42,6 kWh a 29,9 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 29,8 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$ 7,28 COP a \$ 5,11 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto de \$ 91' 978.288 COP, el payback de la implementación del sistema fotovoltaico es de 10,9 años. Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio ASOPROLEG en el municipio de Guachetá.

Municipio de Guachetá (ASOPROLEG)	CON COLECTOR SOLAR (EFICIENCIA 85%) Y PRE-ENFRIADOR	IMPLEMENTANDO SISTEMA FOTOVOLTAICO (EFICIENCIA 90%) 5 kWp
Evaluación técnico-económica de la implementación del SISTEMA FOTOVOLTAICO		
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años	
Tasa de interés del proyecto	10 % anual	
Cantidad de leche enfriada por día	2.632 litros	
Promedio anual radiación (kWh/m ² /día)	4,54	

Energía consumida en el centro de acopio con la primera propuesta de la respuesta de la demanda	60 kWh/día	
Energía consumida en el centro de acopio	42,6 kWh/día	29,9 kWh/día
Energía día ahorrada al implementar el sistema fotovoltaico	12,7 kWh/día	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el sistema fotovoltaico	29,8 %	
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	388.725 kWh	272.975 kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	115.750 kWh	
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP	
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 7,28 COP	\$ 5,11 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el sistema fotovoltaico	\$ 2,2 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 2632 litros de leche	\$ 19.170 COP	\$ 13.461COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 2632 litros de leche por día	\$ 5.708 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 78960 litros de leche por mes	\$ 17.1246 COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 28,6 COP	\$ 20,1 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el sistema fotovoltaico	\$ 8,5 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 2632 litros de leche	\$ 75.402 COP	\$ 52.949 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 2632 litros de leche por día	\$ 22.452 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 78960 litros de leche por mes	\$ 673.569 COP	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 688' 139.292 COP	\$ 483' 233.193 COP
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 204' 906.098 COP	
Valor presente neto del costo total del sistema fotovoltaico durante los 25 años	\$ 112' 927.809 COP	
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el sistema fotovoltaico durante los 25 años	\$ 91' 978.288 COP	
Costo de la inversión del sistema fotovoltaico	\$ 50' 994.900 COP	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el sistema fotovoltaico durante los 25 años	29,8 %	
Payback	115.750 kWh	
	10,9 años	
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR SISTEMA FOTOVOLTAICO		

Municipio de Susa – APAMAP

A continuación se presenta para APAMAP en el municipio de Susa la evaluación técnico-económica de implementar un sistema fotovoltaico sin baterías, es decir, conectado directamente a la red de energía eléctrica, sin sobrepasar los excedentes entregados a ésta en más de un 10% y conectando el inversor directamente al tablero de distribución de la instalación eléctrica del centro de acopio. Las simulaciones se realizaron con el software HOMER Pro Microgrid Analysis Tool (ver Anexo), dando como resultado un sistema fotovoltaico de 6kWp. Los resultados obtenidos de esta evaluación muestran las siguientes ventajas: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 52 kWh a 36,7 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 29,41 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$ 6,5 COP a \$ 4,58 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25

años de evaluación del proyecto de \$ 111'568.863COP, el payback de la implementación del sistema fotovoltaico es de 8,9 años. Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio APAMAP en el municipio de Susa.

Municipio de Susa (APAMAP) Evaluación técnico-económica de la implementación del SISTEMA FOTOVOLTAICO	CON COLECTOR SOLAR (EFICIENCIA 85%) Y PRE-ENFRIADOR	IMPLEMENTANDO SISTEMA FOTOVOLTAICO (EFICIENCIA 90%) 6 kWp
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años	
Tasa de interés del proyecto	10 % anual	
Cantidad de leche enfriada por día	3.600 litros	
Promedio anual radiación (kWh/m^2/día)	4,53	
Energía consumida en el centro de acopio con la primera propuesta de la respuesta de la demanda	76,3 kWh/día	
Energía consumida en el centro de acopio	52 kWh/día	36,7 kWh/día
Energía día ahorrada al implementar el sistema fotovoltaico	15,3 kWh/día	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el sistema fotovoltaico	29,41 %	
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	474.500 kWh	334.925 kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	139.575kWh	
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP	
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 6,5 COP	\$ 4,58 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el sistema fotovoltaico	\$ 1,9 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 3600 litros de leche	\$ 23.400COP	\$ 16.516 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 3600 litros de leche por día	\$ 6.883COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 108000 litros de leche por mes	\$ 206.494COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 25,6 COP	\$ 18 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el sistema fotovoltaico	\$ 7,5 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 3600 litros de leche	\$ 92.040COP	\$ 64.966 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 3600 litros de leche por día	\$ 27.073COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 108000 litros de leche por mes	\$ 812.211COP	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 839'982.234COP	\$592'899.999COP
Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 247'082.234COP	
Valor presente neto del costo total del sistema fotovoltaico durante los 25 años	\$ 135'513.371COP	
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el sistema fotovoltaico durante los 25 años	\$ 111'568.863COP	
Costo de la inversión del sistema fotovoltaico	\$61'193.880 COP	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el sistema fotovoltaico durante los 25 años	29,41 %	
Payback	139.575 kWh	
	8,9 años	
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR EL SISTEMA FOTOVOLTAICO		

Municipio de Ubaté – AGROESP

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Carrera 8 No. 40-62. Sede Edificio Suárez Copete 3er Piso.
 Unidad de Extensión Facultad de Ingeniería.
 Teléfono: 3239300 Ext: 1711
 E mail: perscundinamarca@udistrital.edu.co

A continuación se presenta para AGROESP en el municipio de Ubaté la evaluación técnico-económica de implementar un sistema fotovoltaico sin baterías, es decir, conectado directamente a la red de energía eléctrica, sin sobrepasar los excedentes entregados a ésta en más de un 10% y conectando el inversor directamente al tablero de distribución de la instalación eléctrica del centro de acopio. Las simulaciones se realizaron con el software HOMER Pro Microgrid Analysis Tool (ver Anexo), dando como resultado un sistema fotovoltaico de 3 kWp. Los resultados obtenidos de esta evaluación muestran las siguientes ventajas: se logra reducir el consumo diario de energía eléctrica de 32,1 kWh a 24,1 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 24,9 %, se reduce el costo de enfriamiento por litro de leche de \$ 9,31 COP a \$ 7 COP, se obtiene un ahorro de dinero durante los 25 años de evaluación del proyecto de \$ 61'316.453 COP, el payback de la implementación del sistema fotovoltaico es de 8,3 años. Por lo anterior, se recomienda implementar esta tecnología térmica eficiente en el centro de acopio AGROESP en el municipio de Ubaté.

Municipio de Ubaté (AGROESP) Evaluación técnico-económica de la implementación del SISTEMA FOTOVOLTAICO	CON COLECTOR SOLAR (EFICIENCIA 85%) Y PRE-ENFRIADOR	IMPLEMENTANDO SISTEMA FOTOVOLTAICO (EFICIENCIA 90.4%) 3 kWp
Tiempo de evaluación del proyecto – Tasa de interés del proyecto	25 años	
Tasa de interés del proyecto	10 % anual	
Cantidad de leche enfriada por día	1.550 litros	
Promedio anual radiación (kWh/m ² /día)	4,44	
Energía consumida en el centro de acopio con la primera propuesta de la respuesta de la demanda	42,3 kWh/día	
Energía consumida en el centro de acopio	32,1 kWh/día	24,1 kWh/día
Energía día ahorrada al implementar el sistema fotovoltaico	8 kWh/día	
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el sistema fotovoltaico	24,9 %	
Consumo total de energía en los 25 años del proyecto	292.912,5kWh	220.000 kWh
Ahorro total de energía en los 25 años del proyecto	729. 12,5kWh	
Costo del kWh - empresa de energía (año 2016)	\$ 450 COP	
Costo (año 2016) para enfriar un litro de leche	\$ 9,31 COP	\$ 7 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar un litro de leche si se implementa el sistema fotovoltaico	\$ 2,3 COP	
Costo (año 2016) para enfriar 1550 litros de leche	\$ 14.445 COP	\$10.849 COP
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 1550 litros de leche por día	\$ 3.595 COP	
Dinero ahorrado (año 2016) para enfriar los 46500 litros de leche por mes	\$ 107.870 COP	
Costo promedio (25 años) del kWh – empresa de energía	\$ 1.770 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar un litro de leche	\$ 36,7 COP	\$ 27,5 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar un litro de leche si se implementa el sistema fotovoltaico	\$ 9,1 COP	
Costo promedio (25 años) para enfriar los 1550 litros de leche	\$ 56.817 COP	\$ 42.674 COP
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 1550 litros de leche por día	\$ 14.143 COP	
Dinero promedio (25 años) ahorrado para enfriar los 46500 litros de leche por mes	\$ 424.290 COP	
Valor presente neto del costo de la energía eléctrica durante los 25 años	\$ 518'527.494 COP	\$ 389'454.355 COP

Valor presente neto del dinero ahorrado debido al costo de la energía eléctrica durante los 25 años de operación del centro de acopio	\$ 129'073.139 COP
Valor presente neto del costo total del sistema fotovoltaico durante los 25 años	\$ 67'756.685 COP
Valor presente neto del dinero ahorrado al implementar el sistema fotovoltaico durante los 25 años	\$ 61'316.453 COP
Costo de la inversión del sistema fotovoltaico	\$ 30'596.940 COP
Porcentaje de ahorro de energía al implementar el sistema fotovoltaico durante los 25 años	18.91 %
Payback	8,3 años
DECISIÓN A TOMAR: SE RECOMIENDA IMPLEMENTAR EL SISTEMA FOTOVOLTAICO	

8. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda

Municipio de Caparrapí – ASOLCAP

A continuación se muestra la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOLCAP del municipio de Caparrapí, incluye la incorporación de tecnologías térmicas eficientes (colectores solares y pre-enfriadores) y el sistema fotovoltaico. En la Tabla 19 se observa que al implementar estos sistemas se redujo el consumo por día de energía eléctrica de 99,7 kWh a 47,5 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica total del 52,35 %.

