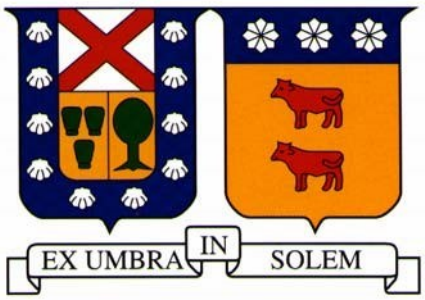
UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
VALPARAÍSO - CHILE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA




# "MEJORA DE PROCESOS PARA PYME FAMILIAR DE DESHIDRATADO DE ALIMENTOS CON MIRAS A SU REGULARIZACIÓN Y DESARROLLO"

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL MECÁNICO

FRANCISCO GREGORIO VILLASECA ROJAS

PROFESOR GUÍA : MG. ING. JAIME ESPINOZA S.

PROFESOR CORREFERENTE : ING. RAFAEL MENA Y.

Octubre 2026

# CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

**1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO**

**Tipo de monografía (marcar una opción):** **[x]** Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

**Título del trabajo:** MEJORA DE PROCESOS PARA PYME FAMILIAR DE DESHIDRATADO DE ALIMENTOS CON MIRAS A SU REGULARIZACIÓN Y DESARROLLO

**Nombre del candidato:** Francisco Gregorio Villaseca Rojas

**Carrera / Grado:** Ingeniería Civil Mecánica

**Campus:** Casa Central **Departamento:** Ingeniería Mecánica

**2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS**

Yo, **Jaime Espinoza Silva**, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

**3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)**

[x] El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por **(marcar una opción)**:

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

**Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):**

_____

_____

_____

**4.- FIRMAS**

**Profesor guía o director de memoria o tesis:**

**Fecha:** 30 de octubre 2026_____ **Firma:** _____

**Estudiante o Candidato:**

**Fecha:** 30 de octubre 2026_____ **Firma:** _____

*Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.*

*Dedicado a mis padres,*
*por su infinito amor*
*y su infinita paciencia.*

# Agradecimientos

Quisiera agradecer, de todo corazón, sincero y feliz, a todos quienes me han acompañado y apoyado en esta etapa que ha sido mi vida universitaria, mis estudios y el viaje de obtener una profesión tan bella y fascinante como lo es la ingeniería mecánica. Sobre todo, quiero agradecer a mis padres quienes me han ayudado a salir adelante, no solo con mis estudios, sino que con los momentos personales más difíciles que me han tocado vivir. Mi padre Gregorio Villaseca, que siempre me alentó a seguir adelante a pesar de todo y no rendirme nunca y mi madre Filomena Rojas que siempre me ha entregado todo su amor de madre y entrega absoluta, al igual como lo ha hecho siempre con mis hermanas.

También quiero agradecer al resto de mi familia, a mis hermanas en particular, a las que siempre he admirado y que siempre me han aconsejado e inspirado, también a mis tíos, que siempre me han brindado su apoyo casi como si fuera un hijo suyo y en general a toda mi familia extendida quienes siempre han estado pendientes de mi progreso y alegrado con ello.

Por supuesto, quiero agradecer a mis amigos más cercanos, con quienes he recorrido este camino desde el inicio y me han apoyado sinceramente siempre y sé que lo seguirán haciendo, tal como lo haré yo a ellos, ojalá por el resto de mi vida.

Por último, quiero agradecer a mis compañeros de universidad, profesores y a la institución de la UTFSM en general con los que he compartido y aprendido estos años. Muchos de ellos, como las secretarias de Dirección de Estudios, por ejemplo, siempre han sido muy atentos y amables conmigo y los recordaré con cariño por ello. Destaco en ello también, a mi profesor guía, el profesor Jaime Espinoza, quien ha sido muy amable, paciente y pendiente con el proceso de este trabajo durante toda su ejecución.

A todos, de verdad, mi más profundo agradecimiento.

# RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de titulación surge en el contexto del sector de las pequeñas y medianas empresas (pymes) en Chile, las cuales representan el 80% de las empresas del país pero solo el 13% del volumen de ventas, reflejando una problemática estructural de baja productividad e informalidad. Con el objetivo de aportar a la solución de esta realidad, se estudia y evalúa el caso de "Charqui Villaseca", empresa familiar productora de carne deshidratada de equino ubicada en la comuna de San Esteban, provincia de Los Andes, V Región, Chile.

A partir de un análisis FODA, se determina que la empresa enfrenta dos desafíos críticos que limitan su desarrollo: la falta de regularización sanitaria y la subutilización del recurso solar disponible en la zona por lo que se establecieron dos líneas de trabajo prioritarias para el presente estudio: la regularización sanitaria de las instalaciones y la implementación de mejoras con apoyo de energía solar. De esta forma se plantea un plan de regularización y una propuesta de mejora a las instalaciones de la empresa, con énfasis en el aprovechamiento de la energía solar.

Tras comparar las instalaciones actuales con los requisitos establecidos en el D.S. 977/97 del MINSAL, se identificaron múltiples disconformidades que impiden la obtención de la resolución sanitaria. Para corregir estas deficiencias se propone un conjunto de obras de infraestructura. El costo total presupuestado para estos trabajos se estima en aproximadamente $8.300.000 CLP. La ejecución de estas obras permitirá a la empresa iniciar los trámites ante el Seremi de Salud para la obtención del Certificado de Resolución Sanitaria, condición fundamental para acceder al mercado formal y ampliar significativamente su base de clientes.

Complementariamente a la regularización sanitaria, se proponen tres intervenciones orientadas a reducir los costos operacionales de la fábrica mediante el aprovechamiento del recurso solar disponible en la zona, el cual presenta una irradiación promedio de 6,24 [kWh/m²/día], constituyendo una ventaja competitiva real para la empresa. De esta forma se propone:

- Modificar el invernadero de secado compacto existente incorporando la tecnología de techo solar activo, desarrollada por el Centro de Innovación Energética (CIE) de la USM, que permite precalentar el aire de entrada a ~45 °C mediante una superficie absorbente negra (Instapanel) bajo cubierta de policarbonato alveolar. Se complementa con la reubicación de extractores para mejorar la circulación, aislamiento de la pared trasera y un sistema de control de temperatura con termohigrómetros digitales. Así, se obtiene un costo estimado de ~$750.000 CLP, con un ahorro estimado en 67% en el consumo de gas licuado en temporada de invierno, entregando un payback estimado de 3,5 temporadas (~4 años).

- Se propone la instalación de un sistema fotovoltaico On-Grid de 3 kW, lo que permite autoabastecer el 50% del consumo eléctrico mensual estimado de la planta e inyectar excedentes a la red distribuidora según la Ley 20.571. El gasto eléctrico mensual se reduciría de esta forma desde los ~$90.000 CLP actuales a aproximadamente $7.000 CLP, con un costo estimado de ~$2.825.000 CLP y un ahorro anual estimado de ~$990.000 CLP con un payback de la inversión estimado en 3 años.
- Se propone la instalación de un colector solar térmico compacto con calefón solar a GLP como apoyo, para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria de la fábrica. La herramienta web del Explorador Solar del Ministerio de Energía estima una contribución solar del 65,5%, con un ahorro anual de ~$300.000 CLP en combustible, esto a un costo estimado de ~$2.100.000 CLP y un payback estimado en 6,5 años.

Así, el costo total del proyecto propuesto se estima entre aproximadamente $12.000.000 a $14.000.000 CLP, entre las dos etapas principales. Dado que el proyecto fue diseñado de forma modular, es posible ejecutar las intervenciones de manera secuencial según disponibilidad de financiamiento y se propone un orden de ejecución a modo de plan de trabajo.

Por último, se concluye que con el caso de la empresa "Charqui Villaseca" se demuestra que una intervención de ingeniería estructurada (basada en diagnóstico, propuesta técnica, evaluación económica y plan de acción priorizado) es capaz de transformar significativamente el horizonte de una empresa familiar con recursos acotados y se espera que la metodología aplicada en este trabajo sea potencialmente replicable en otras pymes del sector agroindustrial del país.

# ABSTRACT

This thesis project arises in the context of the small and medium-sized enterprises (SMEs) sector in Chile, which account for 80% of the country's businesses but only 13% of total sales volume, reflecting a structural problem of low productivity and informality. With the aim of contributing to a solution to this reality, the case of "Charqui Villaseca" is studied and evaluated — a family-owned company producing dehydrated equine meat, located in the municipality of San Esteban, province of Los Andes, V Region, Chile.

Based on a SWOT analysis, it was determined that the company faces two critical challenges limiting its development: the lack of sanitary regulatory compliance and the underutilization of the solar resource available in the area. Accordingly, two priority lines of work were established for this study: the sanitary regularization of the facilities and the implementation of improvements supported by solar energy. A regularization plan and a facility improvement proposal are thus presented, with emphasis on solar energy utilization.

After comparing the current facilities against the requirements set forth in Decree No. 977/97 of the Chilean Ministry of Health (MINSAL), multiple non-conformities were identified that prevent obtaining the sanitary resolution. To correct these deficiencies, a set of infrastructure works is proposed. The total budgeted cost for these works is estimated at approximately CLP $8,300,000. The execution of these works will allow the company to initiate the application process before the Chilean Regional Health Authority (Seremi de Salud) to obtain the Sanitary Resolution Certificate — a fundamental requirement for accessing the formal market and significantly expanding its customer base.

In addition to the sanitary regularization, three interventions are proposed aimed at reducing the factory's operational costs by harnessing the solar resource available in the area, which presents an average irradiation of 6.24 [kWh/m²/day], representing a real competitive advantage for the company. The proposals are as follows:

- Modifying the existing compact drying greenhouse by incorporating “active solar roof” technology, developed by the Energy Innovation Center (Centro de Innovación Energética - CIE) of Universidad Técnica Federico Santa María (USM), which allows inlet air to be preheated to approximately 45 °C using a black absorbing surface (Instapanel) beneath an alveolar polycarbonate cover. This is complemented by the relocation of extractors to improve air circulation, insulation of the rear wall, and a temperature control system with digital thermohygrometers. The estimated cost is approximately CLP $750,000, with an estimated savings of 67% in liquefied gas consumption during the winter season, yielding an estimated payback period of 3.5 seasons (~4 years).

- Installation of a 3 kW On-Grid photovoltaic system, enabling the plant to self-supply 50% of its estimated monthly electricity consumption and inject surplus energy into the distribution grid in accordance with Chilean Law 20.571. Monthly electricity expenditure would thus be reduced from the current ~CLP $90,000 to approximately CLP $7,000, at an estimated cost of ~CLP $2,825,000, with an estimated annual savings of ~CLP $990,000 and an estimated investment payback period of 3 years.
- Installation of a compact solar thermal collector with a GLP-backed solar water heater to cover the factory's domestic hot water demand. The Solar Explorer web tool from the Chilean Ministry of Energy estimates a solar contribution of 65.5%, with an annual fuel savings of ~CLP $300,000, at an estimated cost of ~CLP $2,100,000 and an estimated payback period of 6.5 years.

The total cost of the proposed project is estimated at approximately between CLP $12,000,000 to CLP $14,000,000 across both main stages. Since the project was designed in a modular fashion, interventions can be carried out sequentially according to financing availability, and an execution order is proposed as a work plan.

Finally, it is concluded that the case of "Charqui Villaseca" demonstrates that a structured engineering intervention — based on diagnosis, technical proposal, economic evaluation, and a prioritized action plan — is capable of significantly transforming the outlook of a family business operating with limited resources. It is expected that the methodology applied in this work is potentially replicable in other SMEs within the country's agro-industrial sector.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

**1. Introducción** ..... 1

**2. Objetivos** ..... 2

**2.1. Objetivo general** ..... 2

**2.2. Objetivos específicos** ..... 2

**3. Marco Teórico** ..... 3

**3.1. Descripción de la empresa estudiada** ..... 3

**3.1.1. Historia** ..... 3

**3.1.2. Organización interna y cultura laboral** ..... 5

**3.1.3. Descripción del proceso de elaboración** ..... 6

**3.1.4. Descripción de los espacios** ..... 8

**3.1.5. Descripción de las maquinarias** ..... 13

**3.1.6. Descripción de los hornos** ..... 17

**3.2. Normativa sanitaria** ..... 19

**3.2.1. Exigencias de la normativa sanitaria** ..... 19

**3.2.2. Obtención de certificado de resolución sanitaria** ..... 21

**3.3. Sistemas solares térmicos** ..... 22

**3.4. Sistemas solares fotovoltaicos** ..... 24

**3.4.1. Sistemas on-grid** ..... 26

**3.4.2. Sistemas off-grid** ..... 27

**3.5. Tecnología del secado** ..... 28

**3.5.1. Generalidades del deshidratado de alimentos** ..... 28

**3.5.2. Deshidratado tradicional** ..... 30

**3.5.2.1. Secado con combustión** ..... 30

**3.5.2.2. Secado al sol** ..... 31
**3.5.2.3. Secado Mixto** ..... 34
**3.5.3. Tecnología de techo solar activo** ..... 35
**3.5.3.1. Contexto del desarrollo tecnológico** ..... 35
**3.5.3.2. Concepto y principio de funcionamiento** ..... 35
**3.5.3.3. Componentes del sistema** ..... 36
**3.5.3.4. Parámetros de operación** ..... 37
**3.5.3.5. Aplicaciones y versatilidad** ..... 37
**3.5.3.6. Consideraciones de escala** ..... 38
**3.5.3.7. Otras tecnologías desarrolladas (referencia comparativa)** ..... 38
**3.5.3.8. Análisis económico del techo solar activo** ..... 40
**3.5.3.9. Resultados de desempeño** ..... 40
**4. Desarrollo** ..... 41
**4.1. Análisis FODA** ..... 41
**4.2. Obtención de permisos sanitarios** ..... 44
**4.2.1. Análisis de conformidad con la ley** ..... 45
**4.2.2. Propuestas de regularización** ..... 49
**4.2.3. Costos presupuestados de la regularización** ..... 55
**4.2.3.1. Costo de trabajos para revestimientos de superficies** ..... 56
**4.2.3.2. Otros trabajos de infraestructura** ..... 57
**4.2.4. Análisis de los costos de regularización** ..... 59
**4.3. Implementación de mejoras con apoyo de energía solar** ..... 62
**4.3.1. Sistema solar térmico para agua caliente sanitaria** ..... 62
**4.3.1.1. Equipos propuestos** ..... 63
**4.3.1.2. Presupuesto** ..... 65

**4.3.1.3. Análisis de costos y ahorro** ..... 67
**4.3.2. Sistema solar fotovoltaico en apoyo al consumo eléctrico** ..... 69
**4.3.2.1. Dimensionamiento del consumo eléctrico** ..... 70
**4.3.2.2. Propuesta de equipos a instalar** ..... 74
**4.3.2.3. Ahorro proyectado para el sistema fotovoltaico** ..... 80
**4.3.3. Incorporación de un techo solar activo al horno** ..... 84
**4.3.3.1. Propuestas de solución** ..... 84
**4.3.3.2. Materiales necesarios para la mejora del horno** ..... 88
**4.3.3.3. Dimensionamiento general de la propuesta** ..... 95
**4.3.3.4. Dimensionamiento de los materiales** ..... 99
**4.3.3.5. Costo de las modificaciones** ..... 103
**4.3.3.6. Ahorro estimado** ..... 104
**4.3.4. Análisis de costos totales y ahorro en mejoras con apoyo de energía solar** 106
**4.4. Análisis de costos totales: regularización sanitaria más mejoras con apoyo de energía solar** ..... 108
**5. Conclusiones** ..... 111
Bibliografía y Referencias ..... 113
Anexos ..... 115

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1.- Producción de Charqui a lo largo del año. ..... 4
Tabla Nº 2.- Estimación de volumen de ventas. ..... 4
Tabla Nº 3.- Esquema de composición de una tabla FODA. ..... 42
Tabla Nº 4.- Análisis FODA a pyme “Charqui Villaseca”. ..... 43
Tabla Nº 5.- Listado de disconformidades respecto a ley D.S. 977/97. ..... 46
Tabla Nº 6.- Áreas totales de superficie a recubrir. ..... 55

Tabla Nº 7.- Detalle de costos para el recubrimiento de superficies. ..... 56
Tabla Nº 8.- Costo total de revestimiento de superficies en fábrica. ..... 57
Tabla Nº 9.- Detalle de costos para el resto de las obras de infraestructura. ..... 58
Tabla Nº 10.- Costo total de obras varias de infraestructura. ..... 59
Tabla Nº 11.-Costo total de trabajos de regularización y su distribución por etapa. ..... 59
Tabla Nº 12.- Desglose de costos de trabajos de regularización por área. ..... 60
Tabla Nº 13.- Listado de costos de materiales para instalación de SST. ..... 66
Tabla Nº 14.- Costos totales de instalación de SST. ..... 66
Tabla Nº 15.- Características y uso de los equipos eléctricos de la fábrica. ..... 71
Tabla Nº 16.- Consumo eléctrico estimado. ..... 72
Tabla Nº 17.- Características de tarifa BT-1A. ..... 73
Tabla Nº 18.- Gasto eléctrico estimado de la fábrica. ..... 73
Tabla Nº 19.- Detalle de costo de equipos para instalación fotovoltaica. ..... 79
Tabla Nº 20.- Costo total para instalación de sistema solar fotovoltaico. ..... 79
Tabla Nº 21.- Consumo eléctrico dentro y fuera de horario de generación. ..... 82
Tabla Nº 22.- Balance de boleta de consumo eléctrico. ..... 83
Tabla Nº 23.- Resumen de áreas para las superficies del horno. ..... 99
Tabla Nº 24.- Estimación del número de planchas de policarbonato requeridas. ..... 100
Tabla Nº 25.- Estimación del número de planchas de plumavit. ..... 100
Tabla Nº 26.- Estimación del número de planchas de MDF requeridas. ..... 101
Tabla Nº 27.- Listado de los materiales requeridos para las mejoras del horno. ..... 102
Tabla Nº 28.- Costo de los materiales principales requeridos para la mejora del horno. ... 103
Tabla Nº 29.- Costo total de propuesta de mejora al horno. ..... 103
Tabla Nº 30.- Gasto histórico observado de gas licuado en el horno. ..... 104
Tabla Nº 31.- Comparativa de gasto en gas licuado en horno. ..... 105
Tabla Nº 32.- Ahorro total estimado de gas licuado por temporada. ..... 105
Tabla Nº 33.- Costo total de mejoras con energía solar y su distribución. ..... 106
Tabla Nº 34.- Esquema de priorización recomendada para las mejoras propuestas. ..... 107
Tabla Nº 35.- Costo total del proyecto propuesto y su distribución. ..... 108
Tabla Nº 36.- Costo total del proyecto y su distribución (versión sin incluir SST). ..... 109

# ÍNDICE DE FIGURAS

Imagen Nº 1.- Diagrama de organización laboral. ..... 5
Imagen Nº 2.- Plano de la propiedad donde se ubica la fábrica. ..... 8
Imagen Nº 3.- Distribución de espacios de la fábrica. ..... 9
Imagen Nº 4.- Sala de frío. ..... 10
Imagen Nº 5.- Sala de elaboración. ..... 11
Imagen Nº 6.- Sala de envasado con los dueños trabajando en ella. ..... 11
Imagen Nº 7.- Patio. ..... 12
Imagen Nº 8.- Invernadero y hornos. ..... 12
Imagen Nº 9.- Congeladora (imagen referencial). ..... 13
Imagen Nº 10.- Visicooler (imagen referencial) ..... 14
Imagen Nº 11.- Máquina para cortar cecina. ..... 14
Imagen Nº 12.- Máquina moledora carne (imagen referencial). ..... 15
Imagen Nº 13.- Máquina sobadora de charqui y sus componentes. ..... 16
Imagen Nº 14.- Balanza digital (imagen referencial). ..... 16
Imagen Nº 15.- Máquina selladora de bolsas (imagen referencial). ..... 17
Imagen Nº 16.- Invernadero grande y sus mallas. ..... 18
Imagen Nº 17.- Invernadero pequeño u “horno”. ..... 18
Imagen Nº 18.- Vitrina de vidrio. ..... 19
Imagen Nº 19.- Ejemplo de dependencias separadas adecuadamente. ..... 20
Imagen Nº 20.- Componentes de un sistema solar térmico. ..... 22
Imagen Nº 21.- Colector solar térmico. ..... 23
Imagen Nº 22.- Válvula anticongelante y termorreguladora. ..... 23
Imagen Nº 23.- Celdas fotovoltaicas mono y policristalinas. ..... 24
Imagen Nº 24.- Comparación sistema off-grid vs sistema on-grid. ..... 25
Imagen Nº 25.- Medidor bidireccional monofásico para sistemas on-grid. ..... 26
Imagen Nº 26.- Banco de baterías para sistema off-grid. ..... 27
Imagen Nº 27.- Deshidratado por combustión: ahumado y con quemador de gas. ..... 30
Imagen Nº 28.- Secado al aire libre. ..... 31
Imagen Nº 29.- Secado solar directo. ..... 32

Imagen Nº 30.- Secado solar indirecto. ..... 33
Imagen Nº 31.- Deshidratador solar semi-industrial con quemador de gas de apoyo. ..... 34
Imagen Nº 32.- Esquema de sistema “techo solar activo”..... 36
Imagen Nº 33.- Deshidratador solar, formato contenedor. ..... 39
Imagen Nº 34.- Contenedor deshidratador solar, funcionamiento interno. ..... 39
Imagen Nº 35.- Deshidratador solar unifamiliar. ..... 39
Imagen Nº 36.- Piso encementado liso (imagen de referencia). ..... 49
Imagen Nº 37.- Plancha de fibrocemento liso. ..... 49
Imagen Nº 38.- Casilleros de metal. ..... 50
Imagen Nº 39.- Puerta de aluminio con vidrio y remarcador de agua. ..... 50
Imagen Nº 40.- Remarcador de consumo eléctrico. ..... 51
Imagen Nº 41.-Caseta para gas. ..... 51
Imagen Nº 42.- Extintor. ..... 52
Imagen Nº 43.- Comparación actual vs propuesto: salas de procesos. ..... 52
Imagen Nº 44.- Comparación actual vs propuesto: baños. ..... 53
Imagen Nº 45.- Comparación actual vs propuesto: patio. ..... 54
Imagen Nº 46.- Colector solar. ..... 63
Imagen Nº 47.- Esquema de ejemplo de sistema solar térmico típico. ..... 63
Imagen Nº 48.- Delimitación de la propiedad. ..... 64
Imagen Nº 49.- Ubicación de la fábrica (a) y techo expuesto al norte (b). ..... 65
Imagen Nº 50.- Etiqueta de eficiencia del calefón solar con quemador a GLP referenciado. ..... 67
Imagen Nº 51.- Resultados de calculadora de ahorro de explorador solar. ..... 69
Imagen Nº 52.- Resultados de explorador solar: recurso solar local. ..... 75
Imagen Nº 53.- Equipos del kit solar fotovoltaico referenciado. ..... 78
Imagen Nº 54.- Medidor bidireccional monofásico. ..... 78
Imagen Nº 55.- Estimador de generación del explorador solar: datos ingresados. ..... 81
Imagen Nº 56.- Estimador de generación del explorador solar: resultados. ..... 81
Imagen Nº 57.- Esquema estado actual del horno. ..... 85
Imagen Nº 58.- Esquema conceptual: circulación de aire esperada tras proyecto. ..... 87
Imagen Nº 59.- Esquema conceptual: horno modificado. ..... 88

Imagen Nº 60.- Plancha Instapanel..... 89
Imagen Nº 61.- Perfil C. ..... 89
Imagen Nº 62.- Plancha de policarbonato transparente. ..... 90
Imagen Nº 63.- Listón 2” x 2”. ..... 90
Imagen Nº 64.- Tubo PVC sanitario. ..... 91
Imagen Nº 65.- Ducto flexible aislado para conducción de aire. ..... 91
Imagen Nº 66.- Tubo de hojalata. ..... 92
Imagen Nº 67.- Planchas de plumavit. ..... 92
Imagen Nº 68.- Planchas de cholguán. ..... 93
Imagen Nº 69.- Extractor de aire. ..... 93
Imagen Nº 70.- Termohigrómetro digital con sonda. ..... 94
Imagen Nº 71.- Medidor digital de humedad para carnes. ..... 94
Imagen Nº 72.- Dimensiones de cara frontal. ..... 95
Imagen Nº 73.- Dimensiones de cara trasera. ..... 96
Imagen Nº 74.- Dimensiones de las caras laterales. ..... 96
Imagen Nº 75.- Dimensiones de cara superior (Techo Solar Activo). ..... 97
Imagen Nº 76.- Bosquejo aproximado de la disposición del soporte y sus cerchas. ..... 98
Imagen Nº 77.- Dimensiones de las cerchas. ..... 98

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico Nº 1.- Reducción de costo de generación eléctrica fotovoltaica vs capacidad instalada global. ..... 25
Gráfico Nº 2.- Ejemplo de curva de secado. ..... 29
Gráfico Nº 3.- Distribución de los costos de trabajos de regularización. ..... 60
Gráfico Nº 4.- Distribución de costos para trabajos varios. ..... 61
Gráfico Nº 5.- Distribución del costo total por área. ..... 61
Gráfico Nº 6.- Generación de energía SST vs demanda, estimados por el explorador solar. ..... 68
Gráfico Nº 7.- Distribución de costos totales para mejoras con energía solar. ..... 106
Gráfico Nº 8.- Distribución global de costo para el proyecto propuesto por etapa. ..... 108
Gráfico Nº 9.- Distribución de costos por etapa del proyecto (versión sin incluir SST).... 109

# 1. Introducción

En Chile una parte importante de la economía está ligada a las labores de pequeñas, medianas y microempresas, representando un 80% de las empresas del país al año 2020[1], las cuales son carácter generalmente familiar y realizan sus actividades de manera informal o bien con escasa planificación técnica de sus procesos, afectando sus resultados económicos y por lo tanto su sobrevivencia en el mercado. Así, por ejemplo, el segmento micro y pyme solo representan el 13% de los volúmenes de venta del 2020[1]. Esto muestra un problema de baja productividad en este sector económico, afectando directamente a las familias que viven de la labor de estas empresas e indirectamente a la economía de Chile como un todo. Es por ello que se hace necesario apoyar dichas empresas implementando metodologías adecuadas a la labor industrial de forma de potenciarlas y lograr así mejores resultados y una mejor calidad de vida a sus participantes.