Es decir, basado en los resultados de las secciones anteriores, con la implementación de los colectores solares se redujo el consumo de energía eléctrica de 99,7 kWh a 84,7 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 15,04 %; con la implementación del pre-enfriador se redujo el consumo de energía eléctrica de 84,7 kWh a 65,6 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 19.15 % y con la implementación del sistema fotovoltaico se redujo el consumo de energía eléctrica de 65,6 kWh a 47,5 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 18,15 %.

Adicionalmente, al implementar los tres sistemas se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 8,97 COP a 4,27 COP. Es decir, con la implementación de los colectores solares se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 8,97 COP a 7,62 COP; con la implementación del pre-enfriador se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 7,62 COP a 5,9 COP y con la implementación del

sistema fotovoltaico se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 5,9 COP a 4,27 COP.

Por último, al implementar estos sistemas se obtuvo un ahorro de dinero durante los 25 años de proyecto de 27,52 % de ahorro. Es decir, con la implementación de los colectores solares se obtuvo un ahorro de dinero del 9,31 % de ahorro; con la implementación del pre-enfriador se obtuvo un ahorro de dinero del 9,9 % y con la implementación del sistema fotovoltaico se obtuvo un ahorro de dinero del 8,31 %.

Por otro lado, el payback del proyecto es de 9,5 años.

En la Ilustración 13 se presenta de manera porcentual el consumo de energía de la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda incluyendo la utilización de los pre-enfriadores, colectores solares y el sistema fotovoltaico.

En la Ilustración 14 y en la Tabla 20 se presenta el consumo de energía por hora de la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda, donde se puede observar un horario fijo para realizar el primer y segundo ordeño, el pre-enfriamiento de la leche en los pre-enfriadores, el enfriamiento de la leche en los tanques, el uso del laboratorio, el aseo general y por último un horario fijo de despacho de la leche a las diferentes empresas de lácteos.

Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda Centro de Acopio de leche ASOLCAP Municipio de Caparrapí	
Localización geográfica	(5°20.7'N, 74°29.4'W)
Vereda	Casco urbano
Número de familias asociadas	35
Capacidad instalada en los tanques	5.000 L
Energía [kWh/día]	47,5
Potencia promedio [kW]	12,35
Potencia pico [kW]	2,73

Tabla 19. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOLCAP de Caparrapí

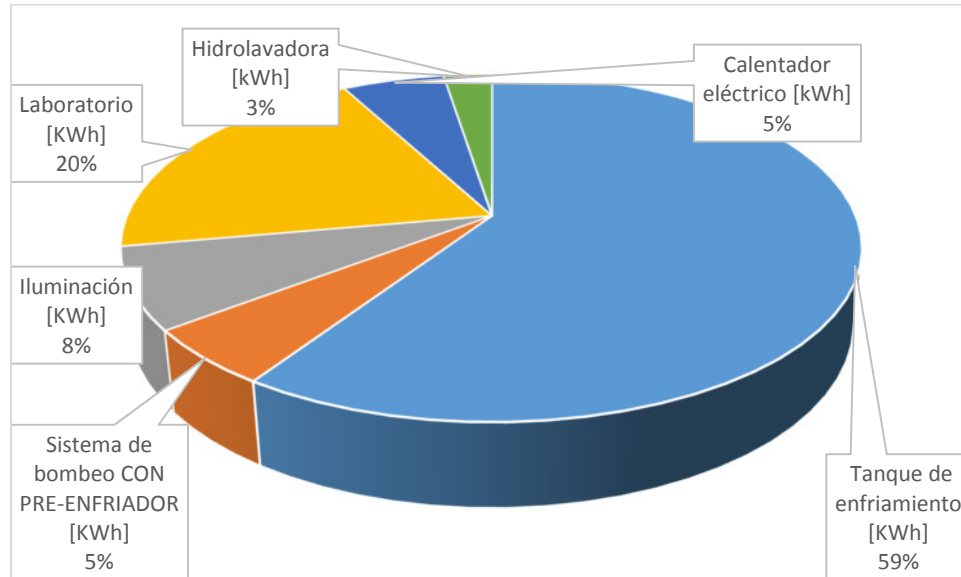


Ilustración 13. Consumo de energía con COLECTORES SOLARES, PRE-ENFRIADOR y SISTEMA FOTOVOLTAICO - ASOLCAP

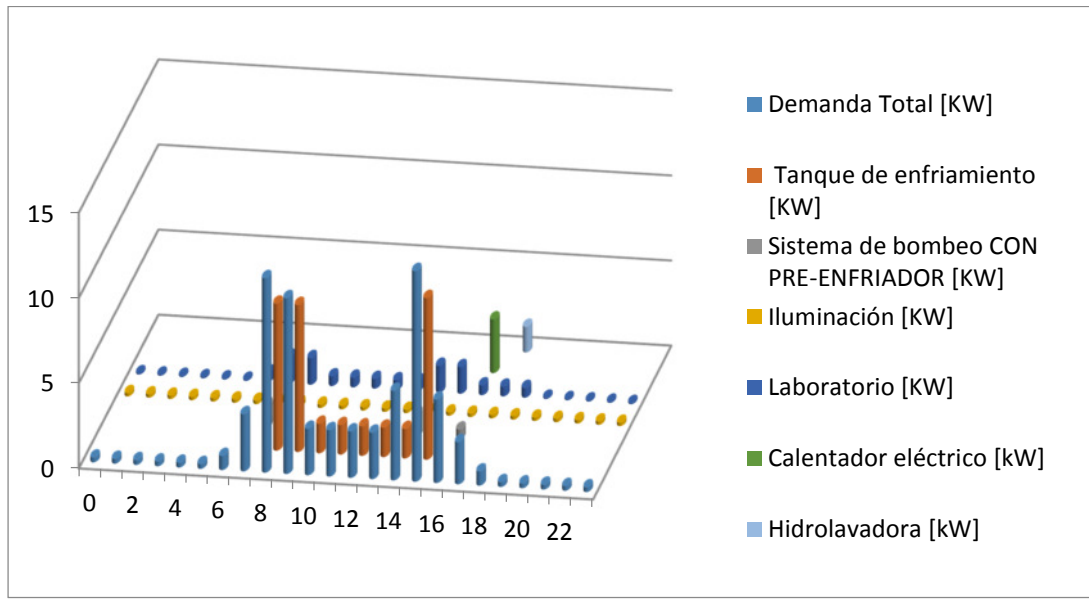


Ilustración 14. Energía consumida por hora para la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOLCAP de Caparrapi

Hora del día	Demanda Total [KW]	Tanque de enfriamiento [KW]	Sistema de bombeo CON PRE-ENFRIADOR [KW]	Iluminación [KW]	Laboratorio [KW]	Calentador eléctrico [kW]	Hidrolavadora [kW]
0	0,2728			0,188	0,06		
1	0,2728			0,188	0,06		
2	0,2728			0,188	0,06		
3	0,2728			0,188	0,06		
4	0,2728			0,188	0,06		
5	0,2728			0,188	0,06		
6	0,8228			0,188	0,56		
7	3,3528		1,3	0,188	1,56		
8	11,4103	8,625		0,188	1,56		
9	10,3103	8,625		0,188	0,56		
10	2,7203	1,725		0,188	0,56		
11	2,7203	1,725		0,188	0,56		
12	2,7203	1,725		0,188	0,56		
13	2,7203	1,725		0,188	0,56		
14	5,2503	1,725	1,3	0,188	1,56		
15	12,35905	9,4875		0,188	1,56		
16	4,8928		0,55	0,188	0,56	3,15	
17	2,4728			0,188	0,56		1,5
18	0,8228			0,188	0,56		
19	0,2728			0,188	0,06		
20	0,2728			0,188	0,06		
21	0,2728			0,188	0,06		
22	0,2728			0,188	0,06		
23	0,2728			0,188	0,06		

Tabla 20. Energía consumida por hora incluyendo el PRE-ENFRIADOR y los COLECTORES SOLARES – ASOLCAP

Municipio de Carmen de Carupa – ASOCHARQUIRA

A continuación se muestra la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOCHARQUIRA del municipio de Carmen de Carupa, incluye la incorporación de tecnologías térmicas eficientes (colectores solares y pre-enfriadores) y el sistema fotovoltaico. En la Tabla 21 se observa que al implementar estos sistemas se redujo el consumo por día de energía eléctrica de 97,5 kWh a 44,9 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica total del 53,94 %.