Es en este contexto que se desarrolla el presente trabajo, donde se busca estudiar y evaluar opciones de apoyo y mejora a una pyme familiar, Fábrica de Charqui "Charqui Villaseca", dedicada a la fabricación y elaboración de charqui, carne deshidratada, a partir de carne de equino y secada principalmente con energía solar y que se ubica en la comuna de San Esteban, provincia de Los Andes, V Región.

La pyme en cuestión ya posee ciertos avances en dirección de una mayor calidad en su producto, por ejemplo, utilizando invernaderos a modo de horno solar con el fin de lograr un secado más rápido e higiénico, sin embargo, requiere apoyo en otras áreas que afectan sus resultados, como la falta de resolución sanitaria que limita sus ventas o altos costos que acotan su rentabilidad.

Para ello el desarrollo de este trabajo se centra en ayudar a corregir estas deficiencias proponiendo los cambios necesarios para su regularización y mejora, haciendo énfasis en el uso de la energía solar, un recurso limpio, económico y abundante en la zona donde se ubica la fábrica de esta empresa, con el fin de orientar su futuro desarrollo.

# 2. Objetivos

## 2.1. Objetivo general

Como objetivo general se busca plantear mecanismos de regularización y mejora a las instalaciones de la empresa familiar y fábrica de charqui “Charqui Villaseca”.

## 2.2. Objetivos específicos

Se reconocen los siguientes objetivos específicos para la elaboración de este trabajo:

1º. Identificar los procesos y contexto operacional de la empresa a estudiar, así como sus necesidades y requerimientos productivos.
2º. Identificar los requerimientos exigidos para su regularización e ingreso al mercado formal de productos deshidratados.
3º. Proponer soluciones técnicas que aseguren cumplir con los requerimientos identificados.
4º. Evaluar técnica y económicamente el aporte de energía solar indirecta en las soluciones propuestas.
5º. Elaborar un plan de acción para la empresa a estudiar en base a los resultados obtenidos.

# 3. Marco Teórico

## 3.1. Descripción de la empresa estudiada

### 3.1.1. Historia

La empresa productora de charqui "Charqui Villaseca" fue creada a inicios de 2021, inicialmente como un emprendimiento informal y familiar con el fin de afrontar el desempleo que enfrentaban los dueños Gregorio Villaseca y Cristian Villaseca (tío y sobrino, respectivamente) en aquel momento, utilizando un espacio libre en la casa familiar, donde reside Cristian Villaseca, dado que ambos sabían hacer charqui y habían hecho de forma ocasional con anterioridad, incluso contando con la maquinaria necesaria para la etapa de sobado de este (como se señala en la sección 3.1.5), la cual había sido diseñada y fabricada con anterioridad por Gregorio. Con el paso de los meses y ante la vista de un aumento de la demanda y un gran interés y satisfacción de los clientes con el producto producido por su fuerte enfoque en la calidad y sabor artesanal, la microempresa se solidifica con la ampliación de las instalaciones de trabajo y compra gradual de maquinarias. La empresa ha crecido al punto de llegar a producir y vender aproximadamente de 325 kg de charqui al mes en el último periodo (agosto 2024 – julio 2025) logrando un volumen de ventas estimado de 2700 UF aproximadamente, permitiendo clasificarla dentro de la categoría de pequeña empresa según el criterio de volumen de ventas señalado en la Ley 20.416[2].

| Producción de charqui durante el último año | |
|---|---|
| Mes | Producción mensual [kg de charqui/mes] |
| Agosto de 2024 | 336 |
| Septiembre de 2024 | 388 |
| Octubre de 2024 | 344 |
| Noviembre de 2024 | 352 |
| Diciembre de 2024 | 322 |
| Enero de 2025 | 320 |
| Febrero de 2025 | 286 |
| Marzo de 2025 | 280 |
| Abril de 2025 | 296 |
| Mayo de 2025 | 310 |
| Junio de 2025 | 322 |
| Julio de 2025 | 350 |
| Promedio periodo (Ago.2024 - Jul. 2025) | 325,5 |

**Tabla Nº 1.- Producción de Charqui a lo largo del año.**

| Estimación de volumen de venta de charqui durante el último año (precio promedio del kg de charqui: $27.000, valor UF: $39.000 aprox.) | | |
|---|---|---|
| Mes | Estimación venta mensual [M$/mes] | Estimación venta mensual [UF/mes] |
| Agosto de 2024 | $ 9.100 | 233 |
| Septiembre de 2024 | $ 10.500 | 269 |
| Octubre de 2024 | $ 9.300 | 238 |
| Noviembre de 2024 | $ 9.500 | 244 |
| Diciembre de 2024 | $ 8.700 | 223 |
| Enero de 2025 | $ 8.600 | 222 |
| Febrero de 2025 | $ 7.700 | 198 |
| Marzo de 2025 | $ 7.600 | 194 |
| Abril de 2025 | $ 8.000 | 205 |
| Mayo de 2025 | $ 8.400 | 215 |
| Junio de 2025 | $ 8.700 | 223 |
| Julio de 2025 | $ 9.500 | 242 |
| Total anual | $ 105.500 | 2704 |

**Tabla Nº 2.- Estimación de volumen de ventas.**

### 3.1.2. Organización interna y cultura laboral

La empresa cuenta con una cantidad de trabajadores mínima, los dos dueños más dos trabajadores extra, donde todos participan rotando en las distintas etapas del proceso de producción según necesidad. Esto genera una cultura laboral y una organización interna bastante horizontal y aunque la toma de decisiones la lleve los dueños, ambos, dueños y trabajadores, participan del proceso productivo por igual.

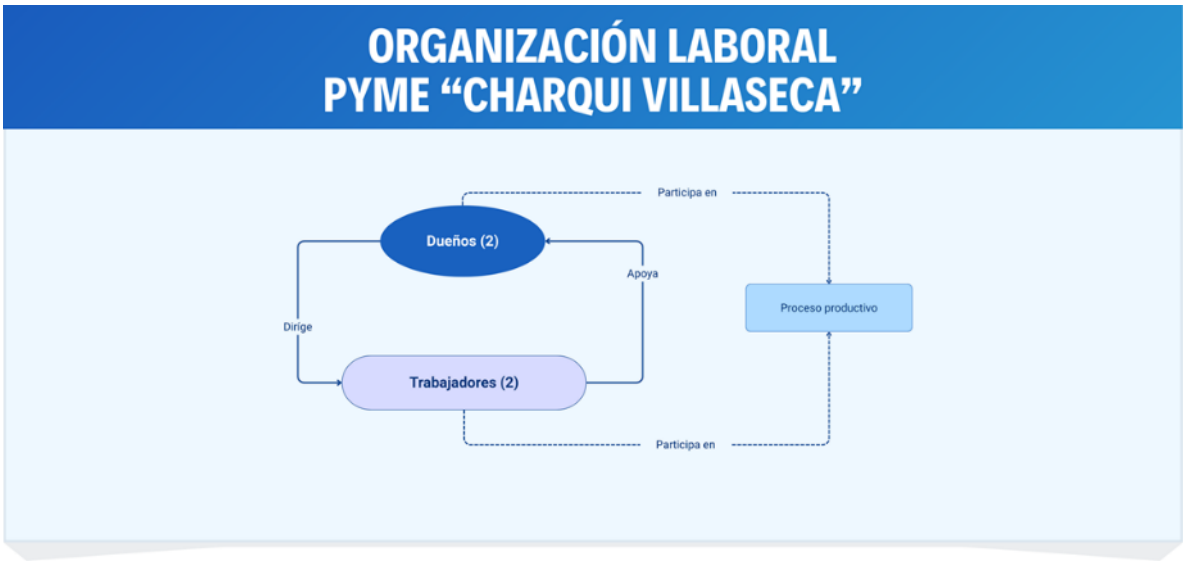



**Imagen Nº 1.- Diagrama de organización laboral.**

Otro elemento para destacar es el compromiso con la calidad del producto final, pues en las etapas tempranas del desarrollo de la empresa se reconoció este como uno de los factores clave que lo diferenciaban de la competencia, por lo que ha sido desde entonces una prioridad para los dueños.

Por último y por supuesto, hay problemas y desafíos presentes. Uno de ellos es la falta de orden y control en el ámbito de la contabilidad y la gestión de los recursos, esto se debe principalmente a la falta de conocimiento técnico y formación en el área, pues como en muchas pymes, los dueños no tienen formación en administración de empresas y esta pyme en particular se inicia como un emprendimiento informal nacido de la necesidad y el deseo

de prosperar en los tiempos difíciles que se presentaban, creciendo posteriormente de forma totalmente orgánica y con escasa planificación.

### 3.1.3. Descripción del proceso de elaboración

El proceso de producción del charqui consta de las siguientes etapas:

1º. ***Recepción de la carne:*** La carne despostada, correspondiente a alrededor de 400 a 450 kilos por semana (tres animales enteros, sin huesos ni interiores), es recibida en la fábrica donde es seleccionada, almacenada en cajones de plástico tipo agrícola y refrigerada en dos grupos separados, se separan las carnes no aptas para el proceso (malayas principalmente) por ser muy duras del resto y también se apartan algunos cortes favorables para el consumo en la casa (osobucos, filetes y lomo), esto corresponde a alrededor de 5 kg de carne. El otro grupo, se utiliza para el proceso de fabricación del charqui.

2º. ***Limpieza y preparación:*** La carne apta para el proceso es, a su vez trabajada en dos grupos separados. El grupo correspondiente a carnes blandas listas para ser fileteadas y otro de carnes más duras o cortes más pequeños utilizadas para molienda. Ambas se limpian a mano con cuchilla, sacando excesos de grasa, nervios y telas duras.

3º. ***Fileteo y molienda:*** Las carnes para fileteo, correspondientes a los cortes grandes (postas, filetes, lomo, asiento, etc.) se filetean con la ayuda de una máquina de cortar cecina, obteniendo láminas de entre 5x5 cm y 10x10 cm de área y ~0.8cm de espesor. El resto, correspondiente a tapabarriga, sobrecostilla y cogote, se filetea a mano con un cuchillo carnicero, obteniendo filetes de área y espesor variable en general más gruesos y menos uniformes que lo hecho con máquina. De las carnes para molienda, correspondiente a trozos pequeños, despuntes y algunas carnes duras como el osobuco, se procesan en una moledora de carne, la carne molida resultante es después utilizada para hacer tablas de carne prensada, esto como modo de aprovechar mejor la carne.

4º. ***Salado:*** Las carnes ya fileteadas y molidas respectivamente son saladas y aliñadas con una mezcla de sal y orégano en proporción 5:1 en volumen. El proceso de salado es realizado a mano. Se ha hecho a pedido con otros aliños como: comino, pimienta, ajo, orégano y merquen.

5º. ***Prensado:*** La carne molida, una vez salada y aliñada se prensa en tablas a mano con la ayuda de un molde de acero inoxidable y un uslero de cocina.

6º. ***Puesta en malla:*** La carne fileteada y la carne prensada es puesta en bandejas de malla hechas de malla de PVC para cierre de jardín de color blanco, sostenidas por un marco de fierro de construcción. Estas mallas tienen un tamaño de 1m x 1m y pesan alrededor de 0,5 kg. Esta área es suficiente para posicionar aproximadamente 5kg de carne fileteada fresca o 10kg de carne prensada fresca (posterior al secado esto se reduce en un factor de 5:1 aproximadamente).

7º. ***Secado en horno:*** Los "hornos", corresponden a invernaderos hechos de madera con recubrimiento de lona de polietileno transparente para invernaderos. En su configuración más compacta (un invernadero de dos puertas de aproximadamente 2m x 2m de área basal y 2m de alto) se pueden poner 36 bandejas de malla, es decir a carga completa pueden cargar aproximadamente 300 kg de carne fresca fileteada (90%) y prensada (10%), es decir, la más de la mitad de los requerimientos de la fábrica. El proceso de secado puede tardar entre 3 días en verano o 5 a 7 en invierno. Las temperaturas de secado son de alrededor de 50-60 ºC. En invierno se necesita ayuda de combustión de gas GLP para lograr las temperaturas necesarias.

8º. ***Retirado de los hornos y sobado:*** Una vez seca, la carne (ya convertida en charqui) se retira de los hornos y se almacena en cajas de plástico agrícola tipo "toro" de 36cm x 33cm x 25cm. Luego se llevan a la sala de sobado y envasado donde se pasan por una maquina sobadora de fabricación propia que consta de dos rodillos de acero movidos por un motor de lavadora que prensan la lámina de charqui. Esta máquina se opera de forma manual pasando entre una a tres láminas de charqui a la vez, una o más veces entre los rodillos en movimiento hasta lograr la suavidad deseada, buscando que sea fácil de cortar con la mano y masticar. Este proceso permite el sobado a un ritmo de alrededor de 3-5 kg de charqui/ hora. Dos operarios pueden trabajar en la maquina al mismo tiempo. El charqui resultante se almacena en cajas tipo bandeja (normalmente usadas en transporte de yogures y similares en el comercio) de 43x43cm y 10cm de alto.

9º. ***Envasado:*** Luego del sobado se envasa el charqui en bolsas plásticas trasparentes de 30cm x 20cm, correspondientes a un formato de 500g de charqui. También te entrega a granel en las mismas bandejas cuadradas según pedido.

10º. ***Venta:*** El charqui se vende, principalmente a comerciantes, según pedido, aunque también se vende al detalle. El flujo de venta es de aproximadamente 70 a 90 kg de charqui a la semana en promedio. El precio al detalle es de 30.000 $/kg de charqui y a comerciantes entre 25.000 y 28.000 $/kg a la fecha de elaboración de este trabajo.

### 3.1.4. Descripción de los espacios

La empresa realiza sus actividades de producción en un espacio dedicado de una casa habitación, esta última es una vieja casona colonial de la familia y hoy en manos de uno de los dueños, Cristian Villaseca.

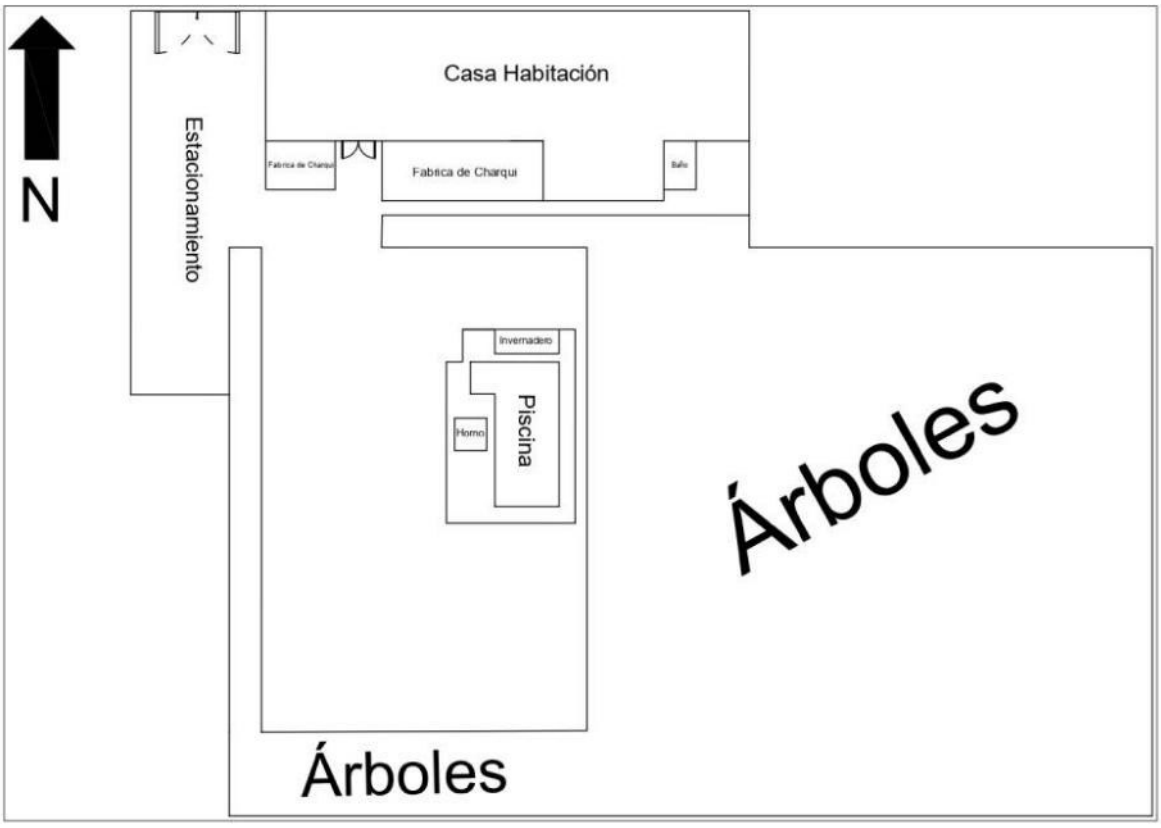



**Imagen Nº 2.- Plano de la propiedad donde se ubica la fábrica.**

El espacio dedicado que corresponde a la fábrica de charqui consiste principalmente de 3 secciones principales más el patio donde se ubican los hornos o invernaderos, estas secciones son: la sala de máquinas de frio, sala de elaboración donde se trabaja la carne fresca y, por último, la sala de envasado donde se trabaja el charqui ya deshidratado y donde se envasa.

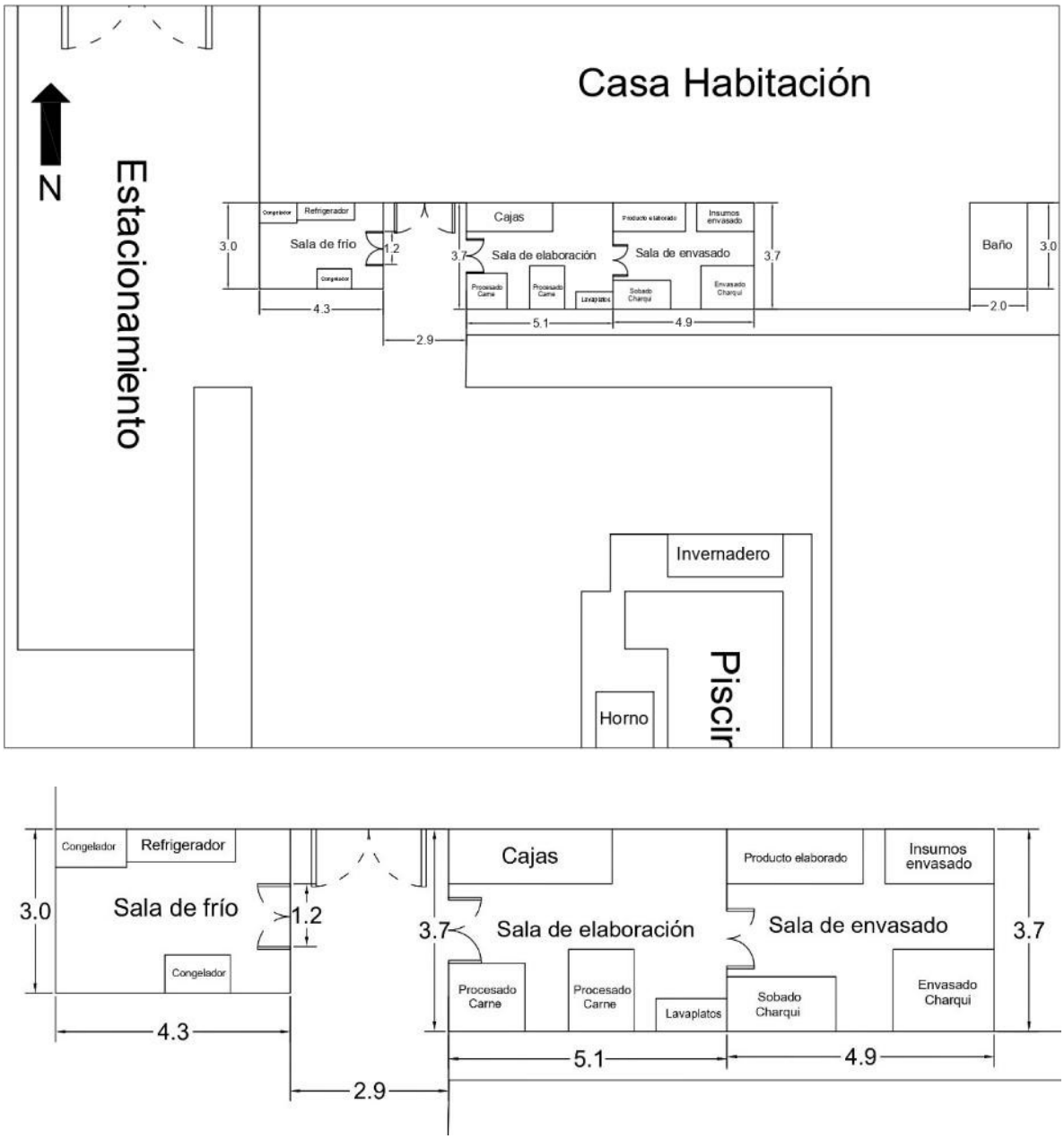






**Imagen Nº 3.- Distribución de espacios de la fábrica.**

En detalle, las distintas áreas de la fábrica de charqui se describen a continuación:

- ***Sala de frío:*** corresponde a un antiguo cuarto de la casa que fue reutilizado como sala para las máquinas de frío, el espacio consiste en un área de alrededor de 3m x 4 m y 2,2 m de altura, de construcción de adobe, piso de ladrillo y cielo de madera. La iluminación es la mínima para trabajar ya que no cuenta con iluminación artificial, pero sí una ventana. Aquí es donde se tienen dos congeladoras y un refrigerador tipo "visicooler" (los que tradicionalmente se usan en comercios para refrigerar bebidas), los cuales se utilizan para conservar la carne entre su recepción y su deshidratado.



**Imagen Nº 4.- Sala de frío.**

- ***Sala de elaboración:*** esta consiste en una ampliación, de área de aproximadamente 4 m x5 m y 2,2 m de altura, hecha exclusivamente con el propósito de tener un espacio adecuado para trabajar la carne. Posee piso de cerámico lavable, paredes hechas de placa panel y cielo de planchas de fibrocemento. Posee mesas de marco de acero y superficie de madera melamina, un lavaplatos y las maquinas usadas para el trabajo con la carne fresca.



**Imagen Nº 5.- Sala de elaboración.**

- ***Sala de envasado:*** Parte antigua de la casa y ahora utilizada como sala de envasado, esta sala de aproximadamente 5 m x 4 m y 2,2 m de altura está hecha de adobe con terminación de estuco-yeso, cielo de madera y piso de ladrillo. Aquí se trabaja la carne ya deshidratada (hecha charqui) y se realizan el proceso de sobado y posteriormente envasado y almacenaje del charqui. Cuenta con mesas y muebles para el envasado y el almacenaje del charqui y de los insumos de envasado.



**Imagen Nº 6.- Sala de envasado con los dueños trabajando en ella.**

- ***Baño:*** este baño, de existencia anterior y originalmente para uso a la salida de la piscina, es de aproximadamente 2 m x 3 m y altura de 2,2 m y en la actualidad se usa como baño para el personal de la fábrica de charqui. Cuenta con ducha, W.C. y lavamanos. Piso de baldosa y paredes de plancha de fibrocemento.
- ***Patio (invernadero y horno de secado):*** Es el área más grande, originalmente alojando la piscina (ahora en desuso) de la casa habitación. Es donde se alojan los invernaderos que se usan a modo de horno solar para el deshidratado de la carne. Estos hornos se ubican al interior de la reja que rodea la piscina, en el espacio a la orilla de esta. Son dos hornos, un invernadero de estilo tradicional grande (3m x 6m aproximadamente) y uno más compacto diseñado y fabricado con el proceso de secado de la carne en mente de 2m x 2m de base por 2m de altura.