Es decir, basado en los resultados de las secciones anteriores, con la implementación de los colectores solares se redujo el consumo de energía eléctrica de 97,5 kWh a 82,9 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 15 %; con la implementación del pre-enfriador se redujo el consumo de energía eléctrica de 82,9 kWh a 63 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 20,41 % y con la implementación del sistema fotovoltaico se redujo el consumo

de energía eléctrica de 63 kWh a 44,9 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 18,56 %.

Adicionalmente, al implementar los tres sistemas se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 9,1 COP a 4,19 COP. Es decir, con la implementación de los colectores solares se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 9,1 COP a 7,73 COP; con la implementación del pre-enfriador se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 7,73 COP a 5,88 COP y con la implementación del sistema fotovoltaico se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 5,88 COP a 4,19 COP.

Por último, al implementar estos sistemas se obtuvo un ahorro de dinero durante los 25 años de proyecto de 28,6 % de ahorro. Es decir, con la implementación de los colectores solares se obtuvo un ahorro de dinero del 9,11 % de ahorro; con la implementación del pre-enfriador se obtuvo un ahorro de dinero del 10,95 % y con la implementación del sistema fotovoltaico se obtuvo un ahorro de dinero del 8,54 %.

Por otro lado, el payback del proyecto es de 9,3 años.

En la Ilustración 15 se presenta de manera porcentual el consumo de energía de la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda incluyendo la utilización de los pre-enfriadores, colectores solares y el sistema fotovoltaico.

En la Ilustración 16 y en la Tabla 22 se presenta el consumo de energía por hora de la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda, donde se puede observar un horario fijo para realizar el primer y segundo ordeño, el pre-enfriamiento de la leche en los pre-enfriadores, el enfriamiento de la leche en los tanques, el uso del laboratorio, el aseo general y por último un horario fijo de despacho de la leche a las diferentes empresas de lácteos.

Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda Centro de Acopio de leche ASOCHARQUIRA Municipio de Carmen de Carupa	
Localización geográfica	(5°20.9'N, 73°54.1'W)
Vereda	Charquira
Número de familias asociadas	40
Capacidad instalada en los tanques	4.820 L – 8,3 kW
Energía [kWh/día]	63
Potencia promedio [kW]	2,62
Potencia pico [kW]	11,05

Tabla 21. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOCHARQUIRA de Carmen de Carupa

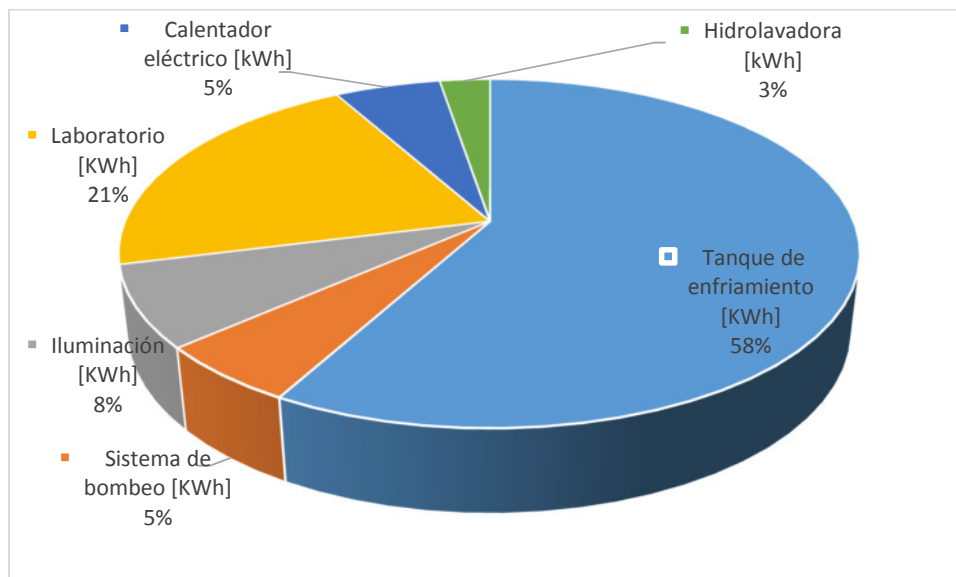


Ilustración 15. Consumo de energía con COLECTORES SOLARES, PRE-ENFRIADOR y SISTEMA FOTOVOLTAICO - ASOCHARQUIRA

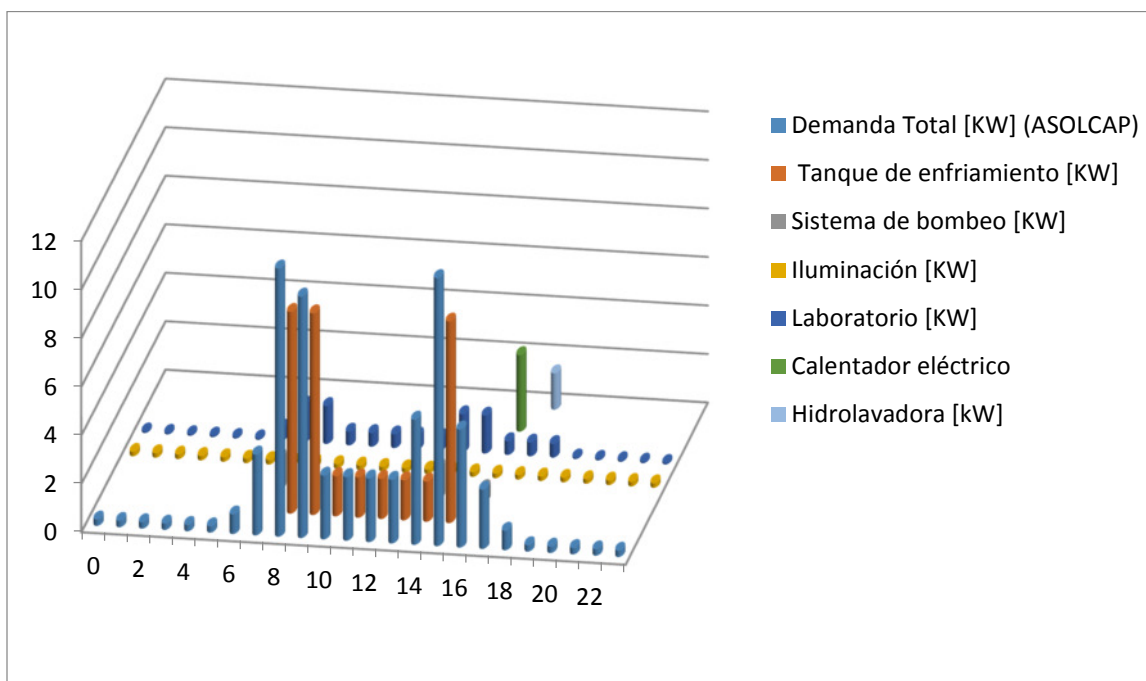


Ilustración 16. Energía consumida por hora para la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOCHARQUIRA de Carmen de Carupa

Hora del día	Demanda Total [KW] (ASOLCAP)	Tanque de enfriamiento [KW]	Sistema de bombeo [KW]	Iluminación [KW]	Laboratorio [KW]	Calentador eléctrico	Hidrolavadora [kW]
0	0,264			0,18	0,06		
1	0,264			0,18	0,06		
2	0,264			0,18	0,06		
3	0,264			0,18	0,06		
4	0,264			0,18	0,06		
5	0,264			0,18	0,06		
6	0,814			0,18	0,56		
7	3,344		1,3	0,18	1,56		
8	11,05995	8,3145		0,18	1,56		
9	9,95995	8,3145		0,18	0,56		
10	2,64319	1,6629		0,18	0,56		
11	2,64319	1,6629		0,18	0,56		
12	2,64319	1,6629		0,18	0,56		
13	2,64319	1,6629		0,18	0,56		
14	5,17319	1,6629	1,3	0,18	1,56		
15	11,05995	8,3145		0,18	1,56		
16	4,884		0,55	0,18	0,56	3,15	
17	2,464			0,18	0,56		1,5
18	0,814			0,18	0,56		
19	0,264			0,18	0,06		
20	0,264			0,18	0,06		
21	0,264			0,18	0,06		
22	0,264			0,18	0,06		
23	0,264			0,18	0,06		

Tabla 22. Energía consumida por hora incluyendo el PRE-ENFRIADOR y los COLECTORES SOLARES - ASOCHARQUIRA

Municipio de Gachetá – ASOGANYO

A continuación se muestra la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOGANYO del municipio de Gachetá, incluye la incorporación de tecnologías térmicas eficientes (colectores solares y pre-enfriadores) y el sistema fotovoltaico. En la Tabla 23 se observa que al implementar estos sistemas se redujo el consumo por día de energía eléctrica de 51,5 kWh a 27,8 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica total del 46,01 %.

Es decir, basado en los resultados de las secciones anteriores, con la implementación de los colectores solares se redujo el consumo de energía eléctrica de 51,5 kWh a 44,8 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 13 %; con la implementación del pre-enfriador se redujo el consumo de energía eléctrica de 44,8 kWh a 36,7 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 15,72 % y con la implementación del sistema fotovoltaico se redujo el consumo de energía eléctrica de 36,7 kWh a 27,8 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 17,28 %.

Adicionalmente, al implementar los tres sistemas se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 11,3 COP a 6,1 COP. Es decir, con la implementación de los

colectores solares se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 11,3 COP a 9,83 COP; con la implementación del pre-enfriador se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 9,83 COP a 8,05 COP y con la implementación del sistema fotovoltaico se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 8,05 COP a 6,1 COP.

Por último, al implementar estos sistemas se obtuvo un ahorro de dinero durante los 25 años de proyecto de 18.6 % de ahorro. Es decir, con la implementación de los colectores solares se obtuvo un ahorro de dinero del 6.91 % de ahorro; con la implementación del pre-enfriador se obtuvo un ahorro de dinero del 5,29 % y con la implementación del sistema fotovoltaico se obtuvo un ahorro de dinero del 6,38 %.

Por otro lado, el payback del proyecto es de 9,4 años.

En la Ilustración 17 se presenta de manera porcentual el consumo de energía de la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda incluyendo la utilización de los pre-enfriadores, colectores solares y el sistema fotovoltaico.

En la Ilustración 18 y en la Tabla 24 se presenta el consumo de energía por hora de la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda, donde se puede observar un horario fijo para realizar el primer y segundo ordeño, el pre-enfriamiento de la leche en los pre-enfriadores, el enfriamiento de la leche en los tanques, el uso del laboratorio, el aseo general y por último un horario fijo de despacho de la leche a las diferentes empresas de lácteos.

Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda Centro de Acopio de leche ASOGANYO Municipio de Gachetá	
Localización geográfica	(4°49.0'N,73°38.2'W)
Vereda	Yonama
Número de familias asociadas	37
Capacidad instalada en los tanques	2.050 L; 3,5 kW
Energía [kWh/día]	34,75
Potencia promedio [kW]	1,44
Potencia pico [kW]	5,7

Tabla 23. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOGANYO de Gachetá

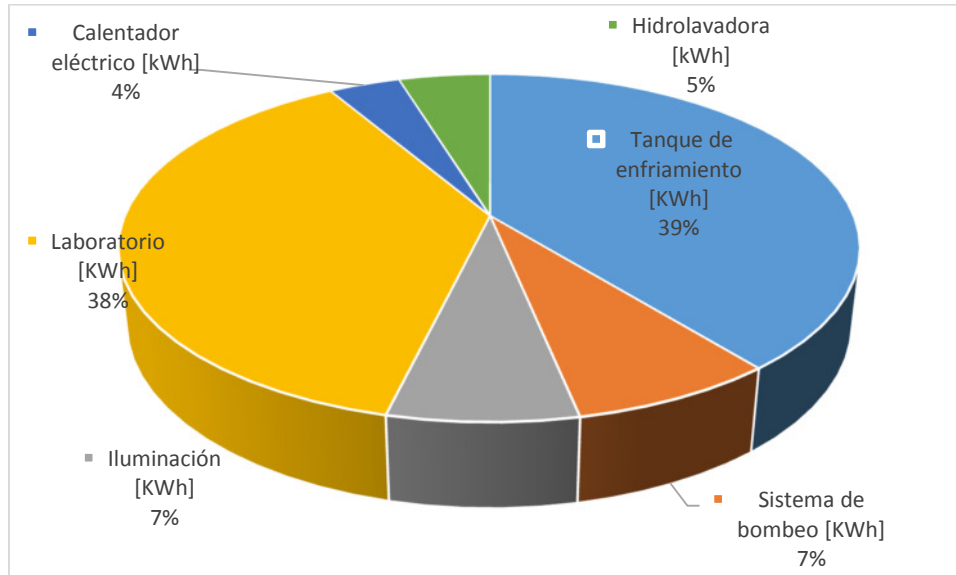


Ilustración 17. Consumo de energía con COLECTORES SOLARES, PRE-ENFRIADOR y SISTEMA FOTOVOLTAICO - ASOGANYO

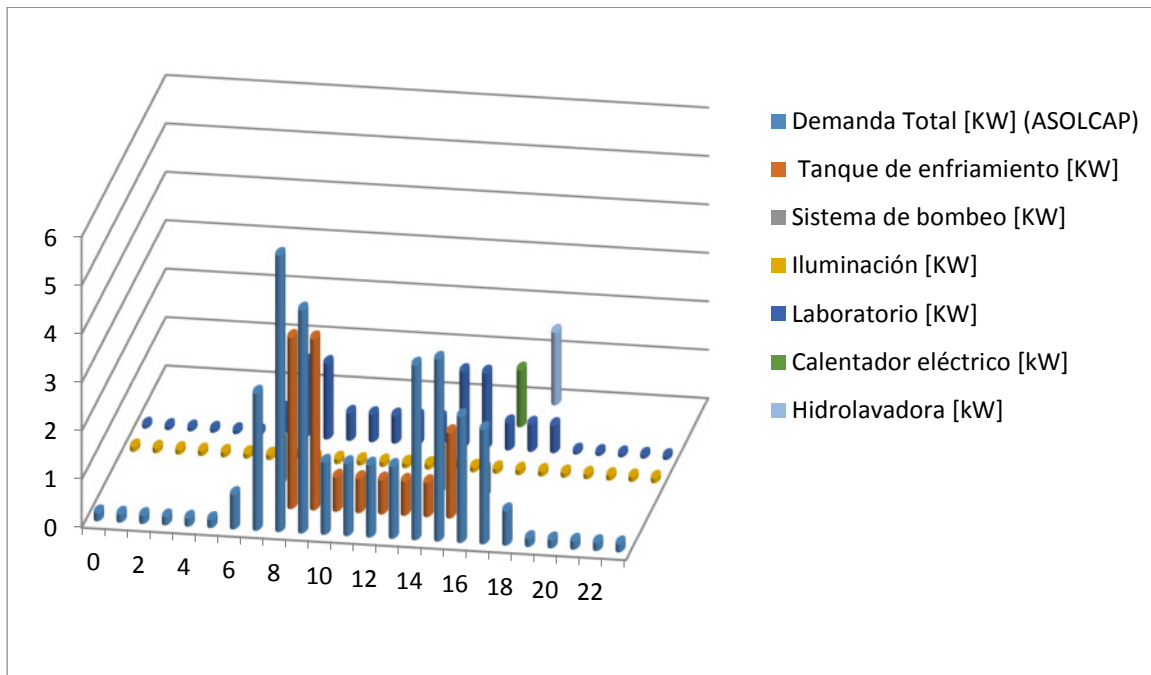


Ilustración 18. Energía consumida por hora para la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOGANYO de Gachetá

Hora del día	Demanda Total [KW] (ASOLCAP)	Tanque de enfriamiento [KW]	Sistema de bombeo [KW]	Iluminación [KW]	Laboratorio [KW]	Calentador eléctrico [kW]	Hidrolavadora [kW]
0	0,1672			0,092	0,06		
1	0,1672			0,092	0,06		
2	0,1672			0,092	0,06		
3	0,1672			0,092	0,06		
4	0,1672			0,092	0,06		
5	0,1672			0,092	0,06		
6	0,7172			0,092	0,56		
7	2,8347		0,925	0,092	1,56		
8	5,707075	3,53625		0,092	1,56		
9	4,607075	3,53625		0,092	0,56		
10	1,495175	0,70725		0,092	0,56		
11	1,495175	0,70725		0,092	0,56		
12	1,495175	0,70725		0,092	0,56		
13	1,495175	0,70725		0,092	0,56		
14	3,612675	0,70725	0,925	0,092	1,56		
15	3,7621375	1,768125		0,092	1,56		
16	2,6092		0,55	0,092	0,56	1,17	
17	2,3672			0,092	0,56		1,5
18	0,7172			0,092	0,56		
19	0,1672			0,092	0,06		
20	0,1672			0,092	0,06		
21	0,1672			0,092	0,06		
22	0,1672			0,092	0,06		
23	0,1672			0,092	0,06		

Tabla 24. Energía consumida por hora incluyendo el PRE-ENFRIADOR y los COLECTORES SOLARES – ASOGANYO

Municipio de Guachetá – ASOPROLEG

A continuación se muestra la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOPROLEG del municipio de Guachetá, incluye la incorporación de tecnologías térmicas eficientes (colectores solares y pre-enfriadores) y el sistema fotovoltaico. En la Tabla 25 se observa que al implementar estos sistemas se redujo el consumo por día de energía eléctrica de 60 kWh a 29,9 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica total del 50,16 %.

Es decir, basado en los resultados de las secciones anteriores, con la implementación de los colectores solares se redujo el consumo de energía eléctrica de 60 kWh a 52,2 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 13 %; con la implementación del pre-enfriador se redujo el consumo de energía eléctrica de 52,2 kWh a 42,6 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 16 % y con la implementación del sistema fotovoltaico se redujo el consumo de energía eléctrica de 42,6 kWh a 29,9 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 21,16 %.