**Imagen Nº 7.- Patio.**



**Imagen Nº 8.- Invernadero y hornos.**

### 3.1.5. Descripción de las maquinarias

Durante el desarrollo de las distintas etapas del proceso se utilizan maquinarias como apoyo. A continuación, se describen estas maquinarias y equipos:

- ***Congeladoras:*** Se cuentan con dos máquinas congeladoras de 300 [lts] y con un consumo promedio de aproximadamente de 0,12 [kW] de potencia. Estas se conectan solo cuando es necesario preservar la carne congelada. De utilizarse, se mantienen energizadas y encendidas en un régimen 24/7 hasta que se desocupen y ya no sean necesario su funcionamiento.



**Imagen Nº 9.- Congeladora (imagen referencial).**

- ***Refrigerador visicooler:*** Un refrigerador visicooler (utilizado comercialmente para la mantención fría de bebidas en almacenes), usado, de 1200 lts y tres puertas se utiliza para la mantención de la carne a 5 ºC entre el tiempo de su recepción en la fábrica hasta su procesado y postura en los hornos de secado. El equipo consume una potencia promedio de 0,7 [kW], basado en valores de referencia de equipos similares. Este se mantiene encendido siempre que haya carne que mantener fría, es decir, casi todo el tiempo por lo que es válido considerar al equipo encendido las 24 hrs toda la semana.



**Imagen Nº 10.- Visicooler (imagen referencial)**

- ***Máquina de cortar cecina:*** Una máquina de cortar cecina de 30 cm de diámetro en su disco de corte, se utiliza en el proceso de fileteado de los cortes de carne que por tamaño lo permiten. El equipo posee una potencia nominal de alrededor de 0,12 [kW] según referencia de equipos similares y se utiliza unas 4 hrs al día, 3 días a la semana aproximadamente.



**Imagen Nº 11.- Máquina para cortar cecina.**

- ***Máquina moledora de carne:*** Esta es máquina de moler carne para uso en carnicerías, puede moler a un ritmo de 80-100 kg de carne por hora aproximadamente (según fabricante), posee una potencia nominal de alrededor de 1[hp] y se utiliza alrededor de 4 hrs al día dos veces por semana. Su construcción es de acero inoxidable.



**Imagen Nº 12.- Máquina moledora carne (imagen referencial).**

- ***Máquina sobadora de charqui:*** Esta es una máquina de fabricación propia, diseñada por uno de los dueños, Gregorio Villaseca, años antes del inicio de la empresa ya con el propósito de facilitar la producción de charqui. Cuenta con un motor de lavadora, un sistema de transmisión vía correa y vía juego de cadena y piñón de bicicleta hasta dos rodillos de acero dentados que realizan la acción de sobado del charqui. El juego de piñones y cadena permiten una reducción de la velocidad y aumento de torque lo que sumado a la potencia del motor permite trabajar carne seca de distintos grosores con gran facilidad.







**Imagen Nº 13.- Máquina sobadora de charqui y sus componentes.**

- ***Balanza digital:*** Una balanza digital con capacidad de medir entre 0 a 40 kg, con resolución de 5g, se utiliza en el proceso de envasado para medir la cantidad de charqui en las bolsas.



**Imagen Nº 14.- Balanza digital (imagen referencial).**

- ***Selladora de bolsas:*** Una selladora termoeléctrica para bolsas de plástico es usada en el proceso de envasado.



**Imagen Nº 15.- Máquina selladora de bolsas (imagen referencial).**

### 3.1.6. Descripción de los hornos

El secado tradicional del charqui en Chile corresponde normalmente al secado de la carne cortada en tiras delgadas al aire libre, ya sea colgado de alambre o cuerda o tendido en plancha metálica, siempre cuidando buena ventilación y exposición al sol para sostener el proceso de deshidratado de dicha carne. La desventaja del sistema tradicional es la exposición a los elementos del ambiente como tierra, humedad en días lluviosos y posibles agentes patógenos como insectos y animales. En el caso de la empresa "Charqui Villaseca" se optó desde sus inicios por el secado en invernaderos cerrados que actúan como horno solar para mayor higiene e independencia de las características del clima, de hecho, estos invernaderos simplemente les llaman "horno" de forma intercambiable con "invernadero" internamente en la empresa. En este informe se mantiene dicha convención, refiriéndose como "invernadero" al invernadero grande y como "horno" al de menor volumen. También cuentan con el uso de una vitrina de vidrio fabricada con anterioridad, simplemente llamada "vitrina". Esta es usada como secado post proceso en los hornos con el charqui que aún conserva exceso de humedad.

- ***Invernadero:*** Un invernadero tradicional con estructura de madera y paredes de polietileno transparente, de dimensiones 1,5 m x 4 m de base y 2 m de altura. Para poner el charqui a secar se utilizan estructuras en forma de "camas" de 1m x 2m con armazón de acero y malla raschel para la superficie.



**Imagen Nº 16.- Invernadero grande y sus mallas.**

- ***Horno:*** También construido de estructura de madera y láminas de polietileno, este invernadero es más compacto y fue diseñado específicamente para aprovechar mejor el espacio y mejorar el secado. Tiene dimensiones de 2m x 2m x 2m, dos puertas frontales y funciona mediante bandejas de marco de acero con superficie de malla rígida de PVC blanca de dimensiones 1m x 1m donde se pone el charqui y que se van cargando a medida que se requiera. Soporta 36 bandejas distribuidas en 9 niveles con espacio para 2 bandejas por puerta por nivel. Cabe mencionar que este diseño más compacto puede secar la misma cantidad de carne que el invernadero grande cuando está a máxima capacidad.



**Imagen Nº 17.- Invernadero pequeño u "horno".**

- ***Vitrina:*** Una vitrina de acero con superficie exterior de vidrio de 1m x 1m de base y 2 m de alto aproximadamente. Cuenta con 5 niveles donde poner cajas plásticas. Esta vitrina se utiliza como horno para el secado de la humedad que pueda quedar en el charqui posterior al secado en los invernaderos y posterior al proceso de sobado.



**Imagen Nº 18.- Vitrina de vidrio.**

## 3.2. Normativa sanitaria

La norma vigente que establece los requerimientos que debe poseer un establecimiento en el que se haga producción, importación, elaboración, envase, almacenamiento, distribución y venta de alimentos para uso humano está dada por el Decreto Superior Nº977 del año 1997 del MINSAL[ 3 ]. Así, los locales que requieren realizar actividades de manipulación de alimentos deben contar con las características que el D.S. 977/97 exige.

### 3.2.1. Exigencias de la normativa sanitaria

Entre las exigencias expresadas en la ley podemos destacar las siguientes:

1º. Ubicación alejada de focos de insalubridad, en concordancia con la zonificación permitida por la municipalidad correspondiente y en un espacio separado de viviendas y aislado del ambiente exterior.

2º. Dependencias que cuenten con áreas separadas de recepción de la materia prima, elaboración de los productos, almacenaje del producto final, servicios higiénicos acordes en tamaño con el volumen de personal trabajando y separados correctamente de las áreas de manipulación de alimentos.

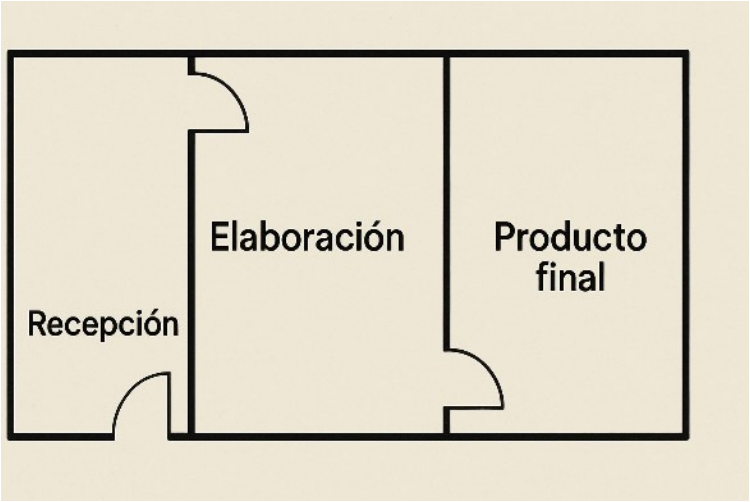



**Imagen Nº 19.- Ejemplo de dependencias separadas adecuadamente.**

3º. Lavamanos en secciones donde se manipulen alimentos con sus útiles de aseo propios e independientes de otros lavaderos o lavaplatos.

4º. Las paredes deben ser de superficie no absorbente, lisa y lavable. El color debe ser claro, el cielo del techo también debe cumplir con estas características.

5º. Pisos deben ser lavables y antideslizantes y con pendiente suficiente para el escurrimiento de líquidos.

6º. Debe contar con abastecimiento de agua potable y servicio de eliminación de aguas servidas.

7º. Debe contar con la adecuada ventilación e iluminación, esta última no debe alterar los colores.

8º. Según corresponda deberá contar con sistemas de refrigeración adecuados para el proceso.

9º. Instalaciones eléctricas y de gas en norma según lo establecido por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

10º. Disposición adecuada para los residuos sólidos y RILES según el D.S. 745/92 y la Ley nº3133 respectivamente.

### 3.2.2. Obtención de certificado de resolución sanitaria

Todo local de manipulación y expendio de alimentos de carácter comercial o público que desee operar en nuestro país debe obtener el Certificado de Resolución Sanitaria. Para ello el local en cuestión debe, una vez que se cuente con instalaciones en concordancia con lo exigido por el D.S. 977/97, realizar el trámite directamente en oficinas comunales del Seremi de Salud, o bien vía internet en la página web de la Seremi de Salud de la región correspondiente, en sección "tramites en línea", donde se deben entregar los siguientes antecedentes, según corresponda:

- Certificado municipal de uso de suelo o zonificación.
- Boletas de servicios de agua potable y alcantarillado.
- Memorias técnicas de los procesos productivos.
- Certificados de control de plagas.
- Memoria de control de disposición de residuos sólidos domésticos.
- Plano de las instalaciones a escala.
- Croquis de sistemas de eliminación de calor, vapor y olores.
- Listado de materia primas a usar en los procesos.
- Sistema de control de calidad sanitaria.
- Listado de alimentos a elaborar.
- Aprobación de los proyectos de obras de disposición final de RILES otorgado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

La autorización deberá ser evaluada dentro de un plazo de 30 días hábiles por el servicio de salud, dentro de los cuales se realizan todas las visitas, inspecciones, análisis y otras diligencias. Luego de esto se entrega un veredicto en función de si se rechaza o acepta la solicitud de permiso sanitario[4].

## 3.3. Sistemas solares térmicos

Un sistema solar térmico para agua caliente sanitaria es aquel sistema que permite mediante la absorción de la radiación solar entregar energía para el calentamiento de agua potable para el consumo y uso en servicios higiénicos, lavaplatos y otras necesidades domésticas.

A grandes rasgos el sistema se compone de un elemento o superficie colectora de energía térmica, sistema de conexión, un estanque de almacenamiento para agua caliente y un sistema de calentamiento auxiliar para esta.

Se puede dividir un sistema de agua caliente solar térmico en tres circuitos de fluido: circuito primario, secundario y circuito de consumo.

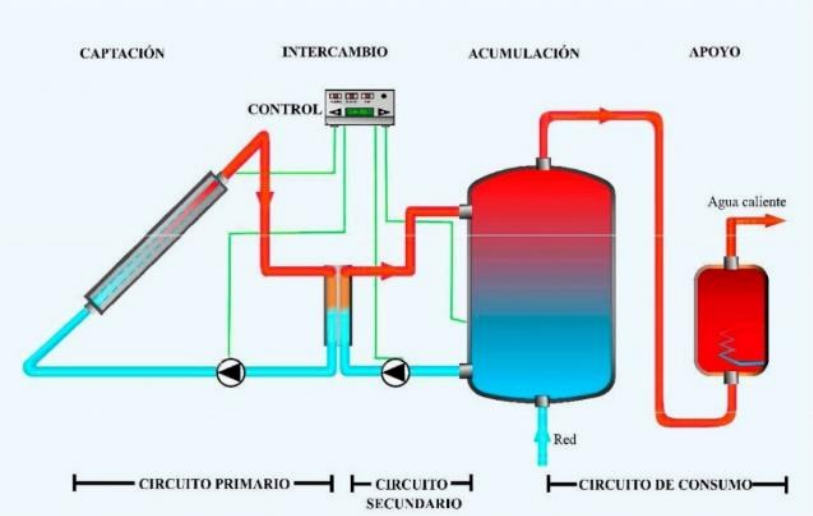



**Imagen Nº 20.- Componentes de un sistema solar térmico.**

- ***Circuito primario:*** Es el circuito de captación, donde un fluido circula por un captador, ya sea de placa plana o tubular, donde recibe el calor de la radiación solar para luego pasar por un serpentín o intercambiador de calor donde transmite la energía térmica al agua de consumo. Puede utilizar una bomba controlada para la circulación activa del fluido de ser necesario. El fluido, usualmente agua, suele contener también algún fluido anticongelante en mezcla y algún sistema para la eliminación de sarro en el circuito en forma de un ánodo de sacrificio, por ejemplo.

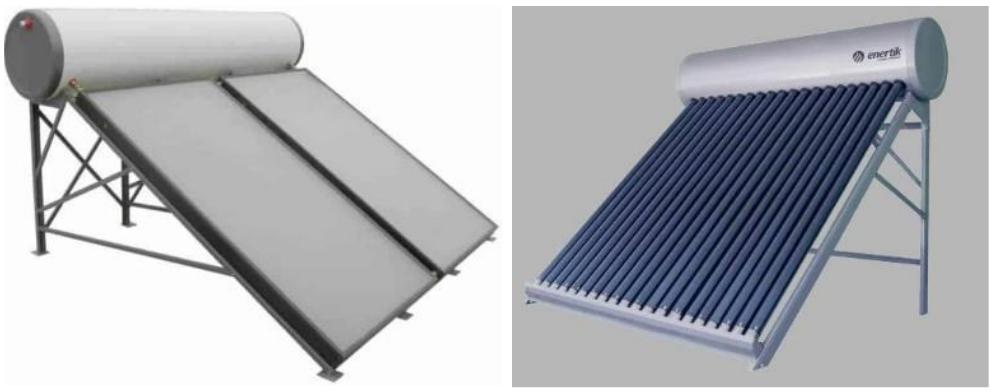


**Imagen Nº 21.- Colector solar térmico.**

- ***Circuito secundario:*** Es el sistema que recibe agua de la red en un estanque acumulador y a su vez recibe el calor del circuito primario mediante un intercambiador térmico, por lo general un serpentín de cobre.
- ***Circuito de consumo:*** Corresponde al circuito de agua potable proveniente de la red para su calentamiento y posterior consumo como agua caliente sanitaria (ACS). Puede circular también por un calentador auxiliar tradicional como un calefón como apoyo en caso de que el sistema solar térmico no alcance la temperatura deseada.

También se consideran elementos de seguridad en estos sistemas como lo son válvulas anticongelamiento para evitar que las cañerías expuestas al ambiente se congelen y revienten en las noches heladas, aislantes térmicos para las cañerías para evitar congelamiento y mejorar la eficiencia térmica del sistema y válvulas termorreguladoras y calefón auxiliares con temperatura controlada como protección contra el sobrecalentamiento del agua y posibles quemaduras en los usuarios.



**Imagen Nº 22.- Válvula anticongelante y termorreguladora.**

## 3.4. Sistemas solares fotovoltaicos

Los sistemas solares fotovoltaicos son aquellos que permiten convertir la radiación solar recibida en corriente eléctrica de forma directa mediante un proceso llamado efecto fotovoltaico al interactuar con dispositivos basados en diodos de silicio llamados celdas fotovoltaicas. Múltiples de estas celdas fotovoltaicas estando conectadas y empaquetadas en un marco forman lo que normalmente conocemos como panel solar.

Existen múltiples tecnologías para la fabricación de estas celdas solares, las más utilizadas hoy en día en la generación eléctrica domiciliaria son los sistemas monocristalinos y los sistemas policristalinos, siendo los primeros de mayor rendimiento por metro cuadrado de superficie de celda, pero de mayor costo en general que los sistemas policristalinos.

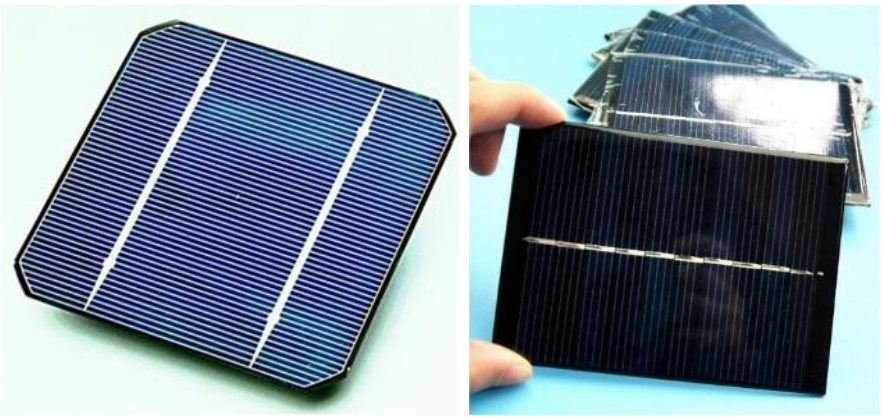


**Imagen Nº 23.- Celdas fotovoltaicas mono y policristalinas.**

En general, el costo de los sistemas solares se ha reducido enormemente en las últimas décadas siguiendo un patrón predecible en su economía llamado “ley de Swanson” el cual observa que el precio promedio por watt se ha reducido en alrededor de un 20% cada vez que se duplica la capacidad solar instalada a nivel mundial llegando a alrededor de 0,25[USD/W] en el año 2024[ 5 ].

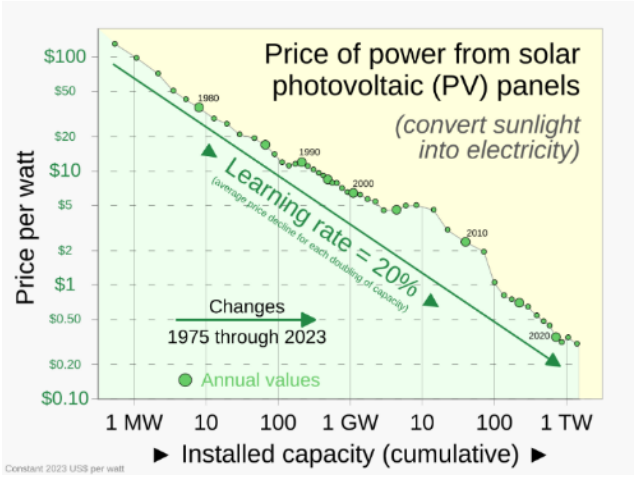



**Gráfico Nº 1.- Reducción de costo de generación eléctrica fotovoltaica vs capacidad instalada global.**

Esto ha permitido la viabilidad de sistemas solares fotovoltaicos domiciliarios como apoyo o incluso reemplazo de la red eléctrica. De esta forma se distinguen dos tipos de sistema de generación solar fotovoltaica: sistemas on-grid (en la red) y sistemas off-grid (fuera de la red).

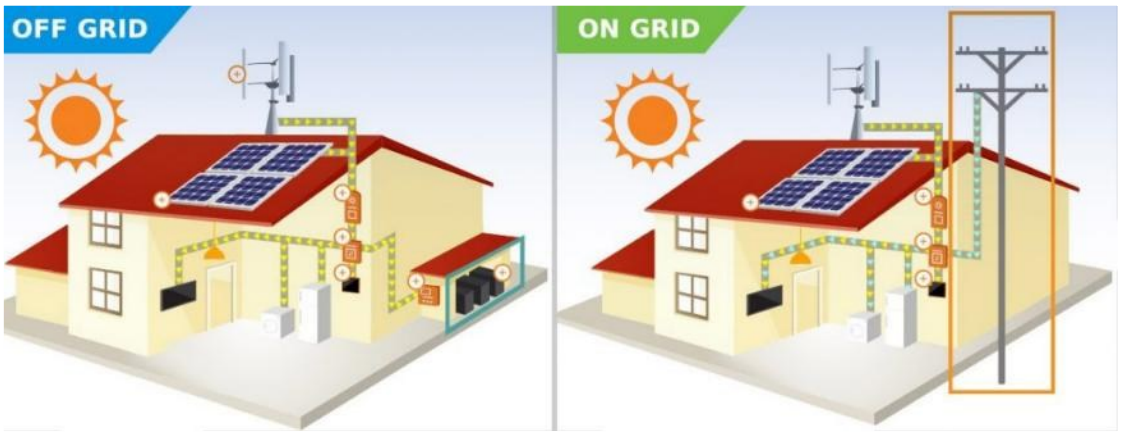



**Imagen Nº 24.- Comparación sistema off-grid vs sistema on-grid.**

### 3.4.1. Sistemas on-grid

Son sistemas de generación que se encuentran aún conectados a una red de distribución eléctrica. Su objetivo no es reemplazar la red convencional, sino complementar su suministro con la energía auto generada por el sistema fotovoltaico, generando ahorro sin perder la estabilidad y seguridad de suministro que la red convencional ofrece. Estos sistemas constan de cuatro componentes principales: un arreglo de paneles solares quienes producen la energía eléctrica, un sistema inversor (ya sea un inversor centralizado o múltiples inversores individuales a cada panel) para convertir la corriente DC generada en corriente alterna además de regular y administrar el suministro de la potencia generada, un tablero de distribución donde se conecta todo y se ubican los dispositivos de seguridad eléctrica y, por último, un medidor bidireccional que permite la conexión a la red de distribución externa y mide tanto el consumo de electricidad entrante desde la red como los excedentes eléctricos autogenerados que se inyectan a esta.




**Imagen Nº 25.- Medidor bidireccional monofásico para sistemas on-grid.**

Cabe destacar que las instalaciones on-grid que deseen inyectar a la red están reguladas en Chile por la ley 20.571[6] de año 2014, donde se establece los límites de capacidad que se pueden instalar dependiendo del tipo de tarifa. Así, por ejemplo, la tarifa BT1, que es la más común en instalaciones domiciliarias, vende la energía excedente inyectada a la red a un porcentaje menor del valor del kWh de la electricidad comprada a la red distribuidora, esto con el objetivo de incentivar el autoconsumo de la energía generada por el sistema solar.

### 3.4.2. Sistemas off-grid

Un sistema solar off-grid es aquel que actúa totalmente independiente de la red de distribución eléctrica, esta independencia lo hace ideal en circunstancias en las que el acceso a la red no es posible o inestable. Se compone de los mismos componentes que un sistema on-grid (arreglo de paneles, sistema inversor, tablero eléctrico) pero se reemplaza el medidor bidireccional con un banco de baterías cuya función es almacenar la energía producida en exceso en los momentos de baja demanda y alta producción y además se agrega un regulador de carga que es un dispositivo electrónico que regula la corriente que va hacia y desde las baterías y las protege de inestabilidades en la generación o consumo. Este sistema de almacenaje de energía permite proveer de corriente eléctrica en momentos de baja o nula producción como, por ejemplo, de noche. Una desventaja es el mayor costo de inversión de un sistema off-grid pues se debe considerar el almacenaje eléctrico y redundancia en este para asegurar un suministro continuo.



**Imagen Nº 26.- Banco de baterías para sistema off-grid.**

Cabe destacar que, a pesar de no conectarse a la red de distribución, un sistema off-grid tiene también que ser certificado y aprobado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) para su utilización.

## 3.5. Tecnología del secado

### 3.5.1. Generalidades del deshidratado de alimentos

El secado y deshidratado de alimentos es una de las formas más antiguas de conservación de alimentos. Este es un proceso que consiste en la eliminación gradual del agua contenida en el alimento a desecar, usualmente entre 15% y 20% del contenido de agua total cuando se trata de "secado" y en alrededor de un 90% en el llamado "deshidratado", con el fin de reducir al mínimo la actividad química y microbiana responsable de la descomposición de dicho alimento. Estos procesos se pueden lograr de forma pasiva mediante las adecuadas condiciones ambientales de temperatura y humedad ambiental y circulación de aire o de forma activa con el aporte de energía entregada por fuego o el sol, con circulación forzada de aire o el tratamiento del alimento con productos como la sal que facilitan la eliminación de agua vía osmosis y también ayudan a reducir la actividad microbiana.