Adicionalmente, al implementar los tres sistemas se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 10,25 COP a 5,11 COP. Es decir, con la implementación de los colectores solares se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 10,25 COP

a 8,92 COP; con la implementación del pre-enfriador se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 8,92 COP a 7,28 COP y con la implementación del sistema fotovoltaico se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 7,28 COP a 5,11 COP.

Por último, al implementar estos sistemas se obtuvo un ahorro de dinero durante los 25 años de proyecto de 21% % de ahorro. Es decir, con la implementación de los colectores solares se obtuvo un ahorro de dinero del 7,76 % de ahorro; con la implementación del pre-enfriador se obtuvo un ahorro de dinero del 3,73 % y con la implementación del sistema fotovoltaico se obtuvo un ahorro de dinero del 9,49 %.

Por otro lado, el payback del proyecto es de 10,9 años.

En la Ilustración 19 se presenta de manera porcentual el consumo de energía de la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda incluyendo la utilización de los pre-enfriadores, colectores solares y el sistema fotovoltaico.

En la Ilustración 20 y en la Tabla 26 se presenta el consumo de energía por hora de la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda, donde se puede observar un horario fijo para realizar el primer y segundo ordeño, el pre-enfriamiento de la leche en los pre-enfriadores, el enfriamiento de la leche en los tanques, el uso del laboratorio, el aseo general y por último un horario fijo de despacho de la leche a las diferentes empresas de lácteos.

Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda Centro de Acopio de leche ASOPROLEG Municipio de Guachetá	
Localización geográfica	(5°23.0'N, 73°41.2'W)
Vereda	La puntica
Número de familias asociadas	35
Capacidad instalada en los tanques	2.632 L; 4,5 kW
Energía [kWh/día]	42,57
Potencia promedio [kW]	1,77
Potencia pico [kW]	6,28

Tabla 25. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOPROLEG de Guachetá

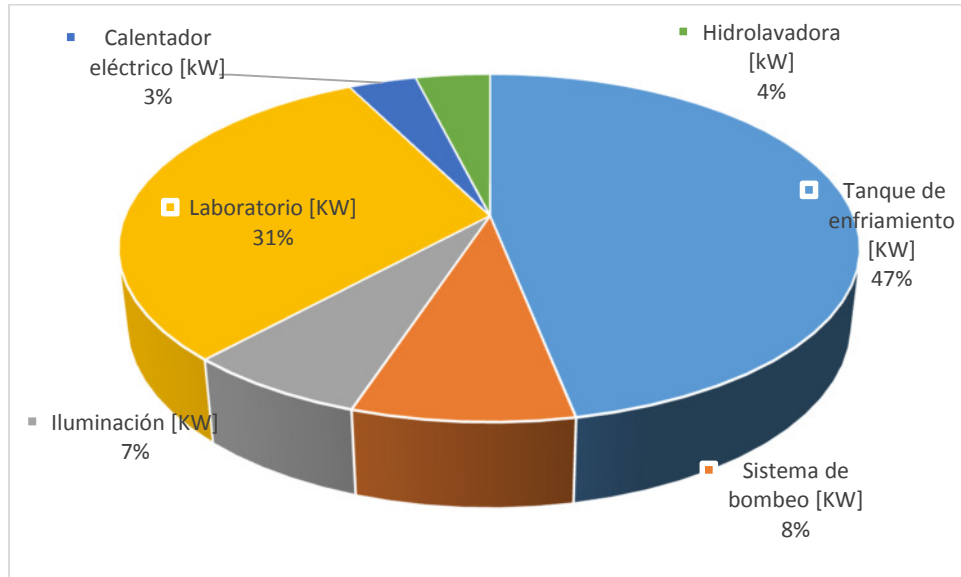


Ilustración 19. . Consumo de energía con COLECTORES SOLARES, PRE-ENFRIADOR y SISTEMA FOTOVOLTAICO – ASOPROLEG

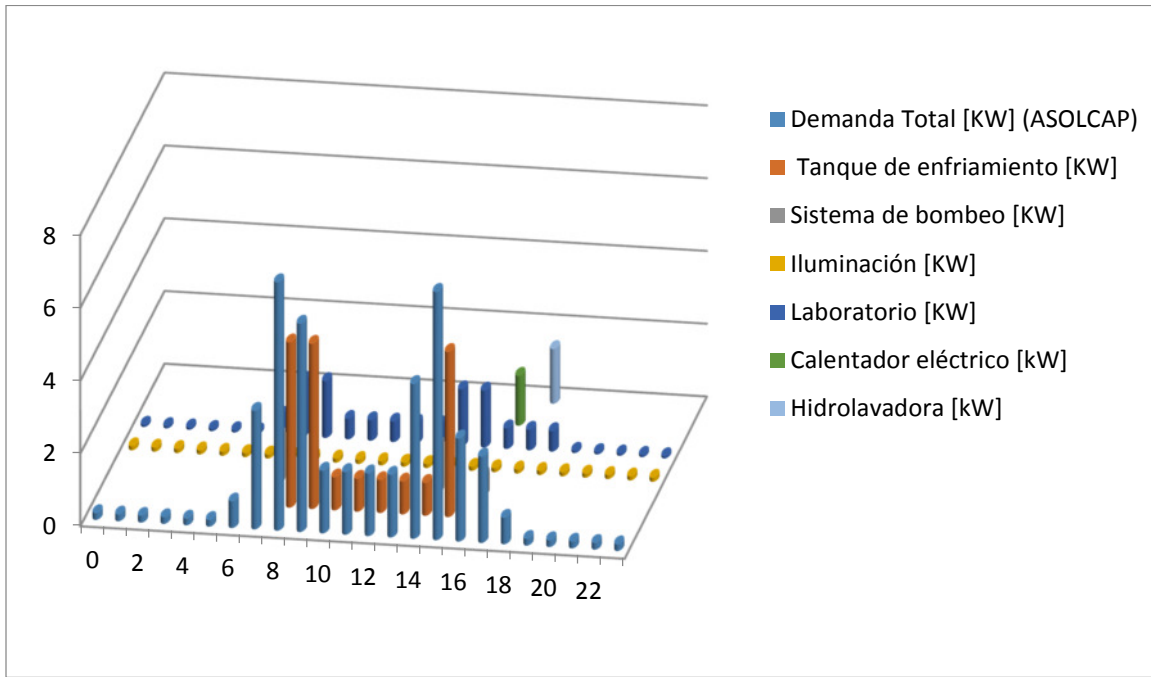


Ilustración 20. Energía consumida por hora para la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio ASOPROLEG de Guachetá

Hora del día	Demanda Total [KW] (ASOLCAP)	Tanque de enfriamiento [KW]	Sistema de bombeo [KW]	Iluminación [KW]	Laboratorio [KW]	Calentador eléctrico [kW]	Hidrolavadora [kW]
0	0,1848			0,108	0,06		
1	0,1848			0,108	0,06		
2	0,1848			0,108	0,06		
3	0,1848			0,108	0,06		
4	0,1848			0,108	0,06		
5	0,1848			0,108	0,06		
6	0,7348			0,108	0,56		
7	3,2648		1,3	0,108	1,56		
8	6,82902	4,5402		0,108	1,56		
9	5,72902	4,5402		0,108	0,56		
10	1,733644	0,90804		0,108	0,56		
11	1,733644	0,90804		0,108	0,56		
12	1,733644	0,90804		0,108	0,56		
13	1,733644	0,90804		0,108	0,56		
14	4,263644	0,90804	1,3	0,108	1,56		
15	6,82902	4,5402		0,108	1,56		
16	2,8413		0,55	0,108	0,56	1,365	
17	2,3848			0,108	0,56		1,5
18	0,7348			0,108	0,56		
19	0,1848			0,108	0,06		
20	0,1848			0,108	0,06		
21	0,1848			0,108	0,06		
22	0,1848			0,108	0,06		
23	0,1848			0,108	0,06		

Tabla 26. Energía consumida por hora incluyendo el PRE-ENFRIADOR y los COLECTORES SOLARES – ASOPROLEG

Municipio de Susa – APAMAP

A continuación se muestra la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio APAMAP del municipio de Susa, incluye la incorporación de tecnologías térmicas eficientes (colectores solares y pre-enfriadores) y el sistema fotovoltaico. En la Tabla 27 se observa que al implementar estos sistemas se redujo el consumo por día de energía eléctrica de 76,3 kWh a 36,7 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica total del 51,9 %.

Es decir, basado en los resultados de las secciones anteriores, con la implementación de los colectores solares se redujo el consumo de energía eléctrica de 76,3 kWh a 63,3 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 17,03 %; con la implementación del pre-enfriador se redujo el consumo de energía eléctrica de 63,3 kWh a 52 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 14,8 % y con la implementación del sistema fotovoltaico se redujo el consumo de energía eléctrica de 52 kWh a 36,7 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 20,06 %.