En el caso de los productos cárnicos y otros productos de origen animal resulta de vital importancia el uso del deshidratado u otro método de conservación, pues el alto contenido de agua y proteínas de estos productos facilitan su rápida descomposición y dado el alto valor de estos alimentos resulta de gran valor poder conservarlos de forma lo más económica posible y sin alterar sus propiedades nutricionales.

Por ello, es necesario comprender el proceso del deshidratado para entender las variables relevantes. Por ejemplo, al estudiar el proceso de deshidratado por aire, que consiste en la eliminación de agua mediante evaporación al medio de esta, podemos destacar dos fenómenos: la transferencia de energía térmica y la transferencia de masa.

- ***Transferencia de energía:*** Dada la diferencia de temperatura entre el ambiente y el contenido de agua en el alimento, existe transferencia térmica de energía hacia esta última alimentando el proceso evaporativo. Dicha transferencia puede ser convectiva (de aire hacia agua) o radiativa (desde superficies o el sol hacia el agua).
- ***Transferencia de masa:*** El contenido de agua en el alimento es transferido hacia el aire circundante a través del proceso evaporativo. Para ello es necesario que el aire no se encuentre saturado y esté por sobre el llamado "punto de rocío" que corresponde a la temperatura a la cual condensa la humedad ya contenida en dicho aire.

Dichas transferencias son procesos complejos que dependen tanto de variables ambientales como temperatura, humedad relativa y presión atmosférica del aire, temperatura de las superficies involucradas (en caso de transferencia térmica por radiación) y de factores internos del producto a secar, como son su contenido de agua interno, su estructura química, su porosidad y calor específico entre otros. Dado dicha complejidad es, en general, mejor establecer un modelo básico del secado que pueda ser ajustado por datos experimentales si es que se quiere predecir el comportamiento de secado de un producto.

El modelo más utilizado considera tres fases para describir el ritmo del secado en el tiempo:

- ***Fase de secado constante:*** Es la primera fase del proceso, en ella el producto a secar se comporta como una superficie húmeda y como su nombre lo indica, la tasa de reducción de humedad porcentual del producto en el tiempo es constante, es decir, se reduce la humedad en un porcentaje constante cada minuto.
- ***Fase de transición:*** La segunda etapa del proceso, en ella la superficie esta casi seca y la tasa de reducción de humedad en el tiempo comienza a decrecer.
- ***Fase de secado decreciente:*** Última etapa del proceso, en ella la superficie esta seca y la humedad se mueve por osmosis desde el interior del producto hacia su superficie. La tasa de reducción de humedad es decreciente y depende más de las propiedades internas del producto que de las condiciones ambientales del aire.

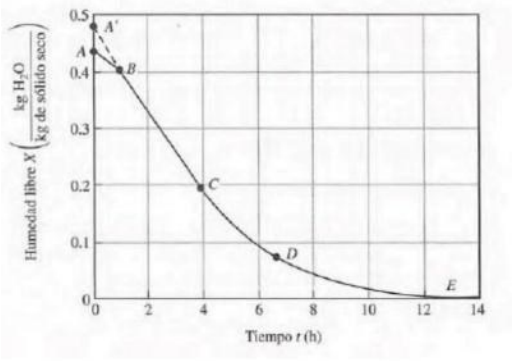



**Gráfico Nº 2.- Ejemplo de curva de secado.**

Los tiempos y el comportamiento de las razones de reducción de humedad respecto a este son variables que deben obtenerse experimentalmente pues dependen fuertemente de las propiedades estructurales del producto.

### 3.5.2. Deshidratado tradicional

En cuanto al secado de alimentos, de forma tradicional, los métodos utilizados históricamente son el secado con fuego y el secado al sol.

#### 3.5.2.1. Secado con combustión

Tradicionalmente se utilizó el fuego, ya sea el fogón de la cocina o fogatas especificas con el fin de desecar y preservar los alimentos, el fuego de un fogón a leña no solo aporta el calor necesario para el desecado, sino que también permite el ahumado, que es un proceso en que las partículas de humo resultado de la combustión incompleta de ciertas maderas actúan como un antimicrobiano natural mejorando así la preservación del alimento y eventualmente su sabor. Hoy en día lo normal es utilizar hornos a gas para el secado de alimentos, este proceso es más limpio que el secado al fuego tradicional y más controlado.



**Imagen Nº 27.- Deshidratado por combustión: ahumado y con quemador de gas.**

Ventajas del secado en horno:

- ***No depende de la latitud:*** A diferencia del secado al sol, el secado en horno pude utilizarse en cualquier clima y condición ambiental ya que las condiciones artificiales del interior del horno son las que proveen el secado del alimento.
- ***Es un proceso controlable:*** El fabricante del alimento deshidratado puede controlar la intensidad de la llama y el volumen de aire dentro del horno (escogiendo un horno más grande o pequeño) regulado así el proceso para ajustarlo a sus necesidades de secado.

- ***Es sencillo de implementar:*** Con el horno adecuado se puede secar cualquier alimento sin necesidad de intervención en el diseño del proceso.

Desventajas del secado al horno:

- ***El costo de la infraestructura puede ser alto:*** dependiendo de las necesidades de secado y sus volúmenes un horno a gas industrial puede ser costoso de adquirir.
- ***El costo del combustible:*** El costo del gas combustible pude ser muy alto y debe ser factorizado en los cálculos para establecer la rentabilidad del proyecto de secado.

### 3.5.2.2. Secado al sol

El secado al sol es una de las primeras formas de preservación de los alimentos que existen y hoy en día se siguen utilizando distintas técnicas de secado solar en el mundo, incluido Chile, siendo el más tradicional el secado a suelo tendido de frutas como la uva (para hacer pasa), del durazno (para hacer huesillo) y del secado de la nuez posterior a su cosecha.



**Imagen Nº 28.- Secado al aire libre.**

Sin embargo, también existen técnicas más sofisticadas como el uso de hornos solares que vienen en distintas formas y tamaños, para distintas capacidades y con distintos sistemas de circulación de aire.

Así, podemos distinguir entre sistemas según su tipo de circulación de aire y si el sol calienta directa o indirectamente los alimentos:

- ***Sistemas con convección natural o pasiva:*** Un sistema con convección natural o circulación pasiva de aire utiliza la circulación naturalmente generada por las diferencias de densidad entre el aire calentado y el aire ambiental para mantener un movimiento constante de la masa de aire dentro del horno solar para así mejorar el proceso evaporativo del secado.
- ***Sistemas con convección forzada o activa:*** Este es un sistema que utiliza una fuente externa de energía para forzar la convección dentro del horno a través del uso de un ventilador.
- ***Sistemas solares directos:*** En un sistema solar directo, la luz del sol y su calor son recibidas directamente sobre el producto a secar, esto simplifica el diseño del horno y facilita el secado, pero la luz solar puede afectar las propiedades organolépticas del alimento.
- ***Sistemas solares indirectos:*** En este sistema la radiación solar incide sobre una superficie distinta llamada colector, la cual se calienta y a su vez calienta al aire que circula por ella. Dicho aire actúa como medio de transporte para la energía hacia el alimento que se encuentra en otra parte del horno solar llamada cámara de secado.

Es importante notar que un horno solar puede clasificarse con cualquier combinación de tipo de convección de aire e incidencia de la radiación solar.

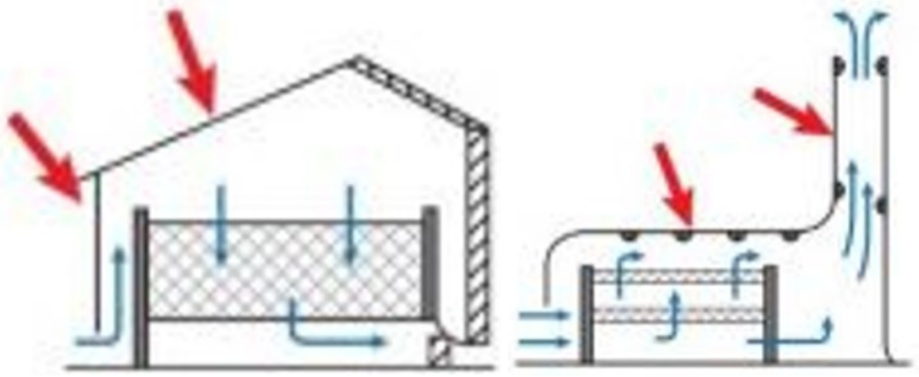


**Imagen Nº 29.- Secado solar directo.**

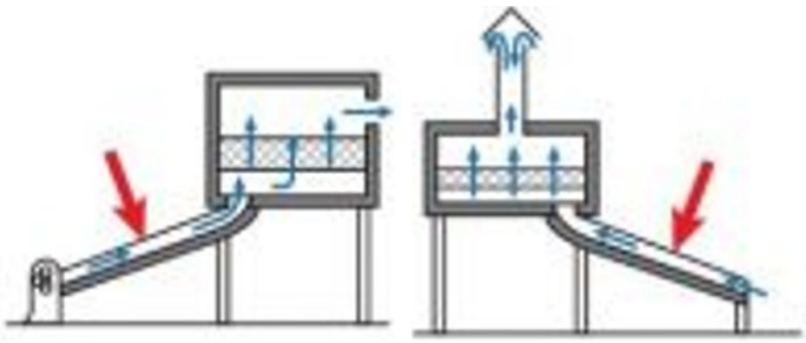


**Imagen Nº 30.- Secado solar indirecto.**

Ventajas del secado solar:

- ***Menor costo:*** El costo de un sistema de secado solar puede ser muy bajo en comparación con un horno a combustión. En caso del secado tradicional a suelo tendido no hay más costo que el uso del terreno y en caso de hornos solares el costo de inversión y mantención puede ser menor que un horno tradicional y además no requiere gastar en combustibles.
- ***Amigable con el medio ambiente:*** La falta de combustión permite hacer un secado intensivo sin emitir gases de combustión que puedan afectar las propiedades organolépticas del alimento o afectar al medioambiente.
- ***Alto potencial en Chile:*** Si bien el secado solar depende que las condiciones climáticas y geográficas de la zona en la que se implementan, Chile en general tiene muy buenos índices de radiación en la mayor parte de su territorio.

Desventajas:

- ***Dependencia del clima:*** En general no todas las latitudes y condiciones climáticas son aptas para aprovechar las ventajas de estos sistemas. Además, incluso en zonas aptas la variabilidad de las condiciones climáticas puede hacer de estos sistemas algo poco controlable.
- ***Requiere diseño:*** Dada las distintas configuraciones que es posible tener en un secador solar, es requerido tomar en cuenta las necesidades del proceso a la hora de escoger el sistema solar adecuado para su implementación especifica en cada proyecto.

### 3.5.2.3. Secado Mixto

Si bien es posible utilizar sistemas puramente a combustión o puramente solares, una buena alternativa para aprovechar las ventajas de cada uno y reducir sus desventajas al complementar un sistema principal, ya sea solar o a combustión, con un sistema de apoyo del otro tipo, ya que estos dos tipos de sistemas de secado se complementan muy bien. Así, por ejemplo, se puede tener un sistema que funcione mayoritariamente con energía solar pero que se apoye con combustión en los días de baja radiación o por el contrario tener un proceso principalmente a combustión que se apoye con un colector solar para precalentado del aire y así ahorrar combustible. Estos dos métodos se pueden mezclar y complementar en distintas proporciones según las necesidades del proceso y el análisis de los costos de inversión, mantención y combustible.




**Imagen Nº 31.- Deshidratador solar semi-industrial con quemador de gas de apoyo.**

### 3.5.3. Tecnología de techo solar activo

#### 3.5.3.1. Contexto del desarrollo tecnológico

Las innovaciones en deshidratado solar presentadas en esta sección corresponden al trabajo desarrollado por el Centro de Innovación Energética (CIE) de la Universidad Técnica Federico Santa María bajo la dirección del profesor Jaime Espinoza[7]. Este desarrollo tecnológico se ha orientado hacia la búsqueda de soluciones económicas que apoyen a pequeños y medianos productores del sector agroindustrial, con un fuerte énfasis en la eficiencia energética y la compatibilidad ambiental. Una característica distintiva de estas tecnologías es la utilización de materiales de fácil acceso en el mercado nacional, lo que facilita tanto su implementación como su mantención.

#### 3.5.3.2. Concepto y principio de funcionamiento

El techo solar activo es un sistema de precalentamiento de aire mediante radiación solar que nace de la necesidad de reducir el consumo energético en procesos industriales y domésticos que requieren aire caliente. El concepto fundamental se basa en el aprovechamiento de la radiación solar que incide sobre una superficie de alta absortividad térmica, específicamente una superficie de color negro, la cual incrementa su energía interna y, por consiguiente, su temperatura superficial. Esta energía térmica acumulada es posteriormente transferida mediante convección forzada a un flujo de aire que circula de forma constante sobre la superficie colectora.

El sistema opera bajo el principio del efecto invernadero: la radiación solar penetra a través de una cubierta translúcida e incide sobre la superficie absorbente negra, elevando considerablemente su temperatura. El aire que circula entre ambas superficies intercambia calor con la placa caliente, incrementando su temperatura antes de ser conducido hacia el proceso que requiera aire caliente, como puede ser el secado o deshidratado de productos.

### 3.5.3.3. Componentes del sistema

El techo solar activo se compone principalmente de dos elementos constructivos que generan una cámara de circulación de aire:

- ***Superficie traslúcida**:* Se utiliza policarbonato alveolar transparente como material para la cubierta superior del sistema. Este material presenta una transmisividad en el rango de 76-80%, lo que permite el paso de la mayor parte de la radiación solar hacia el interior del sistema. El policarbonato alveolar ofrece además ventajas en términos de resistencia estructural, durabilidad y disponibilidad comercial.
- ***Placa absorbente:*** Como superficie absorbente de radiación se emplea un panel aislante conocido comercialmente como Instapanel. Este panel está compuesto por una plancha trapezoidal de acero de color negro en su cara expuesta a la radiación y un núcleo aislante de poliuretano. La superficie metálica negra maximiza la absorción de radiación solar, mientras que el aislante de poliuretano minimiza las pérdidas térmicas hacia el interior de la estructura sobre la cual se instala el sistema.
- ***Cámara de circulación:*** El espacio generado entre el policarbonato y el panel aislante forma la cámara por la cual circula el aire a precalentar. En esta cámara se genera un efecto invernadero que se ve potenciado por el color negro de la superficie metálica del panel, logrando temperaturas superiores a las que se obtendrían con superficies de otros colores.

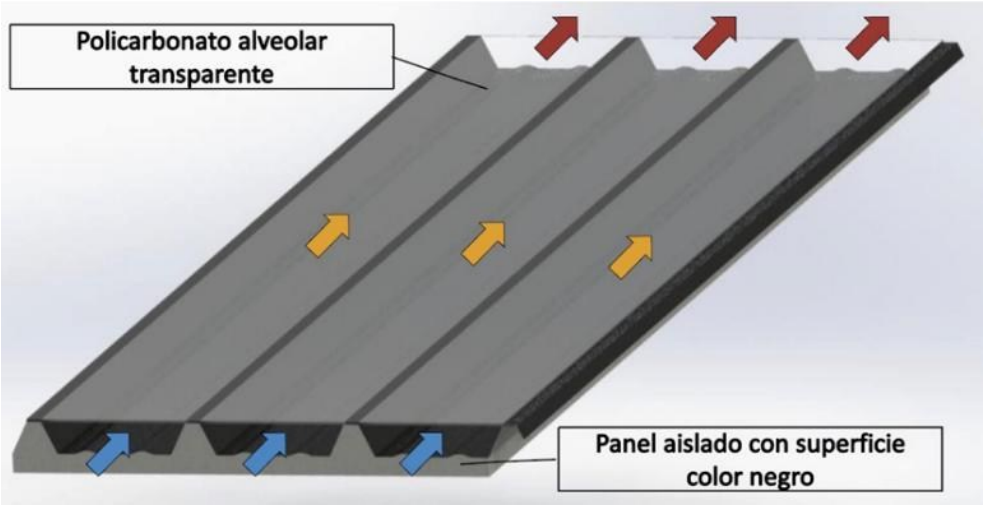



**Imagen Nº 32.- Esquema de sistema "techo solar activo".**

### 3.5.3.4. Parámetros de operación

Para el correcto funcionamiento del techo solar activo se requiere un ventilador que fuerce la circulación del aire, impulsando su ingreso y recorrido dentro de la cámara formada entre el policarbonato y la placa absorbente. La velocidad de aire recomendada para la operación del sistema se encuentra en el rango de 2 a 4 m/s, lo que permite un adecuado intercambio térmico sin generar pérdidas de carga excesivas en el sistema.

Un aspecto importante del diseño es que el panel está construido con materiales diseñados específicamente para uso en exteriores, lo que garantiza su resistencia ante inclemencias climáticas y variaciones térmicas. Esta característica es fundamental para asegurar la durabilidad y bajo costo de mantenimiento del sistema a lo largo de su vida útil.

### 3.5.3.5. Aplicaciones y versatilidad

El techo solar activo presenta una amplia versatilidad en su aplicación. Si bien fue desarrollado inicialmente para el deshidratado de productos agrícolas, puede ser utilizado como precalentador de aire en diversos procesos industriales que requieran aire caliente, tales como calefacción de espacios, secado de productos, curado de materiales, entre otros.

Una característica destacable del sistema es su adaptabilidad a diversos volúmenes de producción. Para procesos de mayor escala donde el aporte solar por sí solo no es suficiente para alcanzar las metas de producción, el sistema puede complementarse con otras fuentes de energía térmica, como sistemas de agua caliente solar o calderas de respaldo, permitiendo así una operación híbrida que maximiza el ahorro energético.

A la fecha del estudio referenciado[7] (año 2016), el sistema de techo solar activo se había implementado exitosamente en cinco plantas procesadoras de nueces y almendras en Chile, demostrando su viabilidad técnica y económica en aplicaciones reales de la industria alimentaria.

### 3.5.3.6. Consideraciones de escala

Esta tecnología se recomienda especialmente para medianos productores, debido a los requerimientos de inversión inicial y la necesidad de contar con infraestructura adecuada para su instalación. El análisis de rendimiento en función del volumen de producción indica que para procesos de gran volumen de producción (sobre tres toneladas de producto seco por día), el sistema permite reducir entre 50% y 100% el consumo de gas utilizado en el proceso de secado. Esta reducción representa un ahorro significativo en los costos operacionales del proceso. Sin embargo, para volúmenes muy grandes de producción, donde los requerimientos energéticos son considerablemente superiores, el ahorro porcentual puede ser menor, situándose bajo el 20% del consumo total de energía. Esto se debe a que el área de captación solar requerida para satisfacer completamente la demanda energética de estos procesos sería excesivamente grande, tanto en términos de inversión como de disponibilidad de espacio.

### 3.5.3.7. Otras tecnologías desarrolladas (referencia comparativa)

Además del techo solar activo, el CIE ha desarrollado otras tecnologías de deshidratado solar que vale la pena mencionar como referencia comparativa para comprender el espectro de soluciones disponibles según la escala de producción:

- ***Contenedor Deshidratador Solar:*** Diseñado para operaciones de mediana escala, este sistema tiene una capacidad de procesamiento de hasta 1.000 kg de producto húmedo. Cuenta con un área colectora de 30 m² distribuidos en tres secciones de 10 m² cada una. Sus características principales son su diseño transportable, modular y de operación inmediata. El sistema requiere una potencia eléctrica de 340 W para la operación del ventilador y presenta un costo aproximado de US$ 8.500.



**Imagen Nº 33.- Deshidratador solar, formato contenedor.**

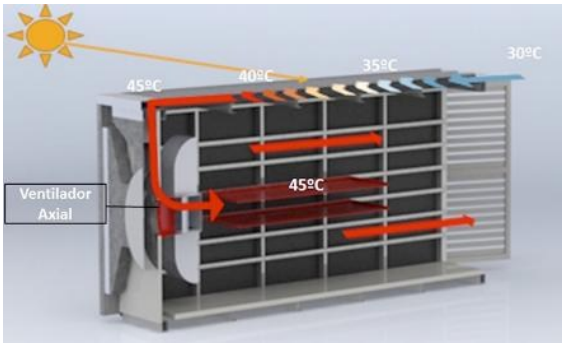



**Imagen Nº 34.- Contenedor deshidratador solar, funcionamiento interno.**

- ***Deshidratador Unifamiliar:*** Orientado a pequeños emprendedores y producción familiar, este sistema tiene una capacidad de 30 kg de producto húmedo. Posee un área colectora de 3 m² y opera con una potencia de 90 W. Una característica distintiva es la incorporación de apoyo fotovoltaico para permitir su operación independiente de la red eléctrica, lo que lo hace especialmente adecuado para zonas rurales sin acceso a electricidad. Su costo aproximado es de US$ 2.500.

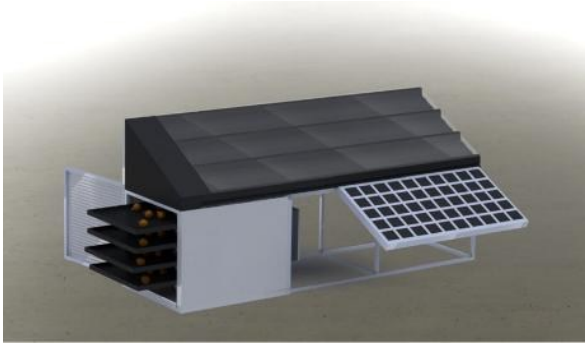


**Imagen Nº 35.- Deshidratador solar unifamiliar.**

### 3.5.3.8. Análisis económico del techo solar activo

El costo de implementación de un techo solar activo se estima en 60 US$/m² de superficie colectora.

En comparación con sistemas convencionales de calentamiento por combustión, el techo solar activo presenta ventajas económicas significativas en términos de costos operacionales, ya que elimina o reduce sustancialmente el consumo de combustibles fósiles. La reducción en los costos operacionales por concepto de combustible debe evaluarse en función de la escala de producción y las condiciones de radiación solar del lugar de instalación.

El retorno de inversión del sistema varía según la escala de producción. Para medianos productores con volúmenes sobre las tres toneladas diarias, donde se logran reducciones de 50-100% en el consumo de gas, los períodos de recuperación de la inversión pueden ser relativamente cortos. Sin embargo, para grandes volúmenes de producción donde el ahorro porcentual es menor, el análisis de retorno debe considerar cuidadosamente la relación entre inversión inicial y ahorros proyectados.

### 3.5.3.9. Resultados de desempeño

Las experiencias de implementación del techo solar activo han demostrado resultados concretos en términos de ahorro energético. Para procesos industriales sobre tres toneladas de producto seco por día, se ha logrado una reducción de consumo de gas combustible entre 50% y 100%, dependiendo de las condiciones de radiación solar disponibles y la configuración específica del sistema.

En cuanto a las condiciones de operación, el sistema es capaz de alcanzar y mantener una temperatura constante de operación de aproximadamente 45°C en el aire precalentado, temperatura que resulta adecuada para la mayoría de los procesos de deshidratado de productos agrícolas y cárnicos.

# 4. Desarrollo

## 4.1. Análisis FODA

Como primera actividad desarrollada para la obtención de los objetivos planteados se busca diagnosticar la empresa estudiada con miras a desarrollar estrategias que permitan su profesionalización. Para ello se utilizó un análisis FODA que se presenta a continuación:

**Contexto**: La pyme es una empresa familiar, de poco personal (los dos dueños y dos trabajadores) que se dedica a la fabricación, envasado y venta de carne de equino deshidratada (charqui). Está ubicada en una comuna rural de tradición campestre y de condiciones ideales para el deshidratado al sol durante los meses de verano. La empresa se ha diferenciado por una búsqueda de calidad y salubridad en sus procesos y los resultados de ello son altamente apreciado por sus clientes, sin embargo, carece de total regularización en materias de permisos y normativa legal.

**FODA**:

a. **Fortalezas** (cosas que se hacen bien y distinguen de la competencia):

   i. La preocupación por la calidad del producto final en cuanto sabor y textura es constantemente reconocida y valorada por los clientes.
   ii. La presencia de un proveedor de confianza que entrega la materia prima principal (carne de equino) de buena calidad, económica, a pedido y con posibilidad de crédito.
   iii. El precio de venta es ligeramente menor al de la competencia local (alrededor de un 7% a 10% menos).
   iv. El uso de invernadero solar como cámara de secado contribuye a la higiene y calidad del producto y amplía la capacidad de secado en función del tiempo.

b. **Debilidades** (cosas que se pueden mejorar y que resultan contrarias al objetivo):

   i. La falta de regularización de las instalaciones impide la obtención de permisos sanitarios, lo que limita fuertemente la capacidad de venta a negocios establecidos y empresas más grandes.
   ii. Falta de orden y registro de las ventas impide un adecuado control, así como la posibilidad de acudir a servicios de financiamiento como bancos para potenciar las actividades de la empresa.

iii. Márgenes muy acotados (del orden de $4.000/kilo de charqui o aproximadamente el 15%) y bajo nivel de capital implican una gran fragilidad en la proyección a largo plazo de la empresa.
iv. Asociado al punto i, la falta de una marca establecida impide diferenciarse de la competencia en cuanto a un reconocimiento más allá de la publicidad "boca a boca".

Para el análisis de oportunidades y amenazas se enfoca en una clasificación por factores PESTEL (Políticos, Económicos, Sociales, Environmentals/Ambientales, Tecnológicos y Legales). Así, se obtienen:

c. **Oportunidades** (factores externos y fuera de control pero que pueden favorecer a cumplimiento de los objetivos):

i. (Aspecto político) – Programas del estado para ayuda de las pymes buscan estimular las economías locales.
ii. (Aspecto social) Hay un mayor interés en productos saludables y naturales por parte de la población en general.
iii. (Aspecto tecnológico) Las tecnologías solares son fáciles de implementar y han alcanzado precios convenientes.
iv. (Aspecto ambiental) El clima de la zona es ideal para el aprovechamiento de la energía solar.

d. **Amenazas** (factores externos y fuera de control pero que pueden medrar el cumplimiento de los objetivos):

i. (Aspecto económico) – Reducción en la economía afecta la venta de productos no esenciales en la canasta familiar.
ii. (Aspecto tecnológico) – Las tecnologías solares son fáciles de implementar y muy atractivas, no solo para la empresa, sino que también para la competencia.

**Estrategias**: Se cruzan los factores encontrados en FODA para determinar estrategias ofensivas, defensivas, de adaptación y supervivencia según el siguiente esquema:

| **FODA** | Oportunidades | Amenazas |
|---|---|---|
| Fortalezas | Estrategias ofensivas | Estrategias defensivas |
| Debilidades | Estrategias de adaptación | Estrategias de supervivencia |

**Tabla Nº 3.- Esquema de composición de una tabla FODA.**

Así, se obtiene:

**Tabla Nº 4.- Análisis FODA a pyme "Charqui Villaseca".**

| **FODA** | Oportunidades | Amenazas |
|---|---|---|
| | 1. (Aspecto político) – Programas del estado para ayuda de las pymes buscan estimular las economías locales.<br>2. (Aspecto social) Hay un mayor interés en productos saludables y naturales por parte de la población en general.<br>3. (Aspecto tecnológico) Las tecnologías solares son fáciles de implementar y han alcanzado precios convenientes.<br>4. (Aspecto ambiental) El clima de la zona es ideal para el aprovechamiento de la energía solar. | 1. (Aspecto económico) – Reducción en la economía afecta la venta de productos no esenciales en la canasta familiar.<br>2. (Aspecto tecnológico) – Las tecnologías solares son fáciles de implementar y muy atractivas, no solo para la empresa, sino que también para la competencia. |
| Fortalezas | Estrategias ofensivas | Estrategias defensivas |
| 1. La preocupación por la calidad del producto final en cuanto sabor y textura es constantemente reconocida y valorada por los clientes.<br>2. La presencia de un proveedor de confianza que entrega la materia prima principal (carne de equino) de buena calidad, económica, a pedido y con posibilidad de crédito.<br>3. El precio de venta es ligeramente menor al de la competencia local (alrededor de un 7% menos).<br>4. El uso de invernadero solar como cámara de secado contribuye a la higiene y calidad del producto y amplía la capacidad de secado en función del tiempo. | 1. Promocionar mejor el producto como un snack saludable y natural para tratar de llegar a más clientes (F:1 y 4, O:2).<br>2. Apoyarse aún más en tecnologías de energía solar para abaratar costos, mejorar calidad y tiempos de producción. (F:4, O:3 y 4). | 1. Mantener costos bajos a través de apoyo del proveedor de confianza y la temprana adopción de tecnologías que optimicen los procesos para mantener la ventaja sobre competidores (F:2 y 4, A:3). |

| Debilidades | Estrategias de adaptación | Estrategias de supervivencia |
|---|---|---|
| 1. La falta de regularización de las instalaciones impide la obtención de permisos sanitarios, lo que limita fuertemente la capacidad de venta a negocios establecidos y empresas más grandes.<br>2. Falta de orden y registro de las ventas impide un adecuado control, así como la posibilidad de acudir a servicios de financiamiento como bancos para potenciar las actividades de la empresa.<br>3. Márgenes muy acotados (del orden del 15%) y bajo nivel de capital implican una gran fragilidad en la proyección a largo plazo de la empresa.<br>4. Asociado al punto 1, la falta de una marca establecida impide diferenciarse de la competencia en cuanto a reconocimiento más allá de la publicidad "boca a boca". | 1. Se debe regularizar los permisos con tal de empezar a vender a un público más amplio apoyándose en apoyos a las pymes para ello. (D:1 y 4, O:1 y 2).<br>2. Un mayor volumen de venta puede compensar los márgenes acotados sin tener que subir precios (D:3, O:2).<br>3. El apoyo de tecnologías solares puede permitir un menor nivel de costos, mejorando así los márgenes operacionales (D:3, O:3 y 4).<br>4. Es necesario desarrollar aspectos como la presentación del envasado, logo y marca e información nutricional para llamar la atención del público, darle un aspecto formal e incentivar su consumo (D:4, O:2). | 1. Se debe regularizar a la brevedad, para, por una parte, asegurar una operación más económica y permitiendo llegar a mejores precios y por otra adelantarse a competidores con ideas similares en cuanto a la adopción de nuevas tecnologías (D:1 y 3, A:1 y 2). |

A partir del análisis FODA y las estrategias planteadas se presentan las siguientes líneas de trabajo:

1º. Obtención de permisos sanitarios para la elaboración de alimentos y regularización legal y financiera.
2º. Implementación de energía solar como apoyo a la ya existente para mejora de los procesos.
3º. Estudio e implementación de elementos como envasado, marca y comercialización.
4º. Búsqueda de financiamiento.

El desarrollo de este trabajo se centra en las líneas de trabajo 1º y 2º obtenidas gracias al análisis FODA. Las líneas de trabajo 3º y 4º se dejan como potencial trabajo posterior.

## 4.2. Obtención de permisos sanitarios

De acuerdo con lo determinado en el análisis FODA se considera, como primera línea de trabajo, proponer los cambios necesarios a la infraestructura para poder obtener los permisos sanitarios que actuaran de base para la regularización y entrada al mercado formal de la empresa. Para ello se realiza un análisis de la infraestructura actual respecto a su conformidad con la ley sanitaria vigente y se elabora un presupuesto de los cambios necesarios para su regularización sanitaria.

### 4.2.1. Análisis de conformidad con la ley

La norma vigente que establece los requerimientos que debe poseer un establecimiento en el que se haga producción, importación, elaboración, envase, almacenamiento, distribución y venta de alimentos para uso humano está dada por el Decreto Superior Nº977 del año 1997 del MINSAL[3].

Así, los locales que requieren realizar actividades de manipulación de alimentos deben contar con las características que el D.S. 977/97 exige. Entre ellas podemos destacar las siguientes:

- Ubicación alejada de focos de insalubridad, en concordancia con la zonificación permitida por la municipalidad correspondiente y en un espacio separado de viviendas y aislado del ambiente exterior.
- Dependencias que cuenten con áreas separadas de recepción de la materia prima, elaboración de los productos, almacenaje del producto final, servicios higiénicos acordes en tamaño con el volumen de personal trabajando y separados correctamente de las áreas de manipulación de alimentos.
- Lavamanos en secciones donde se manipulen alimentos con sus útiles de aseo propios e independientes de otros lavaderos o lavaplatos.
- Las paredes deben ser de superficie no absorbente, lisa y lavable. El color debe ser claro. El cielo del techo debe cumplir con estas características.
- Pisos deben ser lavables y antideslizantes y con pendiente suficiente para el escurrimiento de líquidos.
- Debe contar con abastecimiento de agua potable y servicio de eliminación de aguas servidas.
- Debe contar con la adecuada ventilación e iluminación, esta última no debe alterar los colores.
- Según corresponda deberá contar con sistemas de refrigeración adecuados para el proceso.
- Instalaciones eléctricas y de gas en norma según lo establecido por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).
- Disposición adecuada para los residuos sólidos y RILES según el D.S. 745/92 y la Ley nº3133 respectivamente.

Tras la revisión del lugar se observan las instalaciones y se compara con los requisitos exigidos por la ley sanitaria. Por simplicidad se presentan a continuación (**Tabla Nº 5**) solo los puntos en los que existe disconformidad respecto a las exigencias sanitarias.

**Tabla Nº 5.- Listado de disconformidades respecto a ley D.S. 977/97.**

| Listado de disconformidades respecto a lo señalado en ley D.S. 977/97 | | |
|---|---|---|
| **Zona** | **Exigencias** | **¿Por qué no cumple la exigencia?** |
| **Dependencias** | Los locales destinados a la elaboración de alimentos deberán contar con las siguientes áreas:<br>1. Recepción, selección, limpieza y preparación de las materias primas.<br>2. Producción.<br>3. Almacenamiento de materias primas y del producto terminado. | Se requiere entrada y salida a sala de envasado propia. |
| | Los edificios e instalaciones deberán proyectarse de tal manera que las operaciones deban realizarse en las debidas condiciones higiénicas y se garantice la fluidez del proceso de elaboración desde la llegada de la materia prima a los locales, hasta la obtención del producto terminado, asegurando, además, condiciones de temperatura apropiadas, tanto para el proceso de elaboración como para el producto. | |
| **Servicios higiénicos para el personal** | Independientes para cada sexo. | Un solo baño unisex. |
| | Con duchas y lavamanos, con agua caliente y fría, en buen estado de funcionamiento. | Baño cuenta con lavamanos, taza y ducha, pero no agua caliente. |
| | Las ventanas y otras aberturas deberán estar provistas de mallas protectoras contra vectores infecciosos. | No poseen malla protectora. |

| | | |
|---|---|---|
| **Sala de guardarropía** | Independiente para cada sexo. | No se dispone de guardarropía. |
| | Con casilleros individuales. | |
| | Casilleros en número igual a la cantidad de trabajadores. | |
| **Instalación de gas** | Instalación y construcción de acuerdo con la normativa vigente. | Se requiere caseta para balón de gas. |
| **Lavamanos** | Con sus útiles de aseo propios. | Solo se cuenta con un lavaplatos en sala de elaboración. |
| | Independientes de lavaderos o lavaplatos. | |
| **Ventilación** | Las aberturas de ventilación deberán estar provistas de rejillas u otras protecciones de material anticorrosivo y que puedan retirarse fácilmente para su limpieza. | Rejillas existen, pero no se pueden retirar para su aseo. |
| **Instalaciones de gas y eléctricas** | Construidas, instaladas, protegidas y mantenidas de acuerdo con las normas establecidas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). | Instalación eléctrica no está actualizada. Aún conectada a la instalación de la casa habitación. |
| **Protección y conservación de alimentos** | Provistos de un termómetro o dispositivo para registro de temperatura. | Hay una conservadora cuyo lector de temperatura no funciona. |
| **Pisos** | De material resistente a la corrosión, al desgaste físico, impermeables, antideslizante y de fácil lavado. | La mitad del piso cumple, la otra mitad es de material no impermeable. |
| **Paredes** | Se construirán de materiales impermeables y atóxicos. | La sala de elaboración es la única que cumple. |
| | Con pintura lavable de tono claro, atóxica. | |
| | De material sólido, lisas, no absorbentes y lavables. | |
| **Cielos** | Deberán ser fáciles de limpiar. | Cielos no lavables. |
| **Puertas y ventanas** | Las puertas deberán ser de superficie lisa y no absorbente. | Una puerta es de madera. |

| | | |
|---|---|---|
| **Iluminación** | Las lámparas que estén suspendidas sobre el material alimentario en cualquiera de las fases de producción deben ser de fácil limpieza y estar protegidas para evitar la contaminación de los alimentos en caso de rotura. | Lámparas no cuentan con protección en caso de rotura. |
| **Rotulo o etiquetado alimentos envasados** | Todos los productos alimenticios que se almacenen transporten o expendan envasados, deberán llevar un rotulo o etiqueta que contenga la información reglamentaria exigible. (Art.107 al 121 del D.S. 977/97 del MINSAL). | No existe sistema de rotulado. |
| **Extintor** | Uno por cada 150 m² de superficie. | No hay extintores (se requieren dos extintores dada la cantidad de metros cuadrados de la fábrica). |
| | En lugares de fácil acceso. | |
| | Del tipo adecuado a los materiales combustibles o inflamables que existan o se manipulen. | |
| | Todo el personal que se desempeñe en el establecimiento deberá ser instruido y entrenado sobre la manera de usar los extintores en caso de emergencia. | |
| | Los extintores deberán ser sometidos a mantención por lo menos una vez al año. | |
| | Deberán ubicarse a una altura máxima de 1.30 metros, medido desde el suelo a la base del extintor. | |
| | Deben estar debidamente señalados. | |

### 4.2.2. Propuestas de regularización

Desde el análisis anterior se presentan las siguientes modificaciones a la infraestructura en orden de asegurar conformidad con la ley sanitaria y facilitar el proceso de adquirir los permisos sanitarios pertinentes:

- ***Recubrimiento de pisos y paredes:*** Se debe cumplir con la condición de pisos lisos, lavables y antideslizantes, paredes deben ser lisas, lavables y de color claro. Para ello se propone el uso de encementado liso con sellador acrílico para cemento para asegurar su impermeabilidad.



**Imagen Nº 36.- Piso encementado liso (imagen de referencia).**

- ***Recubrimiento de cielo:*** El cielo debe ser de superficie lavable y tener la altura adecuada. Para ello se propone el uso de plancha de fibrocemento liso y pintura lavable de látex.

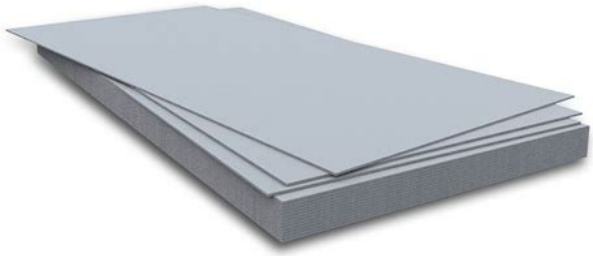


**Imagen Nº 37.- Plancha de fibrocemento liso.**

- ***Ampliación de los baños:*** Se propone la construcción de un baño extra para completar 2 baños, uno para damas y otro para varones. Se incluye en la propuesta sala de vestir para cada baño con casilleros para el personal.



**Imagen Nº 38.- Casilleros de metal.**

- ***Sala de procesos:*** Se propone un lavamanos extra para separar la función de lavado de manos del lavaplatos ya existente. Se propone cambiar la puerta de madera hacia la sala de envasado ya existente con una puerta de aluminio adecuada. También se incorpora en el presupuesto para la sala de procesos la ubicación de un remarcador de agua para separar los costos de la fábrica con los gastos de la casa habitación. También se hace un cierre en zona contigua (entre sala de fríos y sala de procesos) para mejora de la higiene.



**Imagen Nº 39.- Puerta de aluminio con vidrio y remarcador de agua.**

- ***Sala de envasado:*** Se incluye la incorporación de una puerta de aluminio de una hoja para la salida de esta y así evitar la circulación por la sala de elaboración del producto terminado y disminuir el riesgo de contaminación cruzada.
- ***Instalación eléctrica:*** Se propone regularizar la instalación eléctrica y separarla de la instalación domiciliaria con el uso de un remarcador eléctrico monofásico y panel de protección propio. Además, se incluyen la iluminación adecuada necesaria para toda la planta.




**Imagen Nº 40.- Remarcador de consumo eléctrico.**

- ***Instalación de gas:*** Contempla la inclusión de un calefón de 12 [L] con su caseta para el balón de gas para tener agua caliente en la planta y para los baños. Se incluye otra caseta para instalación de gas para instalarla en el calefactor auxiliar de los hornos.



**Imagen Nº 41.-Caseta para gas.**

- ***Extintores:*** Se incluyen en la propuesta la compra de 2 extintores de 6 [Kg] para cumplir la exigencia según la cantidad de metros cuadrados.



**Imagen Nº 42.- Extintor.**

El resultado de implementar estos trabajos propuestos permitiría realizar los trámites en búsqueda de la obtención del permiso de resolución sanitaria. La comparación del estado actual vs el plan propuesto se muestra en las siguientes figuras:

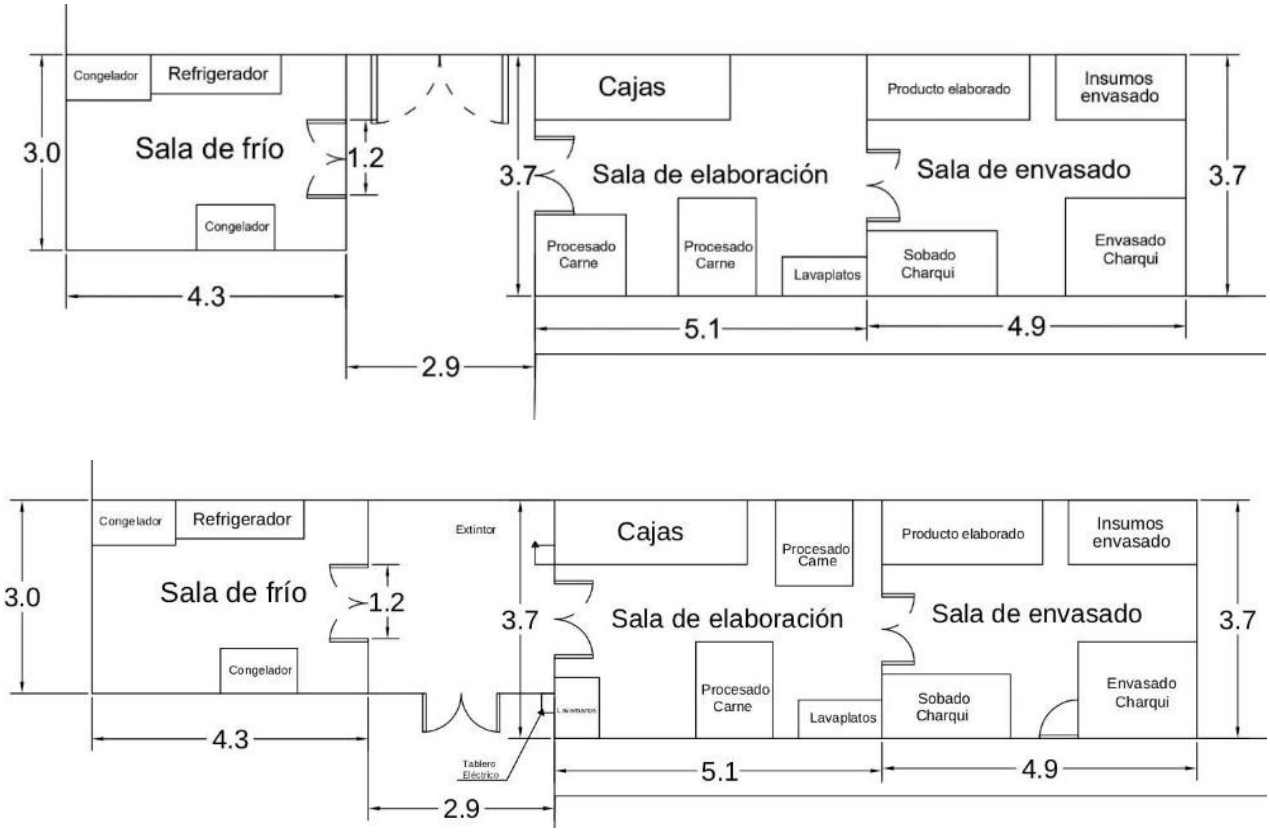



**Imagen Nº 43.- Comparación actual vs propuesto: salas de procesos.**

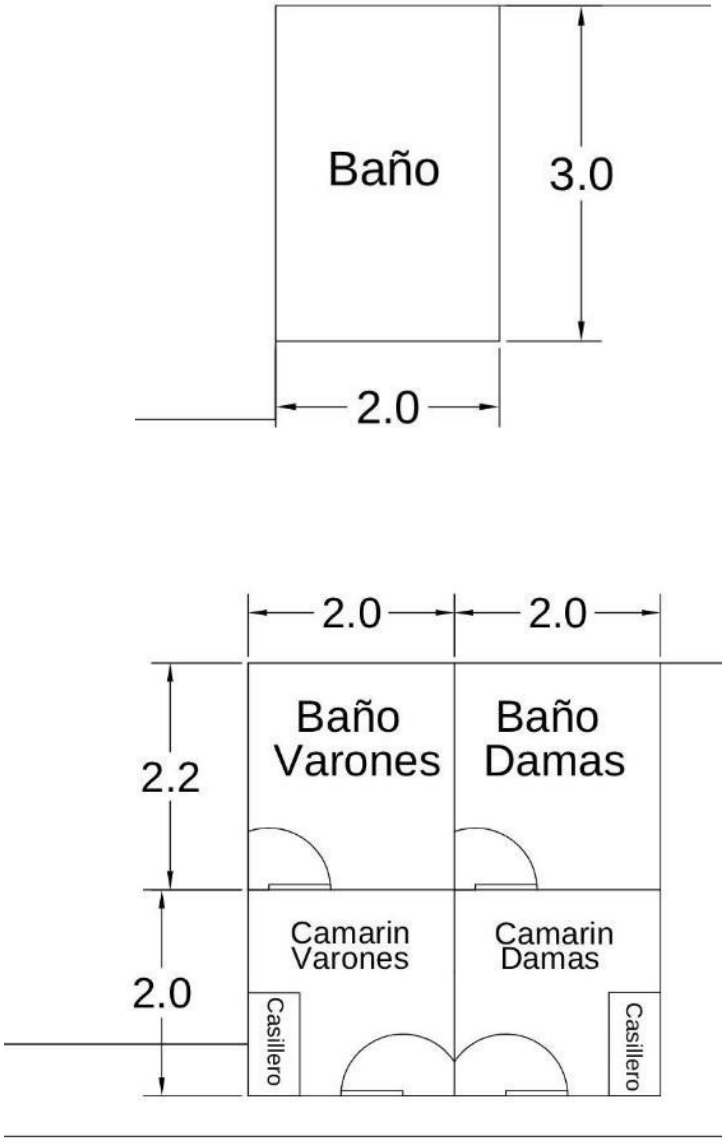



**Imagen Nº 44.- Comparación actual vs propuesto: baños.**

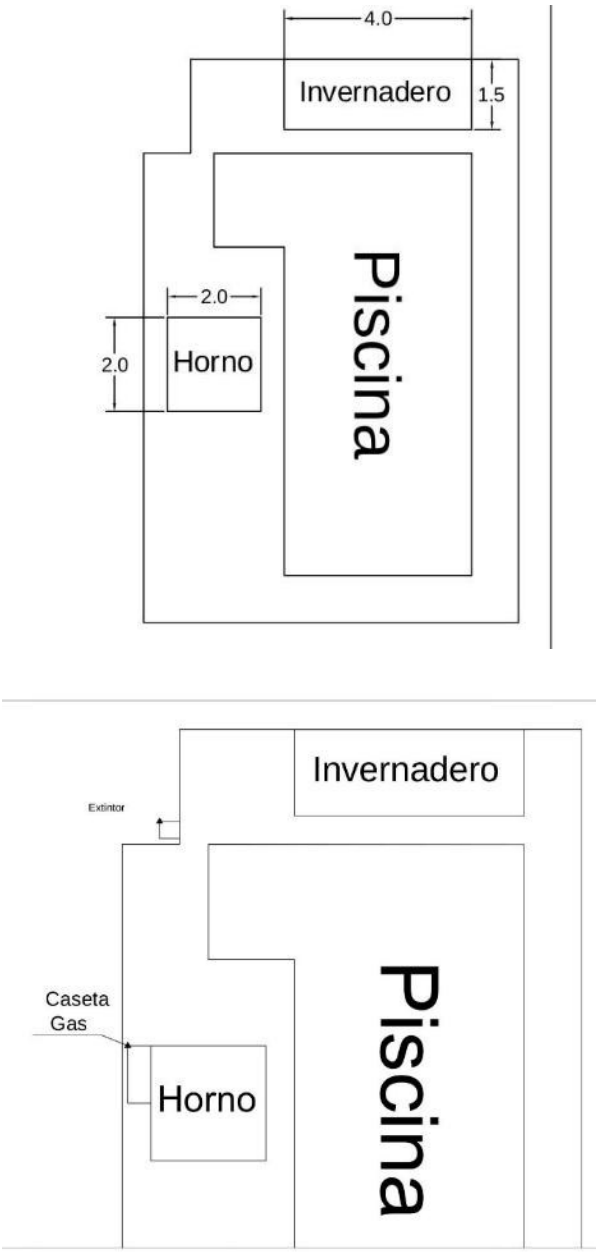



**Imagen Nº 45.- Comparación actual vs propuesto: patio.**

### 4.2.3. Costos presupuestados de la regularización

Para propósitos de evaluación de costos se separa los materiales necesarios en dos grandes grupos, los relativos al recubrimiento de piso, paredes y cielo en primer lugar y el resto de los trabajos en segundo. Para el primero se determina el área de las superficies a recubrir tomando el ancho, largo y un alto fijo de 2,2 [m] para cada sección de la fábrica y descontando el área estimada de las ventanas (para más información de las dimensiones ver esquemas en **Anexo A** y **Anexo B**).

| **Áreas totales** | |
|---|---|
| Área total piso [$m^2$] | 75,4 |
| Área total cielo [$m^2$] | 75,4 |
| Área total paredes [$m^2$] | 172,32 |

**Tabla Nº 6.- Áreas totales de superficie a recubrir.**

Esto para estimar la cantidad de materiales necesarios para la obra de recubrimiento de superficies. El dimensionado de los materiales de encementado para paredes y piso se obtienen, a modo de estimación, con la ayuda de una calculadora en línea[8] considerando un área de 13[m] x 13[m] y 2,5 [cm] de espesor para las paredes y 9 [m] x 9 [m] y 5 [cm] de espesor para el piso. Para el cielo se propone el uso de planchas de fibrocemento y pintura de látex blanca puestas en un entramado de listones de madera.