Adicionalmente, al implementar los tres sistemas se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 9,53 COP a 4,58 COP. Es decir, con la implementación de los colectores solares se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 9,53 COP

a 7,91 COP; con la implementación del pre-enfriador se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 7,91 COP a 6,5 COP y con la implementación del sistema fotovoltaico se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 6,5 COP a 4,58 COP.

Por último, al implementar estos sistemas se obtuvo un ahorro de dinero durante los 25 años de proyecto de 23 % de ahorro. Es decir, con la implementación de los colectores solares se obtuvo un ahorro de dinero del 11,16 % de ahorro; con la implementación del pre-enfriador se obtuvo un ahorro de dinero del 2,72 % y con la implementación del sistema fotovoltaico se obtuvo un ahorro de dinero del 9,05 %.

Por otro lado, el payback del proyecto es de 9,7 años.

En la Ilustración 21 se presenta de manera porcentual el consumo de energía de la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda incluyendo la utilización de los pre-enfriadores, colectores solares y el sistema fotovoltaico.

En la Ilustración 22 y en la Tabla 28 se presenta el consumo de energía por hora de la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda, donde se puede observar un horario fijo para realizar el primer y segundo ordeño, el pre-enfriamiento de la leche en los pre-enfriadores, el enfriamiento de la leche en los tanques, el uso del laboratorio, el aseo general y por último un horario fijo de despacho de la leche a las diferentes empresas de lácteos.

Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda Centro de Acopio de leche APAMAP Municipio de Susa	
Localización geográfica	(5°27.3'N, 73°48.9'W)
Vereda	Materredonda
Número de familias asociadas	53
Capacidad instalada en los tanques	3.600 L; 6,2 kW
Energía [kWh/día]	52
Potencia promedio [kW]	2,2
Potencia pico [kW]	8,7

Tabla 27. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio APAMAP de Susa

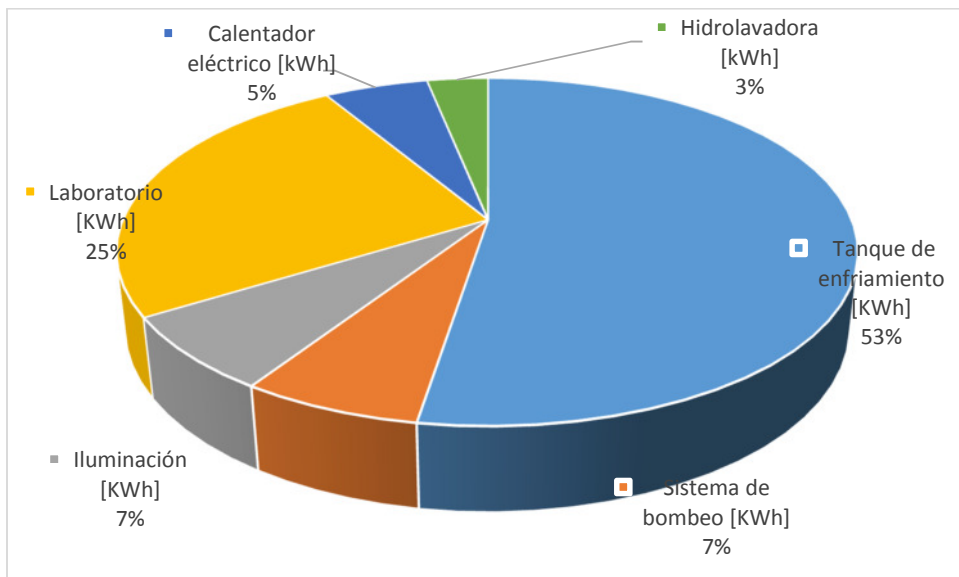


Ilustración 21. Consumo de energía con COLECTORES SOLARES, PRE-ENFRIADOR y SISTEMA FOTOVOLTAICO – APAMAP

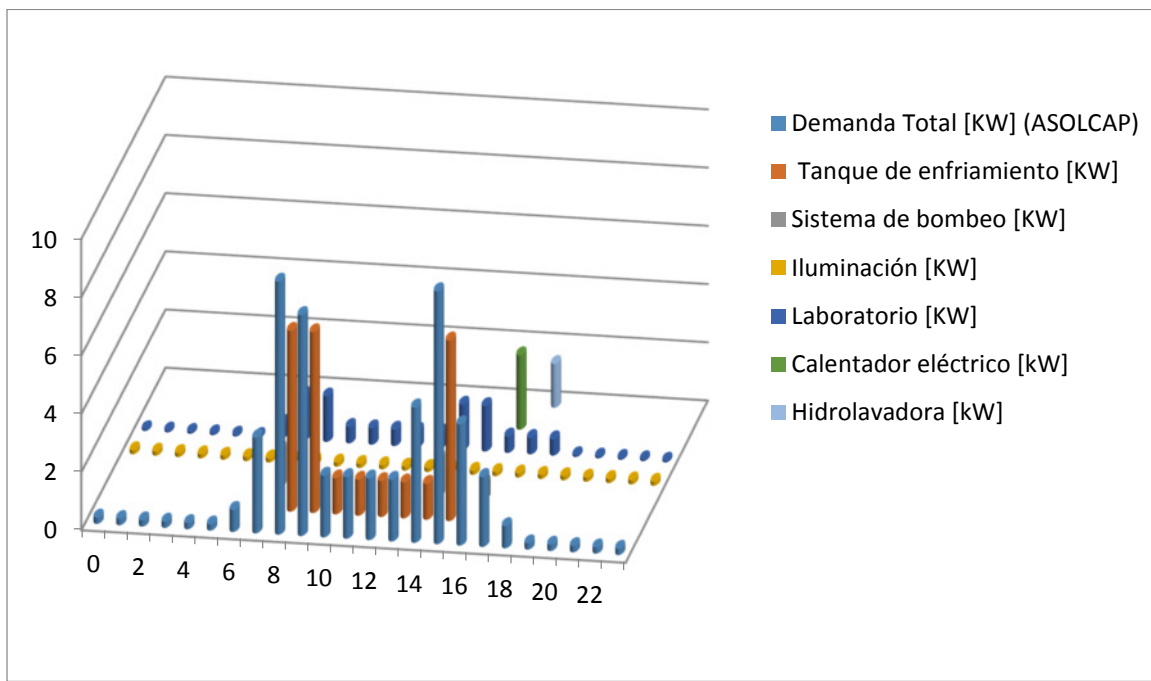


Ilustración 22. Energía consumida por hora para la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio APAMAP de Susa

Hora del día	Demanda Total [KW] (ASOLCAP)	Tanque de enfriamiento [KW]	Sistema de bombeo [KW]	Iluminación [KW]	Laboratorio [KW]	Calentador eléctrico [kW]	Hidrolavadora [kW]
0	0,2167			0,137	0,06		
1	0,2167			0,137	0,06		
2	0,2167			0,137	0,06		
3	0,2167			0,137	0,06		
4	0,2167			0,137	0,06		
5	0,2167			0,137	0,06		
6	0,7667			0,137	0,56		
7	3,2967		1,3	0,137	1,56		
8	8,6977	6,21		0,137	1,56		
9	7,5977	6,21		0,137	0,56		
10	2,1329	1,242		0,137	0,56		
11	2,1329	1,242		0,137	0,56		
12	2,1329	1,242		0,137	0,56		
13	2,1329	1,242		0,137	0,56		
14	4,6629	1,242	1,3	0,137	1,56		
15	8,6977	6,21		0,137	1,56		
16	4,1767		0,55	0,137	0,56	2,55	
17	2,4167			0,137	0,56		1,5
18	0,7667			0,137	0,56		
19	0,2167			0,137	0,06		
20	0,2167			0,137	0,06		
21	0,2167			0,137	0,06		
22	0,2167			0,137	0,06		
23	0,2167			0,137	0,06		

Tabla 28. Energía consumida por hora incluyendo el PRE-ENFRIADOR y los COLECTORES SOLARES – APAMAP

Municipio de Ubaté – AGROESP

A continuación se muestra la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio AGROESP del municipio de Ubaté, incluye la incorporación de tecnologías térmicas eficientes (colectores solares y pre-enfriadores) y el sistema fotovoltaico. En la Tabla 29 se observa que al implementar estos sistemas se redujo el consumo por día de energía eléctrica de 42,3 kWh a 24,1 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica total del 43,02 %.

Es decir, basado en los resultados de las secciones anteriores, con la implementación de los colectores solares se redujo el consumo de energía eléctrica de 42,3 kWh a 36,8 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 13 %; con la implementación del pre-enfriador se redujo el consumo de energía eléctrica de 36,8 kWh a 32,1 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 11,11 % y con la implementación del sistema fotovoltaico se redujo el consumo de energía eléctrica de 32,1 kWh a 24,1 kWh que corresponde a un ahorro de energía eléctrica del 18,91 %.

Adicionalmente, al implementar los tres sistemas se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 12,28 COP a 7 COP. Es decir, con la implementación de los colectores solares se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 12,28 COP a 10,68 COP; con la implementación del pre-enfriador se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 10,68 COP a 9,31 COP y con la implementación

del sistema fotovoltaico se redujo el costo de enfriamiento por litro de leche de 9,31 COP a 7 COP.

Por último, al implementar estos sistemas se obtuvo un ahorro de dinero durante los 25 años de proyecto de 14,3 % de ahorro. Es decir, con la implementación de los colectores solares se obtuvo un ahorro de dinero del 5,19 % de ahorro; con la implementación del pre-enfriador se obtuvo un ahorro de dinero del 0,12 % y con la implementación del sistema fotovoltaico se obtuvo un ahorro de dinero del 8,97 %.

Por otro lado, el payback del proyecto es de 8,3 años.

En la Ilustración 23 se presenta de manera porcentual el consumo de energía de la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda incluyendo la utilización de los pre-enfriadores, colectores solares y el sistema fotovoltaico.

En la Ilustración 24 y en la Tabla 30 se presenta el consumo de energía por hora de la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda, donde se puede observar un horario fijo para realizar el primer y segundo ordeño, el pre-enfriamiento de la leche en los pre-enfriadores, el enfriamiento de la leche en los tanques, el uso del laboratorio, el aseo general y por último un horario fijo de despacho de la leche a las diferentes empresas de lácteos.

Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda Centro de Acopio de leche AGROESP Municipio de Ubaté	
Localización geográfica	(5°18.7'N,73°49.1'W)
Vereda	Volcán 2
Número de familias asociadas	18
Capacidad instalada en los tanques	1.550 – 2,7 kW
Energía [kWh/día]	30,6
Potencia promedio [kW]	1,3
Potencia pico [kW]	4,7

Tabla 29. Propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio AGROESP de Ubaté

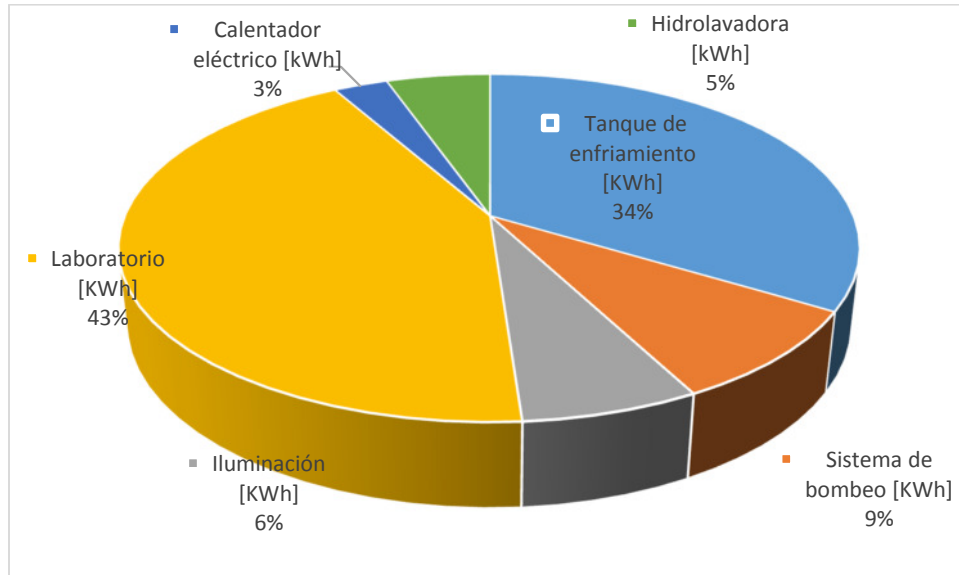


Ilustración 23. Consumo de energía con COLECTORES SOLARES, PRE-ENFRIADOR y SISTEMA FOTOVOLTAICO –AGROESP

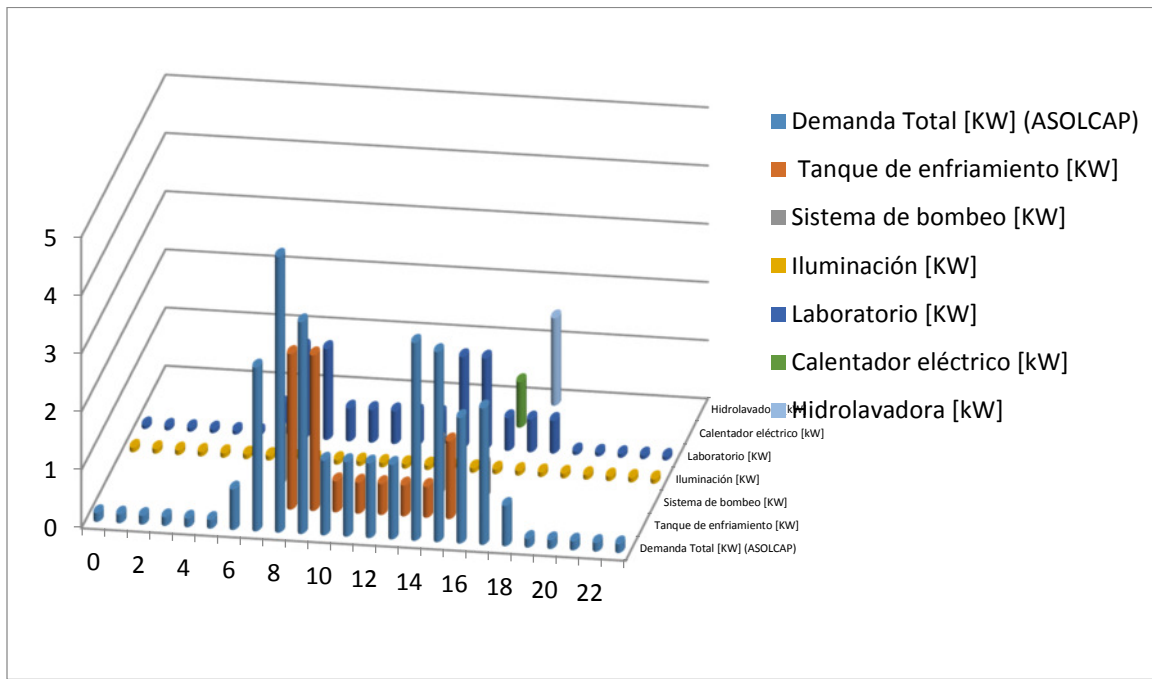


Ilustración 24. Energía consumida por hora para la propuesta definitiva de la respuesta de la demanda para el centro de acopio AGROESP de Ubaté

Hora del día	Demanda Total [KW] (ASOLCAP)	Tanque de enfriamiento [KW]	Sistema de bombeo [KW]	Iluminación [KW]	Laboratorio [KW]	Calentador eléctrico [kW]	Hidrolavadora [kW]
0	0,1496			0,076	0,06		
1	0,1496			0,076	0,06		
2	0,1496			0,076	0,06		
3	0,1496			0,076	0,06		
4	0,1496			0,076	0,06		
5	0,1496			0,076	0,06		
6	0,6996			0,076	0,56		
7	2,8171		0,925	0,076	1,56		
8	4,740725	2,67375		0,076	1,56		
9	3,640725	2,67375		0,076	0,56		
10	1,287825	0,53475		0,076	0,56		
11	1,287825	0,53475		0,076	0,56		
12	1,287825	0,53475		0,076	0,56		
13	1,287825	0,53475		0,076	0,56		
14	3,405325	0,53475	0,925	0,076	1,56		
15	3,2701625	1,336875		0,076	1,56		
16	2,1626		0,55	0,076	0,56	0,78	
17	2,3496			0,076	0,56		1,5
18	0,6996			0,076	0,56		
19	0,1496			0,076	0,06		
20	0,1496			0,076	0,06		
21	0,1496			0,076	0,06		
22	0,1496			0,076	0,06		
23	0,1496			0,076	0,06		

Tabla 30. Energía consumida por hora incluyendo el PRE-ENFRIADOR y los COLECTORES SOLARES – AGROESP