Para ambos grupos se considera a modo de estimación un recargo del 10% por concepto de materiales y gastos varios (clavos, tornillos y similares) y un gasto de mano de obra de un 30% del total de materiales. Los precios son estimados a partir de cotizaciones en línea de proveedores locales y grandes tiendas del país.

### 4.2.3.1. Costo de trabajos para revestimientos de superficies

Los costos para los trabajos de revestimiento de las superficies se presentan a continuación, todos los precios son presentados en pesos chilenos (CLP).

| Costos de materiales para el revestimiento de paredes | | | |
|---|---|---|---|
| Materiales | Cantidad | Precio unitario | Precio total |
| Cemento (saco 25kg) | 70 | $ 4.500 | $ 315.000 |
| Arena fina (saco 25 kg) | 400 | $ 1.000 | $ 400.000 |
| Aditivo adherente para morteros (balde 18lt) | 2 | $ 112.000 | $ 224.000 |
| Sellador acrílico para cemento x4 manos (balde de 20lt) | 4 | $ 130.000 | $ 520.000 |
| Malla galvanizada (1m x 25m) | 6 | $ 25.000 | $ 150.000 |
| | | **Total:** | $ 1.609.000 |

| Costos de materiales para el revestimiento de pisos | | | |
|---|---|---|---|
| Materiales | Cantidad | Precio unitario | Precio total |
| Cemento (saco 25kg) | 70 | $ 4.500 | $ 315.000 |
| Arena fina (saco 25 kg) | 400 | $ 1.000 | $ 400.000 |
| Aditivo adherente para morteros (balde 18lt) | 1 | $ 112.000 | $ 112.000 |
| Sellador acrílico para cemento x4 manos (balde de 20lt) | 2 | $ 130.000 | $ 260.000 |
| Malla galvanizada (1m x 25m) | 3 | $ 25.000 | $ 75.000 |
| | | **Total:** | $ 1.162.000 |

| Costos de materiales para el revestimiento de cielo | | | |
|---|---|---|---|
| Materiales | Cantidad | Precio unitario | Precio total |
| Plancha fibrocemento (1,2 x 2,4 m) | 25 | $ 25.000 | $ 625.000 |
| Liston de madera 1"x 4" | 15 | $ 1.300 | $ 19.500 |
| Pintura látex blanca (balde 4 galones) | 3 | $ 70.000 | $ 210.000 |
| | | **Total:** | $ 854.500 |

**Tabla N° 7.- Detalle de costos para el recubrimiento de superficies.**

| | |
|---|---|
| Suma costos materiales para los revestimientos: | $ 3.630.000 |
| Gastos varios (10% materiales): | $ 363.000 |
| Total costo de materiales para los revestimientos: | $ 3.993.000 |
| Mano de obra (30% materiales): | $ 1.198.000 |
| **Costo total obra de revestimientos:** | $ 5.191.000 |

**Tabla Nº 8.- Costo total de revestimiento de superficies en fábrica.**

Podemos presupuestar entonces que el recubrir las superficies para lograr que sean lisas, lavables y durables es de alrededor de **5.000.000 [CLP]**. Cabe notar que estos corresponderían a los trabajos más extensivos y de mayor impacto, lo que se condice con el nivel de costo obtenido.

## 4.2.3.2. Otros trabajos de infraestructura

El costo presupuestado para los demás trabajos, es decir, ampliación de los baños, modificaciones a las salas de procesos y envasado, renovación del sistema eléctrico, incorporación de agua caliente y extintores, se lista a continuación. Una vez más, todos los precios son presentados en pesos chilenos (CLP).

| **Costos de materiales para ampliación de baños** | | | |
|---|---|---|---|
| Ítem | Cantidad | Precio unitario | Precio total |
| Tasa de baño | 1 | $ 70.000 | $ 70.000 |
| Lavamanos | 1 | $ 50.000 | $ 50.000 |
| Ducha | 1 | $ 100.000 | $ 100.000 |
| Casilleros (4 puertas) | 2 | $ 130.000 | $ 260.000 |
| Puertas | 3 | $ 75.000 | $ 225.000 |
| Ventana Baño | 3 | $ 50.000 | $ 150.000 |
| Planchas OBS | 10 | $ 15.000 | $ 150.000 |
| Planchas de fibrocemento | 7 | $ 25.000 | $ 175.000 |
| Listones de madera 1”x 4” | 20 | $ 1.300 | $ 26.000 |
| Pintura látex blanca (balde 4 galones) | 1 | $ 70.000 | $ 70.000 |
| | | **Total:** | $ 1.276.000 |

| Costos de materiales para modificaciones en salas de trabajo | | | |
|---|---|---|---|
| Ítem | Cantidad | Precio unitario | Precio total |
| Lavamanos | 1 | $ 50.000 | $ 50.000 |
| Puertas | 2 | $ 100.000 | $ 200.000 |
| Planchas OBS | 6 | $ 15.000 | $ 90.000 |
| Listones de madera 1”x 4” | 10 | $ 1.300 | $ 13.000 |
| Remarcador de consumo de agua | 1 | $ 10.000 | $ 10.000 |
| | | **Total:** | $ 363.000 |

| Costos de materiales para instalación eléctrica | | | |
|---|---|---|---|
| Ítem | Cantidad | Precio unitario | Precio total |
| Remarcador de consumo eléctrico | 1 | $ 20.000 | $ 20.000 |
| Tablero eléctrico | 1 | $ 20.000 | $ 20.000 |
| Diferencial | 1 | $ 20.000 | $ 20.000 |
| Interruptor general | 1 | $ 5.000 | $ 5.000 |
| Automático | 3 | $ 5.000 | $ 15.000 |
| Cable eléctrico 2.5 mm (rollo 50 m) | 2 | $ 24.000 | $ 48.000 |
| Tubo Luz (con rejilla protectora) | 5 | $ 10.000 | $ 50.000 |
| Luz ampolleta led para baño | 4 | $ 2.500 | $ 10.000 |
| | | **Total:** | $ 188.000 |

| Costos de materiales para instalación de gas | | | |
|---|---|---|---|
| Ítem | Cantidad | Precio unitario | Precio total |
| Cálifont (12 litros) | 1 | $ 180.000 | $ 180.000 |
| Regulador de gas | 1 | $ 10.000 | $ 10.000 |
| Caseta para balón de gas (1x15Kg) | 2 | $ 60.000 | $ 120.000 |
| Manguera flexible de gas (1 m app) | 1 | $ 8.000 | $ 8.000 |
| | | **Total:** | $ 318.000 |

| Costos de materiales para extintores | | | |
|---|---|---|---|
| Ítem | Cantidad | Precio unitario | Precio total |
| Extintores PQS (6 kilos) | 2 | $ 25.000 | $ 50.000 |
| | | **Total:** | $ 50.000 |

**Tabla Nº 9.- Detalle de costos para el resto de las obras de infraestructura.**

| | |
|---|---|
| Costos materiales para trabajos varios: | $ 2.200.000 |
| Gastos varios (10% materiales): | $ 220.000 |
| Total materiales para trabajos varios: | $ 2.420.000 |
| Mano de obra (30% materiales): | $ 726.000 |
| **Costo total trabajos varios:** | $ 3.146.000 |

**Tabla Nº 10.- Costo total de obras varias de infraestructura.**

De esta forma se observa que el costo presupuestado para todas las otras modificaciones necesarias para poder cumplir con la normativa sanitaria vigente corresponde a alrededor de **3.000.000 [CLP]**.

### 4.2.4. Análisis de los costos de regularización

Del presupuesto obtenido podemos ver que el costo total de adaptar la fábrica para que cumpla con las exigencias expuestas en la ley en el D.S. 977/97 completa alrededor de **8.000.000 [CLP]**.

Aquí podemos ver su distribución separando revestimientos de las demás obras en **Tabla Nº 11**.

| **Distribución de costos por grupo** | |
|---|---|
| Costo total revestimientos: | $ 5.190.000 |
| Costo total trabajos varios: | $ 3.150.000 |
| **Costo total regularización:** | $ 8.340.000 |

**Tabla Nº 11.-Costo total de trabajos de regularización y su distribución por etapa.**

Su distribución porcentual se puede ver en **Gráfico Nº 3**, donde se observa que alrededor del 60% de costo total de los trabajos corresponden al costo de revestir las superficies para asegurar capacidad de limpieza e higiene (alrededor de 5.000.000 [CLP]).

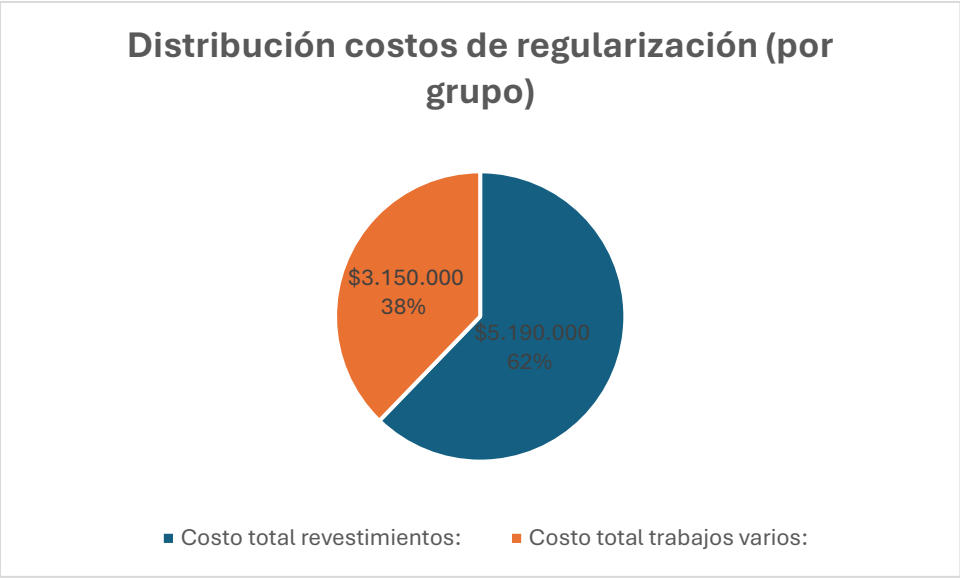



**Gráfico Nº 3.- Distribución de los costos de trabajos de regularización.**

Además, se desglosa los costos por área de trabajo como se muestra en **Tabla Nº 12**, donde se presentan los valores redondeados (la diferencia entre los totales presentados se justifica por el método de redondeo).

| Distribución de costos por área | |
|---|---|
| Revestimiento paredes | $ 2.300.000 |
| Revestimiento cielo | $ 1.220.000 |
| Revestimiento pisos | $ 1.660.000 |
| Ampliación baños | $ 1.820.000 |
| Modificaciones en salas | $ 520.000 |
| Instalación eléctrica | $ 270.000 |
| Instalación de gas | $ 450.000 |
| Extintores | $ 70.000 |
| **Total:** | $ 8.310.000 |

**Tabla Nº 12.- Desglose de costos de trabajos de regularización por área.**

Se observa que, del grupo de trabajos varios, la mayor parte del costo presupuestado corresponde a la ampliación y mejora del baño para incorporar separación por género y vestidores, con un valor de aproximadamente 2.000.000 [CLP] y el resto de los trabajos se pueden considerar menores ya que en conjunto corresponden a un valor inferior a 1.500.000 [CLP]. Podemos ver la distribución porcentual de los trabajos varios en **Gráfico Nº 4**.

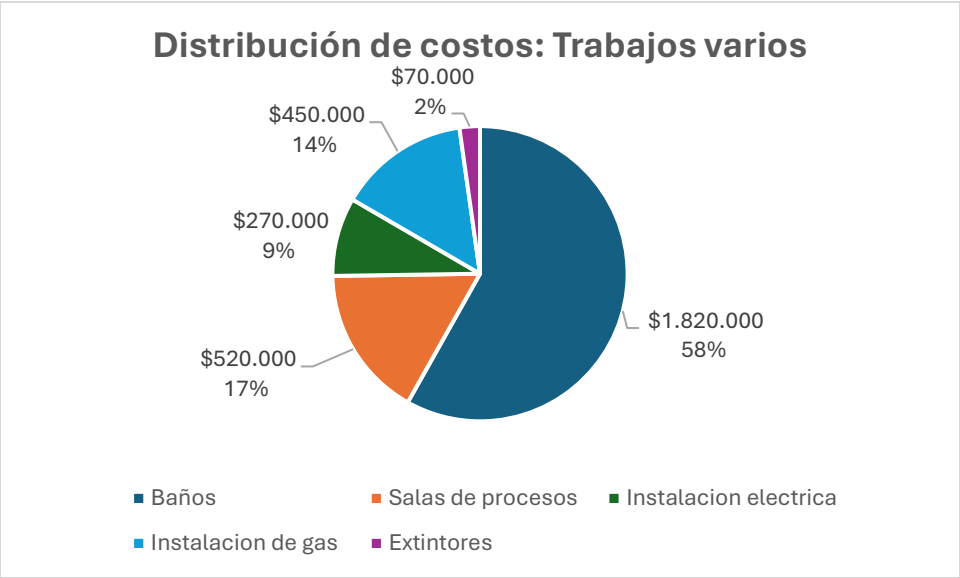



**Gráfico Nº 4.- Distribución de costos para trabajos varios.**

Finalmente, la distribución porcentual de todos los costos presupuestados para las obras de regularización categorizados se muestra a continuación:

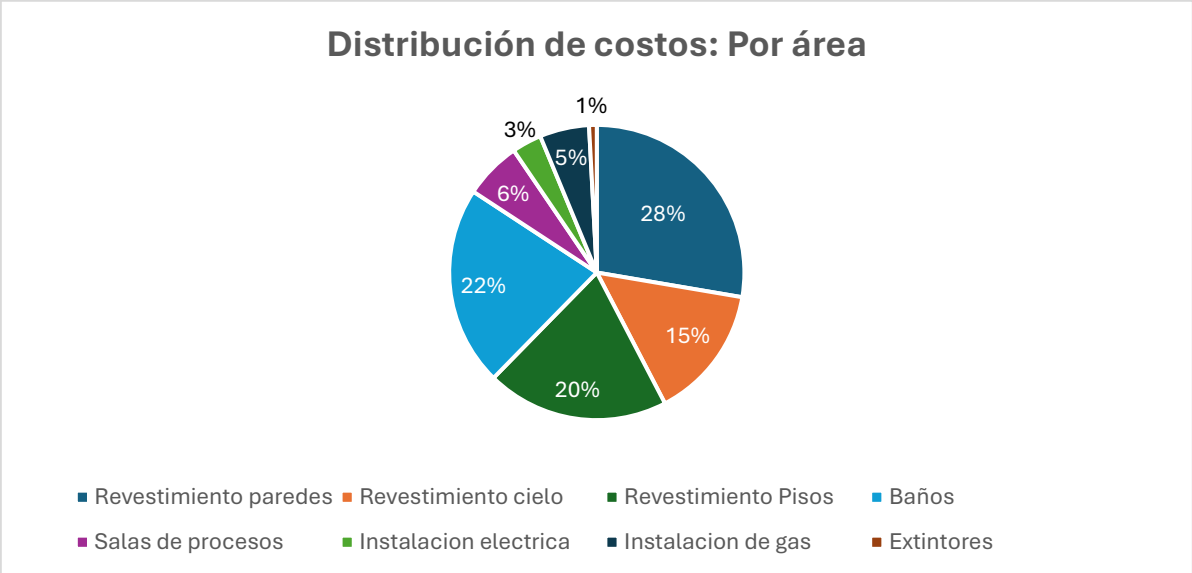



**Gráfico Nº 5.- Distribución del costo total por área.**

## 4.3. Implementación de mejoras con apoyo de energía solar

Como segunda línea de trabajo, se propone el uso de tecnologías de energía solar para apoyar y mejorar los procesos de la fábrica y reducir sus costos. Esto se considera como un presupuesto aparte a lo obtenido en sección 4.2 de este trabajo, separando las etapas de regularización y mejora. A pesar de lo anterior, ambas etapas presentadas se complementan y se sugieren como primeros pasos a seguir para encaminar a la empresa hacia la entrada al mercado formal de producción de deshidratado de carne de manera competitiva.

Se consideran tres tipos de apoyo solar a implementar: un sistema solar térmico para el agua caliente sanitaria, un sistema de generación eléctrica fotovoltaica y la modificación del horno solar ya existente con la incorporación de un techo solar activo.

### 4.3.1. Sistema solar térmico para agua caliente sanitaria

Si bien, en la actualidad la empresa no cuenta con agua caliente en sus instalaciones, en la propuesta de trabajos para regularizar su condición y obtener sus permisos sanitarios expuesta en la sección 4.2 se contempla la instalación de agua caliente sanitaria (ACS) a partir de la incorporación de un Cálifont de 12 [L] con operación a gas licuado de petróleo (GLP). Dando un paso más allá, se contempla el reemplazo de dicho sistema por un sistema solar térmico (SST) como método principal para obtener ACS, con apoyo de un cálifont con combustible GLP especial para sistemas solares como método auxiliar. De esta forma se generaría un ahorro en el gasto de gas GLP necesario para el requerimiento diario del agua caliente proyectada y se contaría con disponibilidad de esta incluso cuando la radiación solar es escasa.

### 4.3.1.1. Equipos propuestos

Para determinar los equipos requeridos se dimensiona el consumo de agua caliente de la fábrica, considerando como consumo máximo el equivalente al consumo de un hogar de 4 personas, donde recomienda[9] alrededor de 40 [L/persona día], es decir, 160 [L/día]. Es por ello por lo que se determina el uso de un colector solar con tanque termo con serpentín de 200 [L] de capacidad, el cual es cotizado con proveedores nacionales.



**Imagen Nº 46.- Colector solar.**

A modo de ejemplo, se considera el equipo "Termo Solar Compacto Presurizado Modelo PCT200P" con el proveedor "Esol"[10] cuya ficha técnica se incluye en **Anexo C**.

Un esquema de circuito típico de estas instalaciones domiciliarias se puede ver en **Imagen Nº 47**.

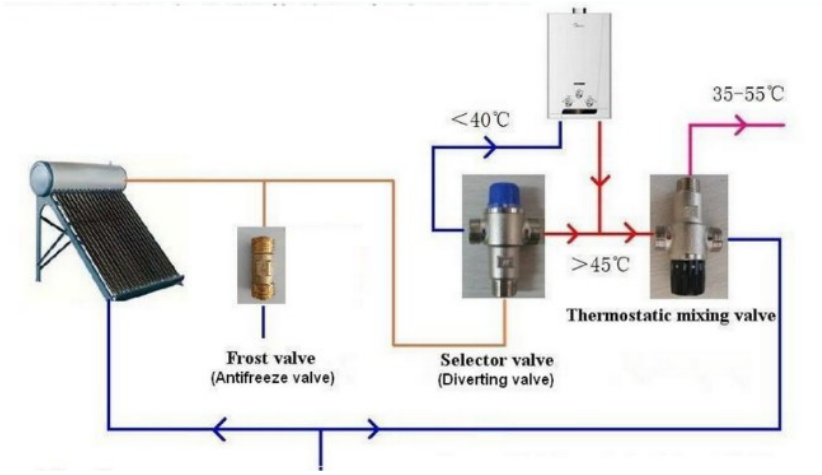



**Imagen Nº 47.- Esquema de ejemplo de sistema solar térmico típico.**

También se considera la compra de un cálifont solar con funcionamiento a base de gas GLP de 13 [L]. Este equipo se diferencia de un cálifont regular en que cuenta con control electrónico que le permite encenderse solamente cuando el agua proveniente desde el colector solar se encuentra debajo de una temperatura adecuada y así actuar como apoyo al SST. De esta forma se reduce al mínimo el consumo de gas combustible y se evita tener que recurrir a un control manual, que puede ser fuente de errores de sobrecalentamiento del agua de consumo peligrosos para los usuarios.

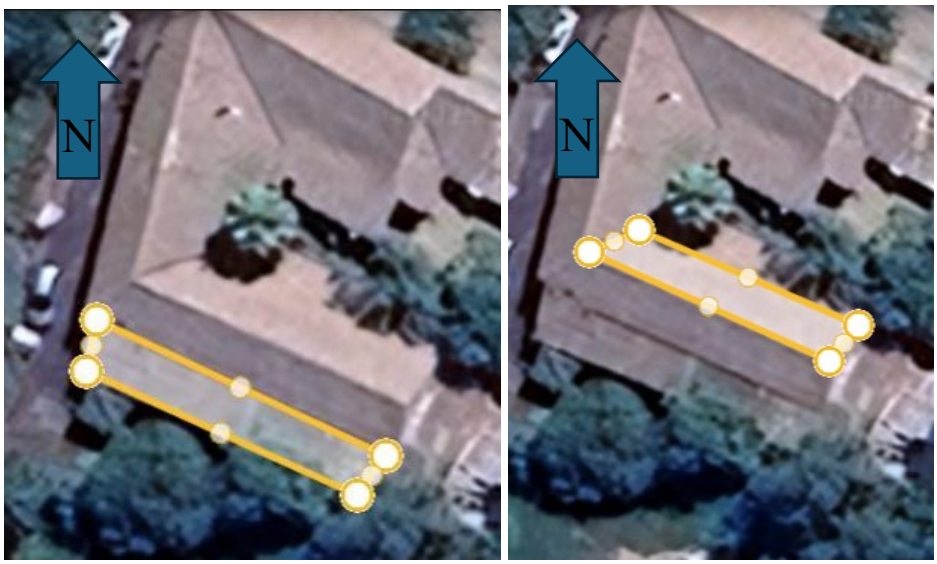
Otros mecanismos de seguridad que se incluyen en el presupuesto son el uso de válvulas derivadora y mezcladora termostática para regular la circulación de agua permitiendo solo el paso a la temperatura deseada y una válvula anticongelante como protección del circuito en los casos de temperaturas bajo 0 [ºC] que se pueden dar en las noches de invierno en la zona donde se ubica la planta.

Se considera aislante térmico para las cañerías, dadas las largas distancias entre el punto de acumulación y los puntos de uso (Sala de elaboración y baños).

La fábrica se ubica en una casona antigua, tipo colonial que posee pleno espacio en el tejado en dirección al norte, por lo que se puede lograr un muy buen posicionamiento del colector.