9. Resultados y Beneficios esperados del proyecto

MUNICIPIO (ASOCIACION)	RESPUESTA DE LA DEMANDA	SISTEMA IMPLEMENTADO	ENERGIA CONSUMIDA EN EL CENTRO DE ACOPIO	BENEFICIOS ESPERADOS			PAYBACK
				AHORRO			
				ENERGIA % MWh	DINERO % COP	COSTO POR LITRO DE LECHE	
Caparrapi (ASOLCAP)	Primera propuesta	Ninguno	99.7 kWh/día	No aplica	No aplica	\$ 8.97 COP/ litro	No aplica
	Segunda propuesta	Colector solar	84.7 kWh/día	15.04 % 136.875 kWh	9.31 % \$149'948.541 COP	\$ 7.62 COP/ litro	4.3 años
		Pre-enfriador	65.6 kWh/día	19.15 % 174.287 kWh	9.9 % \$ 159'514.044 COP	\$ 5.9 COP/ litro	7.4 años
		Fotovoltaico	47.5 kWh/día	18.15 % 165.162 kWh	8.31 % \$ 133'947.577 COP	\$ 4.27 COP/ litro	9.5 años
	RESULTADOS ESPERADOS		47.5 kWh/día	52.35 % 476.3 MWh	27.52 % \$443'410.162COP	\$ 4.27 COP/litro	9.5 años
Carmen de Carupa (ASOCHARQUIRA)	Primera propuesta	Ninguno	97.5 kWh/día	No aplica	No aplica	\$ 9.1 COP/ litro	No aplica
	Segunda propuesta	Colector solar	82.9 kWh/día	15 % 133.225 kWh	9.11 % \$ 143'520.956 COP	\$ 7.73 COP/ litro	4.23 años
		Pre-enfriador	63 kWh/día	20.41 % 181.587 kWh	10.95 % 172'435.963 COP	\$ 5.88 COP/ litro	7.3 años
		Fotovoltaico	44.9 kWh/día	18.56 % 165.162 kWh	8.54 % 134'568.048 COP	\$ 4.19 COP/ litro	9.3 años
	RESULTADOS ESPERADOS		44.9 kWh/día	53.94 % 479.9 MWh	28.6 % \$450'524.967COP	\$4.19 COP/ litro	9.3 años
Gachetá (ASOGANYO)	Primera propuesta	Ninguno	51.5 kWh/día	No aplica	No aplica	\$ 11.3 COP/ litro	No aplica
	Segunda propuesta	Colector solar	44.8 kWh/día	13 % 61.137 kWh	6.91 % \$ 57'482.562 COP	\$ 9.83 COP/ litro	4.07 años
		Pre-enfriador	36.7 kWh/día	15.72 % 73.912 kWh	5.29 % \$ 44'082.569 COP	\$ 8.05 COP/ litro	8.8 años
		Fotovoltaico	27.8 kWh/día	17.28 % 81.212 kWh	6.38 % \$ 53'114.149 COP	\$ 6.1 COP/ litro	9.4 años
	RESULTADOS ESPERADOS		27.8 kWh/día	46.01 % 216.2 MWh	18.6 % \$154'679.280COP	\$6.1 COP/ litro	9.4 años
Guachetá (ASOPROLEG)	Primera propuesta	Ninguno	60 kWh/día	No aplica	No aplica	\$10.25COP/ litro	No aplica
	Segunda propuesta	Colector solar	52.2 kWh/día	13 % 71.175 kWh	7.76 % \$ 75'251.417 COP	\$ 8.92 COP/ litro	4.7 años
		Pre-enfriador	42.6 kWh/día	16 % 87.600 kWh	3.73 % \$ 36'184.512 COP	\$ 7.28 COP/ litro	9.9 años
		Fotovoltaico	29.9 kWh/día	21.16 % 115.888 kWh	9.49 % \$ 91'978.288 COP	\$ 5.11 COP/ litro	10.9 años
	RESULTADOS ESPERADOS		29.9 kWh/día	50.16 % 274.6 MWh	21 % \$203'414.217COP	\$5.11 COP/ litro	10.9 años
Susa (APAMAP)	Primera propuesta	Ninguno	76.3 kWh/día	No aplica	No aplica	\$ 9.53 COP/ litro	No aplica
	Segunda propuesta	Colector solar	63.3 kWh/día	17.03 % 118.625 kWh	11.16 % \$ 137'607.998 COP	\$ 7.91 COP/ litro	4.2 años
		Pre-enfriador	52 kWh/día	14.08 % 103.112 kWh	2.72 % \$ 33'516.709 COP	\$ 6.5 COP/ litro	9.7 años
		Fotovoltaico	36.7 kWh/día	20.05 % 139.612 kWh	9.05 % \$ 111'568.863 COP	\$ 4.58 COP/ litro	8.9 años
	RESULTADOS ESPERADOS		36.7 kWh/día	51.9 % 361.3 MWh	23 % \$282'963.570COP	\$4.58 COP/ litro	9.7 años
Ubaté (AGROESP)	Primera propuesta	Ninguno	42.3 kWh/día	No aplica	No aplica	\$12.28COP/ litro	No aplica
	Segunda propuesta	Colector solar	36.8 kWh/día	13 % 50.188 kWh	5.19 % \$ 35'470.973 COP	\$10.68COP/ litro	4.3 años
		Pre-enfriador	32.1 kWh/día	11.11 % 42.887 kWh	0.12 % \$ 830.907 COP	\$ 9.31 COP/ litro	8.5 años
		Fotovoltaico	24.1 kWh/día	18.91 % 73.000 kWh	8.97 % \$ 61'316.453 COP	\$ 7 COP/ litro	8.3 años
	RESULTADOS ESPERADOS		24.1 kWh/día	43.02 % 166 MWh	14.3 % \$97'618.333 COP	\$ 7 COP/ litro	8.3 años

10. Inversión inicial del proyecto

MUNICIPIO (ASOCIACION)	SISTEMA A IMPLEMENTAR		COSTO DEL SISTEMA (incluye transporte e instalación)	COSTOS ADICIONALES		
				A (10%)	I (5%)	U (10%)
Caparrapí (ASOLCAP)	Térmico agua	Colectores solares	\$ 27'79.7754 COP	\$ 12'497.723 COP	\$ 6'248.861 COP	\$ 12'497.723 COP
		Calentadores eléctricos	\$ 3'360.000 COP			
	Pre-enfriadores		\$ 22'426.620 COP			
	Fotovoltaico		\$ 71'392.860 COP			
	INVERSION INICIAL TOTAL		\$ 156' 221.543 COP			
Carmen de Carupa (ASOCHARQUIRA)	Térmico agua	Colectores solares	\$ 27'79.7754 COP	\$ 12'497.723 COP	\$ 6'248.861 COP	\$ 12'497.723 COP
		Calentadores eléctricos	\$ 3'360.000 COP			
	Pre-enfriadores		\$ 22'426.620 COP			
	Fotovoltaico		\$ 71'392.860 COP			
	INVERSION INICIAL TOTAL		\$ 156'221.543 COP			
Gachetá (ASOGANYO)	Térmico agua	Colectores solares	\$ 13'890.118 COP	\$ 7'157.284 COP	\$ 3'578.642 COP	\$ 7'157.284 COP
		Calentadores eléctricos	\$ 2'079.000 COP			
	Pre-enfriadores		\$ 14'807.811 COP			
	Fotovoltaico		\$ 40'795.920 COP			
	INVERSION INICIAL TOTAL		\$ 89'466.061 COP			
Guachetá (ASOPROLEG)	Térmico agua	Colectores solares	\$ 13'890.118 COP	\$ 8'563.374 COP	\$ 4'281.687 COP	\$ 8'563.374 COP
		Calentadores eléctricos	\$ 2'079.000 COP			
	Pre-enfriadores		\$ 1'866.9723 COP			
	Fotovoltaico		\$ 50'994.900 COP			
	INVERSION INICIAL TOTAL		\$ 107'042.176 COP			
Susa (APAMAP)	Térmico agua	Colectores solares	\$ 19'338.679 COP	\$ 10'600.418 COP	\$ 5'300.208 COP	\$ 10'600.418 COP
		Calentadores eléctricos	\$ 3'045.000 COP			
	Pre-enfriadores		\$ 22'426.620 COP			
	Fotovoltaico		\$ 61'193.880 COP			
	INVERSION INICIAL TOTAL		\$ 132'505.224 COP			
Ubaté (AGROESP)	Térmico agua	Colectores solares	\$ 13'890.118 COP	\$ 5'754.489 COP	\$ 2'877.443 COP	\$ 5'754.489 COP
		Calentadores eléctricos	\$ 1'785.000 COP			
	Pre-enfriadores		\$ 11'276.817 COP			
	Fotovoltaico		\$ 30'596.940 COP			
	INVERSION INICIAL TOTAL		\$ 71'936.094 COP			
INVERSION INICIAL TOTAL PARA LOS SEIS CENTROS DE ACOPIO DE LECHE \$ 713'392.643 COP						

11. Fuentes de financiación

Este proyecto será presentado para ser financiado por el Sistema General de Regalías del departamento de Cundinamarca.

12. Aspectos institucionales y legales

Este proyecto que está en la etapa de pre-factibilidad fue realizado por el Plan de Energización Rural Sostenible de Cundinamarca PERS CUNDINAMARCA, que es un convenio interadministrativo suscrito entre entidades del estado: Unidad de Planeación Minero Energética –**UPME**, El Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas –**IPSE** y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas-**UD**, en acuerdo con la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural del Departamento de Cundinamarca y las seis asociaciones ASOLCAP, ASOCHARQUIRA, ASOGANYO, ASOPROLEG, APAMAP, AGROESP que conforman los seis centros de acopio de leche, que están integrados por 218 familias y aproximadamente 1.090 personas, los cuales decidieron evaluar la posibilidad técnica y económica de incorporar tecnologías que utilicen fuentes no convencionales de energía de carácter renovable y una tecnología térmica eficiente (pre-enfriadores) en los centros de acopio y que pretende inicialmente ser financiado por el Sistema General de Regalías del departamento de Cundinamarca y además obtener los beneficios tributarios (declaración de renta, tributario IVA, arancelario, contable depreciación acelerada de activos) otorgados por el gobierno en el marco de la Ley 1.715 y que a futuro se propone ser sostenible económicamente a través del ahorro programado de las asociaciones que conforman los centros de acopio.