**Imagen Nº 48.- Delimitación de la propiedad.**




**(a)** **(b)**

**Imagen Nº 49.- Ubicación de la fábrica (a) y techo expuesto al norte (b).**

### 4.3.1.2. Presupuesto

Si bien, el proceso de elaboración de un proyecto de SST para agua caliente sanitaria y su instalación debe ser realizado por una empresa certificada por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) para asegurar su seguridad y buen funcionamiento, se puede realizar un presupuesto tentativo de los costos de materiales e instalación a modo de estimación del valor esperable del servicio por parte de una empresa especializada. Para ello se cotiza a proveedores nacionales los componentes principales de este tipo de instalaciones. Además, se considera un recargo de 10% sobre el costo de los componentes principales para considerar materiales y gastos varios y un costo de mano de obra de un 50% del total de materiales. Cabe destacar que el valor de 50% como recargo por concepto de mano de obra es una estimación y dado lo especializado del trabajo podría ser mucho mayor, siendo este presupuesto solo una primera aproximación.

| Costos materiales instalación SST | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ítem | Cantidad | Precio unitario listado (sin IVA) | Precio unitario (IVA incluido) | Precio total |
| Termo presurizado con serpentín 200 Lts | 1 | $ 472.000 | $ 560.000 | $ 560.000 |
| Válvula Dos vías 3/4 pulg. Motorizada | 1 | $ 32.000 | $ 40.000 | $ 40.000 |
| Controlador Digital | 1 | $ 35.000 | $ 40.000 | $ 40.000 |
| Sensor de Temperatura NTC10K | 1 | $ 16.000 | $ 20.000 | $ 20.000 |
| Válvula Derivadora Termostática | 1 | $ 26.000 | $ 30.000 | $ 30.000 |
| Válvula Mezcladora Termostática | 1 | $ 35.000 | $ 40.000 | $ 40.000 |
| Válvula Anticongelante | 1 | $ 20.000 | $ 20.000 | $ 20.000 |
| Calefón Solar 13 lts | 1 | $ 250.000 | $ 300.000 | $ 300.000 |
| Cañería cobre 1/2'' x 6 m | 6 | - | $ 30.000 | $ 180.000 |
| Aislante Térmico 1/2" x 2m Gris | 18 | - | $ 2.000 | $ 40.000 |
| | | | **Total:** | $1.270.000 |

**Tabla Nº 13.- Listado de costos de materiales para instalación de SST.**

***Nota: precios de cañería de cobre y aislante térmico listados ya incluyen IVA en las fuentes consultadas.**

| | |
|---|---|
| Costo de materiales SST para ACS | $1.270.000 |
| Insumos varios (10%) | $ 130.000 |
| Total de materiales SST para ACS | $1.400.000 |
| Mano de obra e instalación (50%) | $ 700.000 |
| **Total SST para ACS** | $2.100.000 |

**Tabla Nº 14.- Costos totales de instalación de SST.**

Por lo que el costo de instalar un sistema de agua caliente sanitaria a partir de un sistema solar térmico se estima en alrededor de **2.000.000 [CLP]**, este es un valor aproximado debido a la incerteza de los costos de instalación. A pesar de ello el orden de magnitud del costo presupuestado coincide con lo esperable para una instalación pequeña por lo que se acepta como valido.

### 4.3.1.3. Análisis de costos y ahorro

Para determinar el nivel de ahorro esperable de una instalación de energía solar para ACS, se utiliza una herramienta en línea muy útil, la calculadora avanzada del Explorador Solar[ 11 ] del Ministerio de Energía de Chile, en su sección para SST domiciliarios. Para ello se completa el formulario con los siguientes parámetros:

- ***N° de personas residentes:*** 4 personas.
- ***Sistema de Calefacción de Agua Alternativo:*** Calefón o caldera a gas licuado
- ***Precio del Combustible [$/kilo]:*** Se estima el precio unitario del combustible a partir del valor de un balón de 15 Kg de gas licuado en la zona en los últimos años[ 12 ] el cual ronda aproximadamente $27.000. Por lo que se obtiene un valor de 1.800 [$/kilo].
- ***Eficiencia del Sistema de Calefacción de Agua Alternativo (%):*** Se considera un valor 90% de eficiencia. Valor obtenido a partir del rating de eficiencia del cálifon cotizado en sección 4.3.1.2.




**Imagen Nº 50.- Etiqueta de eficiencia del calefón solar con quemador a GLP referenciado.**

- ***Volumen de almacenamiento (L):*** 200 [L]
- ***Superficie de los colectores ($m^2$):*** 1,9 [$m^2$], valor obtenido de la ficha técnica del colector solar cotizado previamente y que se incluye en **Anexo C**.

- ***Inclinación (°):*** 30º. Valor estándar dado la latitud.
- ***Orientación (Azimut) (°):*** 0º. Valor estándar dado la latitud.
- ***Factor global de pérdidas (W/m²K):*** 1,4 [W/m²K], valor obtenido de la ficha técnica del colector solar cotizado previamente y que se incluye en **Anexo C**.
- ***Eficiencia Óptica (%):*** 72%, valor obtenido de la ficha técnica del colector solar cotizado previamente y que se incluye en **Anexo C**.
- ***Pérdida por Sombras (%):*** 0% la ubicación presupuestada de los equipos no presenta la presencia de sombras permanentes.

De esta forma se obtienen los siguientes resultados:

- Un ahorro anual estimado en **300.000 [CLP].**
- Un ahorro porcentual promedio esperado de un 65,5% de los gastos en combustible necesarios para el nivel de demanda. El porcentaje de contribución proyectado a lo largo del año se puede ver en **Gráfico Nº 6**.

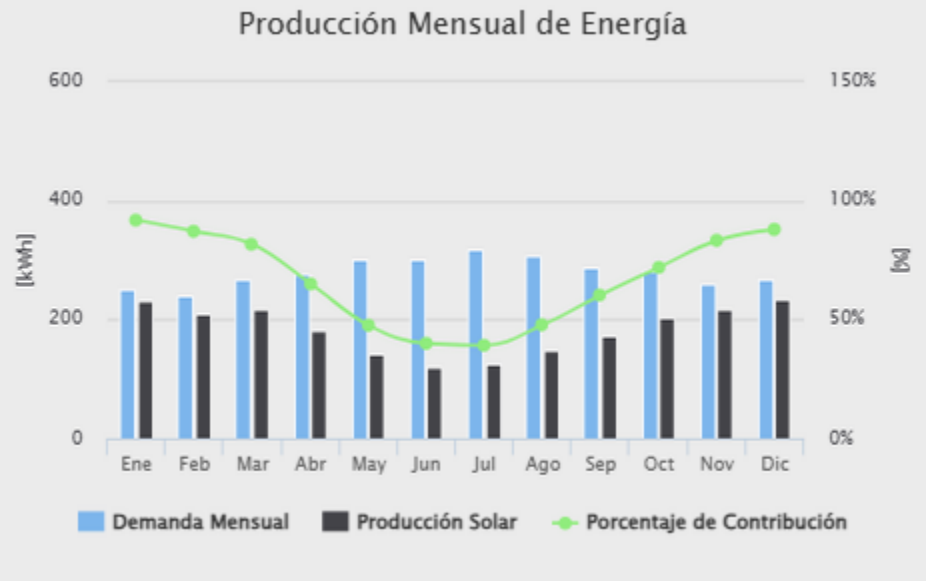



**Gráfico Nº 6.- Generación de energía SST vs demanda, estimados por el explorador solar.**

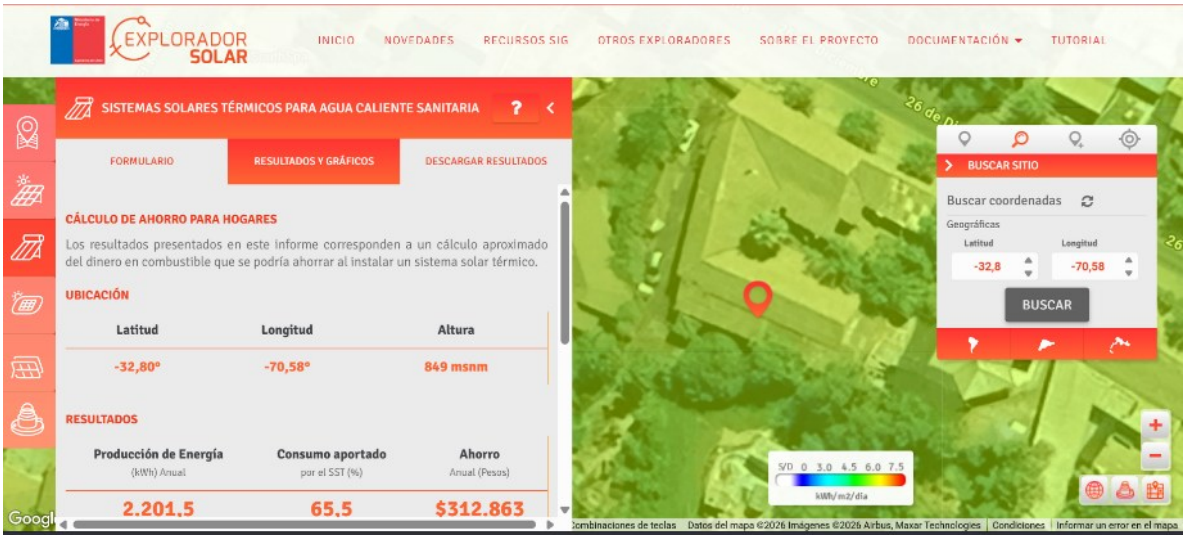



**Imagen Nº 51.- Resultados de calculadora de ahorro de explorador solar.**

De esta forma, si consideramos el costo estimado de la instalación de un SST para la fábrica de **2.000.000 [CLP]** y un ahorro anual de **300.000 [CLP]** se puede estimar un payback de alrededor de **6,5 años**.

### 4.3.2. Sistema solar fotovoltaico en apoyo al consumo eléctrico

En la actualidad la fábrica no posee sistema eléctrico independiente de la casa habitación donde esta se ubica, mezclando los gastos eléctricos de la empresa con los familiares del dueño que vive allí, por lo que en la sección 4.2.2 dedicada a la propuesta de regularización de la infraestructura de la fábrica se aprovecha de incluir la instalación de un panel de seguridad y un remarcador de consumo para, de esta manera, separar la contabilidad de los gastos de energía eléctrica y proveer protección a las instalaciones y a la casa habitación. En esta sección se trabaja bajo el supuesto de que esta implementación se ha llevado a cabo, por lo que se plantea el problema de cómo reducir el gasto eléctrico y cuál sería el costo de implementar aquellas medidas. Para ello, en línea con lo propuesto en esta segunda etapa, se plantea la implementación de generación eléctrica solar como apoyo al consumo eléctrico desde la red con la instalación de un sistema fotovoltaico de escala domiciliaria.

## 4.3.2.1. Dimensionamiento del consumo eléctrico

Como primera etapa del desarrollo de la propuesta de generación solar fotovoltaica es necesario dimensionar el nivel de consumo eléctrico que requiere la fábrica en su funcionamiento. Lamentablemente dado que en la actualidad no se cuenta con medidor o remarcador eléctrico que separe los gastos de la fábrica con los de la casa habitación, no se cuentan con registro alguno de la cantidad de kWh que se consume regularmente a lo largo del año. Por ello, se estima el nivel de consumo eléctrico de la fábrica a partir de valores de consumo referenciales de los principales equipos eléctricos utilizados en los procesos y valores observados de uso en el tiempo. De esta forma se consideran los siguientes equipos como parte de la estimación de consumo:

- ***Visicooler 1200 [L]:*** 1 unidad, operación 24/7, potencia referencial de 0,77 [kW], consumo referencial de 7 [kW/24 horas] (ver **Anexo F**).
- ***Conservadora 300 [L]:*** 2 unidades, operación 24/7, potencia referencial de 0.124 [kw], consumo referencial de 1[kW/ 24 horas] (ver **Anexo G**).
- ***Máquina sobadora:*** 1 unidad, de fabricación casera, utiliza un motor de lavadora cuya potencia máxima se estima en 1 [kW], se le estima un factor de carga del 60% de la su potencia máxima. Uso aproximadamente de 8 horas al día, 3 días a la semana.
- ***Máquina de cortar cecina (fileteadora):*** 1 unidad, potencia referencial de aproximadamente 0,12 [kW], factor de carga estimado del 60%. Uso de 4 horas al día, 3 días a la semana aproximadamente.
- ***Máquina moledora de carne:*** 1 unidad, potencia referencial de aproximadamente 0,75 [kW], factor de carga estimado del 60%. Uso de 4 horas al día, 2 veces por semana aproximadamente.
- ***Luces:*** 4 luces (se ignoran luces en baños, dado su uso esporádico) correspondientes a sala de frío, sala de elaboración (2 unidades) y sala de envasado. Potencia estimada de 0,02 [kW] por ser luces de bajo consumo. Uso 8 horas al día, 5 días a la semana.

La información de uso eléctrico se resume en **Tabla Nº 15**:

| Características de los equipos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Equipos | Cantidad equipos | Potencia [kW] (valor referencial) | Factor de carga [%] | Consumo [kWh/24h] | Horas al día [hrs] | Días al mes [días] |
| Visicooler 1200lts | 1 | 0,77 | - | 7 | 24 | 30 |
| Conservadora 300lts | 2 | 0,125 | - | 1 | 24 | 30 |
| Máquina sobadora | 1 | 1 | 60% | - | 8 | 12 |
| Máquina cortar cecina (fileteadora) | 1 | 0,12 | 60% | - | 4 | 12 |
| Máquina moledora de carne | 1 | 0,75 | 60% | - | 4 | 8 |
| Luces | 4 | 0,02 | 100% | - | 8 | 20 |

**Tabla Nº 15.- Características y uso de los equipos eléctricos de la fábrica.**

Se estima el consumo de la siguiente forma:

1º. Se puede estimar el consumo de cada equipo por día de uso de la siguiente forma:

$$Consumo\ díario\ \left[\frac{kWh}{Equipo\ x\ día}\right] = Potencia\ [kW] * Factor\ de\ carga\ [\%] * Horas\ al\ día\ [hrs]$$

2º. El consumo mensual por categoría se puede obtener de la siguiente forma:

$$Consumo\ mes\ \left[\frac{kWh}{mes}\right] = Consumo\ día\left[\frac{kWh}{Equipo\ x\ día}\right] * Días\ x\ mes\ [días] * Cantidad\ de\ equipos$$

Los valores obtenidos se muestran a continuación:

| Consumo eléctrico estimado | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Equipos | Cantidad equipos | Consumo diario (por equipo) [kWh/día] | Consumo diario (por categoría) [kWh/día] | Consumo mensual [kWh/mes] |
| Visicooler 1200lts | 1 | 7* | 7 | 210 |
| Conservadora 300lts | 2 | 1* | 2 | 60 |
| Maquina sobadora | 1 | 4,8 | 4,8 | 58 |
| Maquina cortar cecina (fileteadora) | 1 | 0,29 | 0,29 | 3 |
| Máquina moledora de carne | 1 | 1,8 | 1,8 | 14 |
| Luces | 4 | 0,16 | 0,64 | 13 |
| | | | **Consumo total mensual:** | 358 |

**Tabla Nº 16.- Consumo eléctrico estimado.**

***Valores no calculados, obtenidos de documentación referencial (ver Anexo F y Anexo G).**

3º. El valor estimado en pesos chilenos (CLP) del gasto eléctrico de un mes cualquiera puede obtenerse multiplicando el consumo mensual estimado por el valor del kWh de energía eléctrica de la red, es decir:

$$Costo\ [CLP] = Consumo\ mes\ \left[\frac{kWh}{mes}\right] * Valor\ tarifa\ [\frac{CLP}{kWh}]$$

Usualmente esto se puede hacer fácilmente a través de la revisión del comportamiento histórico del cobro mensual de la compañía eléctrica registrado en sus respectivas boletas de cuenta eléctrica, sin embargo, dado que en este caso no se cuenta con dicha información ya que el gasto eléctrico de la fábrica se encuentra mezclado con el gasto domiciliario de la casa habitación contigua, en este caso, se revisa la especificación de la tarifa contratada, que en este caso es la tarifa domiciliaria más común, llamada BT-1A, para obtener el precio del kWh consumido.

| Características tarifa BT-1A | |
|---|---|
| Potencia máx. | 10 [kW] |
| Corriente máx. (Monofásico) | 40 [A] |
| Corriente máx. (Trifásico) | 16 [A] |

**Tabla Nº 17.- Características de tarifa BT-1A.**

El precio por kilowatt-hora consumido se puede obtener a partir de los precios publicados en la página web de la compañía distribuidora, en este caso Chilquinta Distribución S.A, donde se puede ver que en la comuna de San Esteban donde se ubica la fábrica el precio del kilowatt-hora consumido es de alrededor de **$250 pesos** (ver **Anexo H**). Así, el valor estimado del gasto eléctrico en la fábrica se muestra **en Tabla Nº 18**.

| Gasto eléctrico estimado en la fábrica (Precio referencial de electricidad: 250 [CLP/kWh] | | |
|---|---|---|
| Equipos | Consumo mensual [kWh/mes] | Costo mensual [CLP/mes] |
| Visicooler 1200lts | 210 | $ 53.000 |
| Conservadora 300lts | 60 | $ 15.000 |
| Maquina sobadora | 58 | $ 14.000 |
| Maquina cortar cecina (fileteadora) | 3 | $ 1.000 |
| Máquina moledora de carne | 14 | $ 4.000 |
| Luces | 13 | $ 3.000 |
| **Consumo total mensual:** | **358** | **$ 90.000** |

**Tabla Nº 18.- Gasto eléctrico estimado de la fábrica.**

De esta información se puede determinar que se gasta alrededor de **90.000 [CLP]** en electricidad al mes, donde la mayor parte del gasto eléctrico proviene del uso de las máquinas de frío, en particular del visicooler, el cual al tener que operar 24/7 acumula gran parte del consumo con cerca de 53.000 [CLP] o 58% aproximadamente, la conservadora y la maquina sobadora en segundo lugar con alrededor de 15.000 [CLP] o 16% del gasto cada una. Estos valores se condicen con lo esperable del modo de operación de la fábrica y su escala. Cabe

destacar que estos valores son estimaciones y un valor más preciso requeriría medición directa de los equipos o a través de un remarcador de consumo eléctrico.

#### 4.3.2.2. Propuesta de equipos a instalar

Al igual que con un proyecto de agua caliente solar, la elaboración de un proyecto fotovoltaico domiciliario y su instalación debe, por ley, ser realizada por una empresa certificada por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), pero se puede estimar el costo de un proyecto fotovoltaico a partir del costo aproximado de sus equipos principales, por ello se procede a dimensionar los equipos necesarios para complementar a la demanda energética actual de la fábrica. Para ello, primero se escoge un esquema de conexión a la red: On-Grid, Off-Grid o On-Grid con almacenamiento (este último es igual al sistema On-Grid básico, pero cuenta con la adición de baterías para poder operar en caso de desconexión a la red). Por simplicidad y dado que ya se cuenta con conexión a la red de distribución eléctrica domiciliaria de la localidad, se escoge un esquema de conexión On-Grid, es decir, el sistema fotovoltaico actúa como apoyo a la red inyectando el excedente generado a la red de distribución en horarios de baja demanda y alta producción eléctrica, y a su vez se consume electricidad desde la red en horarios de alta demanda o baja producción. Esto tiene las siguientes ventajas:

- El sistema es simple en cuanto a infraestructura y por lo general más barato y de menor mantención que un sistema que requiera baterías.
- Dada la conexión a la red, se cuenta con amplia disponibilidad de energía en cualquier horario, independiente del nivel de generación.
- Se puede optar por un sistema fotovoltaico más pequeño, dado que no se requiere que la totalidad de energía consumida sea producida localmente.

Como desventajas se tiene los siguientes puntos:

- El sistema sigue dependiendo de la red, si existiese un corte en el suministro desde la red la fábrica quedaría desenergizada, independiente de que haya capacidad de generación local. Este problema se considera como una inconveniencia menor dado el historial de alta disponibilidad del servicio eléctrico de la red local observado a lo largo de los años.

- El ahorro energético ocurre a través de un sistema de neteo entre el valor del consumo eléctrico desde la red (según la tarifa eléctrica) y el valor de la energía inyectada hacia la red, que es aproximadamente la mitad del valor de la electricidad comprada. Esto limita cuanto ahorro efectivo en dinero se ve reflejado en la boleta de consumo eléctrico. A pesar de ello, como se verá más adelante, aún se puede lograr un ahorro significativo a pesar de esta limitante.

De esta forma se establece que se requerirían los siguientes equipos principales:

- Paneles fotovoltaicos
- Inversor
- Medidor monofásico bidireccional, en reemplazo del medidor eléctrico principal de la casa habitación.

Para dimensionar los equipos, lo primero es estimar la potencia de generación necesaria. Un criterio para esta estimación es determinar la potencia que suple la demanda promedio requerida[ 13 ]. Para ello lo primero es determinar la insolación promedio a lo largo del año en la ubicación del proyecto fotovoltaico. Esto lo podemos obtener con la ayuda del Explorador Solar[ 11 ] del Ministerio de Energía, en su sección de exploración de recurso solar.




**Imagen Nº 52.- Resultados de explorador solar: recurso solar local.**

Allí se puede obtener que en la ubicación de la propiedad ubicada aproximadamente en Latitud 32º Sur, Longitud 70º Oeste y altura 850 m.s.n.m. se obtiene un promedio anual de irradiación de 6,24 [kWh/m$^2$ día] en orientación inclinada de 32º (inclinar los paneles en un ángulo similar a la latitud del sitio y mirando hacia el norte optimiza la energía obtenida a lo largo del día). Este valor de irradiación debe ser normalizado y convertido a horas de radiación en sol nominal, es decir, con intensidad de radiación de 1000 [W/m$^2$]. Para ello se utiliza la siguiente conversión:

$$h_{sol\ nom} = \frac{Irradiación\ [\frac{Wh}{m^2\ día}]}{1000\ [\frac{W}{m^2}]} \quad [horas/día]$$

Obteniendo un equivalente de 6,24 [h/día] de radiación de sol nominal.

Para obtener la potencia necesaria para suplir el consumo promedio se utiliza la siguiente ecuación:

$$P_{arreglo} = \frac{W_{promedio\ día}}{h_{sol\ nom} * \eta_{inv} * \eta_{cabl}}$$

Donde:

- $\boldsymbol{P_{arreglo}}$**:** Potencia requerida por el arreglo de paneles para suplir la demanda diaria promedio medida en [kW].
- $\boldsymbol{W_{promedio\ día}}$**:** Demanda diaria promedio medida en [kWh/día], se puede obtener como $W_{promedio\ día} = Demanda\ mensual\ [kWh/mes]\ /\ 30\ [días/mes]$ .
- $\boldsymbol{h_{sol\ nom}}$**:** Número de horas equivalentes de radiación nominal de generación en la ubicación, medida en [h/día].
- $\boldsymbol{\eta_{inv}}$**:** Eficiencia del inversor (adimensional), previo a la selección de inversor se puede asumir como 93% como valor típico.
- $\boldsymbol{\eta_{cabl}}$**:** Eficiencia del cableado (adimensional), se puede asumir como 97% como valor típico.

En este caso, el valor estimado de demanda promedio diaria, según los datos estimados en sección 4.3.2.1 sería:

$$W_{promedio\ día} = 358\ [kWh/mes]\ /\ 30\ [días/mes]$$

$$W_{promedio\ día} \approx 11{,}94\ [\frac{\text{kWh}}{\text{día}}]$$

Por lo tanto, la potencia requerida para el arreglo de paneles fotovoltaicos sería:

$$P_{arreglo} = \frac{11{,}94\ [\frac{\text{kWh}}{\text{día}}]}{6{,}24\ \left[\frac{h}{día}\right] * 0{,}93\ [-] * 0{,}97\ [-]}$$

$$P_{arreglo} \approx 2{,}12\ [kW]$$

Si consideramos un factor de seguridad de 20% se obtiene una potencia mínima de 2,5 [kW] si se quiere suplir toda la demanda mensual e inyectar excedentes a la red.

De esta forma se puede considerar para efectos de estimación de precios a un kit de generación solar fotovoltaica, los cuales están disponibles en el mercado y están diseñados para que los equipos sean compatibles entre sí. Estos kits normalmente incluyen:

- Un set de paneles fotovoltaicos que en conjunto suplan la potencia especificada en condiciones nominales.
- Un inversor adecuado para la potencia especificada y que soporte adecuadamente el voltaje y corriente eléctrica máxima generada del arreglo de paneles para el que está diseñado el kit.
- Cableados de conexión entre paneles y toma hacia el inversor.
- Tablero de seguridad con diferencial y disyuntor adecuado a la corriente de salida.
- Algunos kits también incluyen estructura de montaje, otros venden la estructura de montaje por separado.

Para efectos de este trabajo se selecciona un kit de generación de 3 [kW] correspondiente a 6 paneles monocristalinos de 620 [W] 24[V], un inversor de 3000[W], 24 [m] de cable, tablero eléctrico, diferencial de 25 [A] y automático de 16 [A].

También se selecciona un kit estructural de montaje para 6 paneles del mismo proveedor del kit de generación fotovoltaica.




**Imagen Nº 53.- Equipos del kit solar fotovoltaico referenciado.**

Por último, se requiere un medidor eléctrico bidireccional, el cual, en reemplazo del medidor eléctrico ya existente, conecta a la propiedad con la red de distribución eléctrica y se encarga tanto de medir el consumo desde la red como medir el exceso generado inyectado a esta. Este debe ser un equipo certificado por la SEC y debe ser instalado por la compañía de distribución eléctrica, en este caso Chilquinta Distribución S.A.




**Imagen Nº 54.- Medidor bidireccional monofásico.**

En términos de costo de los equipos, a partir de una cotización en línea, se puede obtener el siguiente presupuesto:

| Costo de equipos instalación fotovoltaica | | | |
|---|---|---|---|
| Ítem | Cantidad | Precio Unitario | Precio total |
| Kit Solar Fotovoltaico 3000w On Grid | 1 | $ 1.510.000 | $ 1.510.000 |
| Kit Montaje 6 Paneles Coplanar | 1 | $ 125.000 | $ 125.000 |
| Medidor bidireccional monofásico | 1 | $ 80.000 | $ 80.000 |
| | | **Total:** | $ 1.715.000 |

**Tabla Nº 19.- Detalle de costo de equipos para instalación fotovoltaica.**

De igual forma que en la estimación de la instalación de un sistema solar térmico en la sección 4.3.1.2, se estima el costo total de la instalación del sistema fotovoltaico considerando un costo de materiales equivalente al costo de los equipos principales más un recargo de 10% para tomar en cuenta otros materiales varios y un costo de mano de obra de 50% del costo de materiales debido a lo especializado de la instalación, esto último como una primera aproximación aunque este valor podría ser mayor en la práctica. De esta forma se puede proyectar un costo estimado de la instalación fotovoltaica en alrededor de **3.000.000 [CLP]** como se puede ver a continuación en **Tabla Nº 20**.

| | |
|---|---|
| Costo equipos Inst. FV | $ 1.715.000 |
| Insumos varios (10%) | $ 170.000 |
| Total de materiales Inst. FV | $ 1.885.000 |
| Mano de obra e Instalación (50%) | $ 940.000 |
| **Total Inst. FV** | $ 2.825.000 |

**Tabla Nº 20.- Costo total para instalación de sistema solar fotovoltaico.**

## 4.3.2.3. Ahorro proyectado para el sistema fotovoltaico

Para poder determinar el ahorro esperado generado por el sistema, se requiere saber cuánta energía será generada y autoconsumida, cuanta será generada y vendida a la red (excedente de generación) y cuanta no podrá ser generada y deberá ser comprada a la distribuidora de energía eléctrica. Para ello se aplica el siguiente modelo:

- Se define un horario representativo del periodo de generación diario, en este caso se define como horario de generación de 9:00 am hasta 5:00 pm, es decir, 8 horas.
- Se determina que consumo entra dentro del horario de generación y cual fuera del horario de generación, observando el horario de uso de los aparatos eléctricos. En este caso se determina que prácticamente todos los equipos eléctricos se usan dentro del horario de generación (descartando un uso despreciable de iluminación en las primeras horas de la mañana), con la excepción de los equipos de frío que se utilizan prácticamente en un régimen 24 hrs/7 días a la semana.
- Se estima la energía generada promedio mensual producida por el sistema fotovoltaico, a fin de establecer si hay, o no, un excedente (o déficit) en horario de generación, y a cuanto corresponde ese exceso/ déficit promedio.
- Evaluar gastos e ingresos por la compra de energía eléctrica y la venta de excedentes de generación.

Para estimar la energía generada mensual promedio se utiliza la herramienta del explorador solar[ 11 ] del Ministerio de Energía donde en la sección “estimar capacidad” se ingresa los valores reales de las características de los equipos del sistema fotovoltaico según lo observado en sus fichas técnicas:

- ***Área por panel:*** aproximadamente 2,6 [$m^2$] a partir de las dimensiones especificadas en ficha, con 6 paneles para un área total de alrededor de 15,7 [$m^2$] (ver **Anexo D**).
- ***Área ocupada por paneles:*** 100 %.
- ***Eficiencia nominal de panel:*** 22,93 % (ver **Anexo D**).
- ***Coeficiente de temperatura de panel:*** -0,280 [%/ºC] (ver **Anexo D**).
- ***Capacidad del inversor:*** 3 [kW] (ver **Anexo E**).
- ***Eficiencia del inversor:*** 96,7 % (ver **Anexo E**).

- El resto de los valores por defecto de la herramienta se dejan como están.

El formulario se puede ver a continuación:

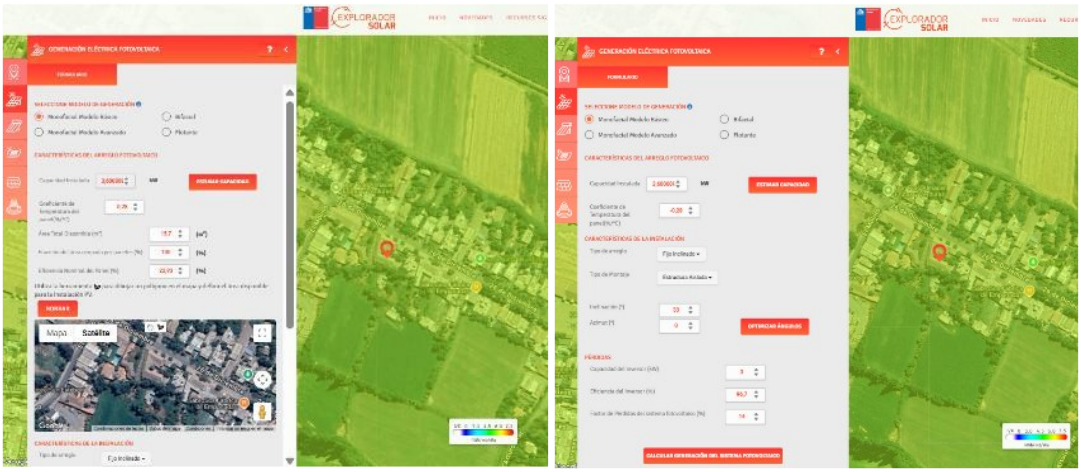


**Imagen Nº 55.- Estimador de generación del explorador solar: datos ingresados.**

El resultado se muestra a continuación:

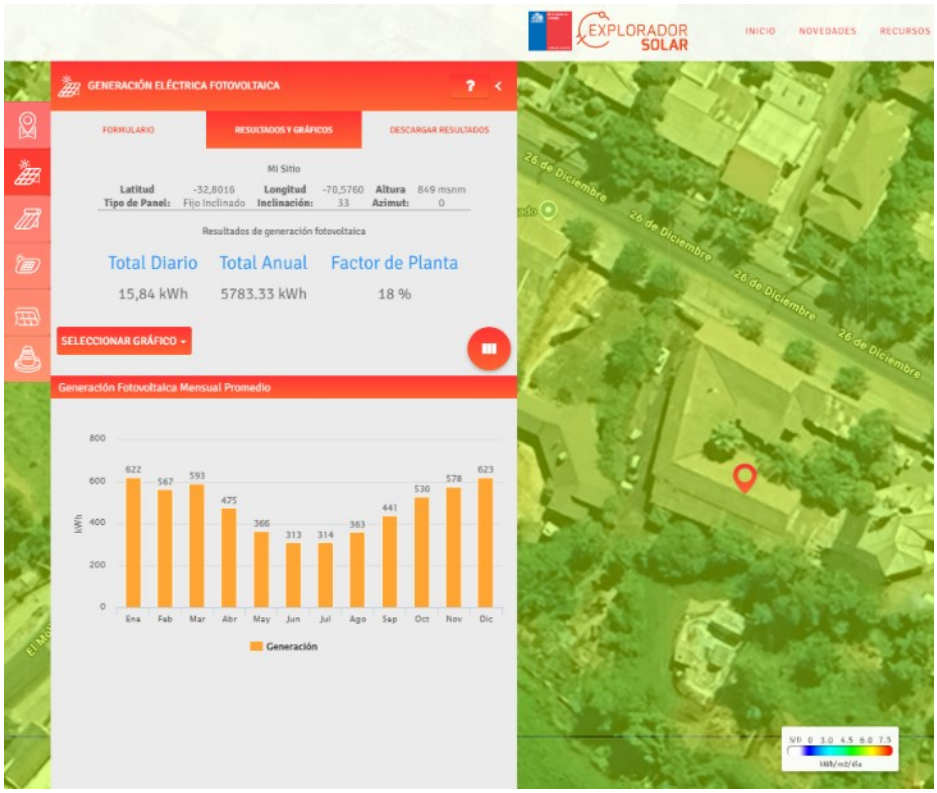



**Imagen Nº 56.- Estimador de generación del explorador solar: resultados.**

Se puede ver que se espera una generación anual de aproximadamente **5.800** [kWh], con una producción mensual mínima en meses de invierno de alrededor de 310 [kWh] y una producción máxima en meses de verano de alrededor de 620 [kWh].

Por lo tanto, el valor de generación mensual promedio es de 5.800 [kWh] /12 meses = 483 [kWh/mes].

Así, se puede determinar lo siguiente:

- El uso de los equipos de refrigeración (Visicooler y conservadora) corresponden en total a 270 [kWh/mes] estimados, donde 8 de cada 24 hrs entran dentro del horario de generación, es decir 33% del tiempo aproximadamente.
- El resto de los equipos consumen un total estimado de 88 [kWh/mes] con 100% del consumo dentro del horario de generación.
- La generación mensual promedio que se estima es de 483 [kWh/mes].

Separando los consumos según si son dentro de horario de generación o no, se obtiene la siguiente información:

| Consumo en horario de generación | |
|---|---|
| **Ítem** | **Consumo [kWh]** |
| Refrigeración (33%) | 90 |
| Otros equipos (100%) | 88 |
| **Total** | 178 |

| Consumo fuera de hoario de generación | |
|---|---|
| **Ítem** | **Consumo [kWh]** |
| Refrigeración (67%) | 180 |
| Otros equipos (0%) | 0 |
| **Total** | 180 |

**Tabla Nº 21.- Consumo eléctrico dentro y fuera de horario de generación.**

Se puede ver que alrededor del 50% de la energía consumida en el mes es utilizada durante el horario de generación del sistema fotovoltaico y por lo tanto es autogenerada y consumida.

El otro 50% es consumida fuera del horario de generación solar y por lo tanto es tomado desde la red de distribución eléctrica. También se observa que la energía consumida dentro del horario de generación es menor que la cantidad de energía mínima mensual esperada a producir en los meses de invierno, implicando que siempre habrá un excedente de energía al mes que es vendido a la compañía eléctrica.

La cantidad de energía promedio que se produce en exceso y por lo tanto se vende a la red es igual a la energía promedio producida menos la energía consumida dentro del horario de generación solar esperada, es decir:

$$483\ [\text{kWh/mes}] - 178\ [\text{kWh/mes}] = 305\ [\text{kWh/mes}]$$

Por lo tanto, se espera vender a la red en promedio 305 [kWh] al mes, donde el valor del kWh vendido es la mitad del precio del kWh comprado a la distribuidora según la Ley 20.57[6] (también llamada ley de generación ciudadana), es decir, alrededor de $125 para una tarifa BT-1A en la comuna de San Esteban.

De esta forma el balance en la boleta de consumo mensual para la fábrica sería de la siguiente forma:

| Balance boleta de consumo eléctrico | | | |
|---|---|---|---|
| Ítem | Consumo [kWh/mes] | Precio [CLP/kWh] | Valor ítem [CLP/mes] |
| Energía autogenerada y consumida | 178 | $ 0 | $ 0 |
| Energía autogenerada y vendida | 305 | $ 125 | $ 38.125 |
| Energía consumida desde la red | 180 | $ 250 | $ -45.000 |
| | | **Total boleta:** | $ -6.875 |

**Tabla Nº 22.- Balance de boleta de consumo eléctrico.**

Así, de implementarse esta medida, se reduciría el monto gastado en electricidad por la fábrica desde los 90.000 [CLP] aproximadamente hasta los 7.000 [CLP] promedio al mes, es decir, un ahorro de alrededor de 83.000 [CLP] mensuales en electricidad o aproximadamente **990.000 [CLP] al año**. Considerando que el costo de la inversión en el sistema fotovoltaico es estimado en **3.000.000 [CLP]** se estima por lo tanto el payback de la inversión en alrededor de **3 [años].**

### 4.3.3. Incorporación de un techo solar activo al horno

En la actualidad la empresa ya utiliza energía solar en su proceso de secado pues, como se ha mencionado, los "hornos" o "invernaderos" en los que se realiza el deshidratado aprovechan el sol para alcanzar las temperaturas internas necesarias para asegurar la rapidez del proceso, sin embargo, la configuración de estos componentes del proceso está diseñada de forma subóptima, pues se construyeron como un primer intento sin mayor formación previa en el tema del deshidratado solar. Por ello se observa ciertos problemas que dificultan el secado rápido del producto: falta de temperatura en invierno y poca circulación y extracción de aire. Como solución a estos problemas se ha recurrido a dos soluciones principales: para la falta de temperatura en los meses de invierno, se cuenta con el apoyo de un calefactor a gas GLP y para la circulación de aire se añadieron posteriormente dos extractores a la estructura del horno más pequeño, ya que era el cual presentaba dicho problema. Las consecuencias de estas soluciones son mayor gasto en meses de invierno debido al uso de gas licuado y una inadecuada eliminación de humedad, retrasando la duración del secado. Así, se hace necesario encontrar mejoras estructurales que permitan un aprovechamiento mejor de la energía solar y del tiempo de secado. Para ello se plantea, para efectos de este trabajo, modificaciones al horno más pequeño ya que es el que más presenta estos problemas debido a su diseño compacto.

#### 4.3.3.1. Propuestas de solución

El estado actual del horno a modificar corresponde como se ha descrito en la sección 3.1.6, siendo sus características más relevantes para esta etapa las siguientes:

- ***Dimensiones y estructura:*** La estructura corresponde a un cubo de 2 [m] de largo por arista, cuenta con dos puertas en la sección delantera (orientación norte, de cara al sol) y cuenta con dos extractores; uno en una de las puertas hacia el frente y otro en la cara superior (techo) orientados de forma tal que el aire circula entrando por el extractor de la puerta y saliendo por el del techo.
- ***Operación:*** La carne a deshidratar se ubica en bandejas en el interior durante un tiempo de aproximadamente 3 días en pleno verano, 7 días en pleno invierno y 5 días en media temporada (otoño y primavera). Respecto a la temperatura de operación, se

ha determinado empíricamente que esta debe ser entre 40 ºC a 60 ºC idealmente con 50 ºC como óptimo. Normalmente alcanza entre 50ºC y 60ºC en verano y solo entre 35ºC y 45ºC en invierno. En invierno para suplir el déficit de temperatura de alrededor de 15 ºC se apoya con el uso de un turbo calefactor portátil a gas licuado que se ubica en una toma de aire en la base.

- ***Aislamiento:*** A modo de aislamiento el invernadero solo cuenta con sus paredes de nylon de polietileno transparente que actúa como superficie de captación solar y favorece un efecto invernadero, a la vez que protege el producto adentro de agentes contaminantes como polvo e insectos. Esto lamentablemente no aporta al aislamiento térmico, sobre todo cuando la radiación solar es escasa. Es importante notar que la producción requiere la exposición del producto a la luz del sol durante el secado, ya que el secado a la sombra altera la coloración del producto, dándole un color rojizo diferente al del charqui tradicional (secado al sol y la intemperie) que tiene una coloración más blanquecina. Dicho motivo limita el tipo de aislamiento que pueden tener las paredes.

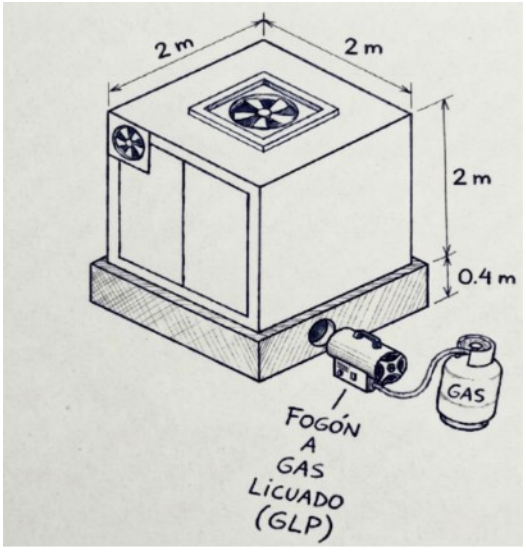



**Imagen Nº 57.- Esquema estado actual del horno.**

Para solucionar los problemas observados en su operación, se proponen las siguientes modificaciones al horno:

- ***Incorporación de la tecnología de techo solar activo al techo del horno:*** el conocimiento técnico que figura en la literatura asegura la capacidad de elevar la temperatura del aire a alrededor de 45ºC de forma constante por sí solo, esto es suficiente para asegurar el adecuado calentamiento del aire dentro del horno si se suma al calor que capta las paredes translucidas del mismo.
- ***Reubicación de los extractores:*** se propone reubicar ambos extractores al frente y abajo orientados con el flujo de aire hacia afuera de forma de producir un tiro inducido. El objetivo es que el aire entre por arriba vía el techo solar activo, el cual también debe permitir recirculación del aire interno de forma de precalentar lo más posible el aire. Dicho aire posteriormente sale por los extractores abajo siendo forzado a circular por toda la cámara.
- ***Control de temperatura:*** Se propone la incorporación de los siguientes mecanismos de regulación de temperatura:
    1. Incorporación de compuertas pequeñas en la parte trasera, arriba, de manera de permitir, si así se desea, una mayor entrada de aire, haciendo bypass y evitando pasar por el techo solar activo. Esto para evitar el sobrecalentamiento del horno en verano.
    2. Una tubería de entrada de aire desde la entrada del sistema de techo solar activo hasta el suelo donde, si así se desea, se puede precalentar el aire entrante con gas GLP para asegurar la temperatura adecuada en el horno en las horas y días fríos y de escasa radiación solar, comunes en invierno.
    3. Incorporación de medición del ambiente interno y externo con un termohigrómetro digital con sonda, que permite medir temperatura y humedad interna y externa al horno sin necesidad de abrir las puertas para tomar la lectura de la medición. Además, si bien no forma parte de la estructura, se recomienda encarecidamente la compra de un higrómetro digital portátil para productos alimentarios, para poder medir y controlar la humedad interna de la carne a intervalos regulares y así vigilar el proceso de deshidratado correctamente.

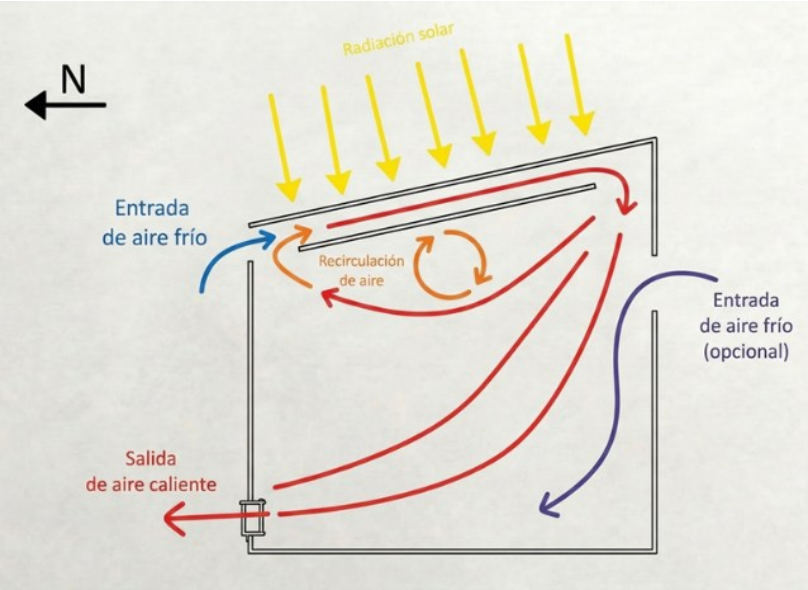



**Imagen Nº 58.- Esquema conceptual: circulación de aire esperada tras proyecto.**

- ***Aislación de las paredes:*** Las paredes se pueden aislar térmicamente, reemplazando la pared trasera por una pared aislada con poliestireno expandido (plumavit). Dado que la pared trasera, ubicada hacia el sur, no recibe normalmente mucha luz, aislarla de esta manera no afecta en mayor medida el requerimiento de luz del producto a secar. Además, de forma opcional, también se propone cambiar el material de las otras paredes del nylon de polietileno original a planchas de policarbonato alveolar trasparente, el cual es más firme estructuralmente y más duradero en condiciones de intemperie.

El resultado de las modificaciones se vería, a modo de bosquejo, como se presenta en **Imagen Nº 59**.

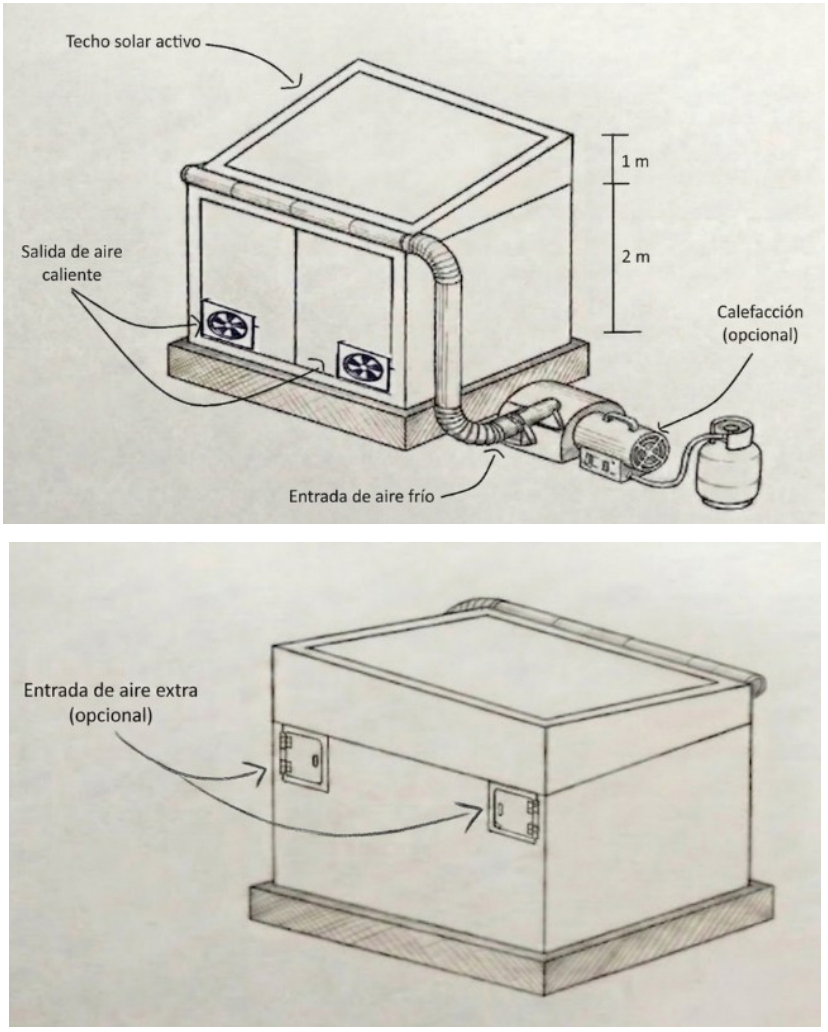



**Imagen Nº 59.- Esquema conceptual: horno modificado.**

## 4.3.3.2. Materiales necesarios para la mejora del horno

Dado que las modificaciones propuestas corresponden a un diseño individual, es de esperarse que los trabajos sean autogestionados por la propia empresa. A continuación, se describen los materiales necesarios para realizar las modificaciones propuestas.

- ***Techo solar activo:*** Este es un componente de fabricación propia, pero que se puede fabricar a partir de materiales comerciales, los materiales requeridos son:
    1. **Instapanel:** Corresponde a dos placas de acero que encierran un núcleo aislante de poliuretano. La placa expuesta al sol se pinta de color negro para permitir una mejor captación de la energía de la radiación solar. Se solicita

cortado a las medidas adecuadas (dentro de disponibilidad comercial) y puede ser entregado ya pintado.

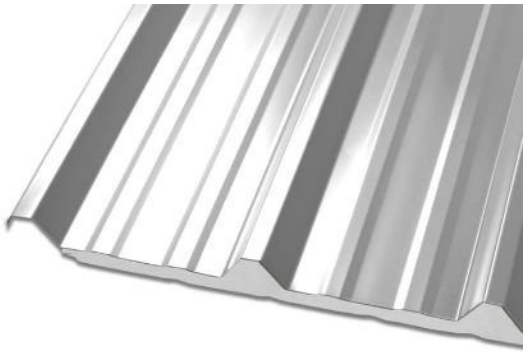


**Imagen Nº 60.- Plancha Instapanel**

2. **Perfil C:** Perfil de acero de sección transversal en "C", existen en múltiples medidas, en este caso se recomienda uno de al menos 60 [mm] de ancho.



**Imagen Nº 61.- Perfil C.**

3. **Plancha de policarbonato alveolar transparente:** Placas de material plástico, rígido y transparente o traslúcido, normalmente diseñadas para techos, proveen excelente retención de la radiación infrarroja actuando como generador de efecto invernadero. Además, al estar diseñadas para uso a la intemperie, tienen filtro de radiación UV que las protege de la degradación por exposición al sol. Este tipo de planchas también serían utilizadas para recubrir las paredes laterales y las puertas en la sección delantera, reemplazando el nylon de polietileno en su totalidad.



**Imagen Nº 62.- Plancha de policarbonato transparente.**

- **Listón de madera 2”x 2”:** perfil estructural sencillo de madera, necesario para la fabricación de cerchas de madera a modo de soporte del techo solar activo, además de cualquier otra modificación estructural necesaria.

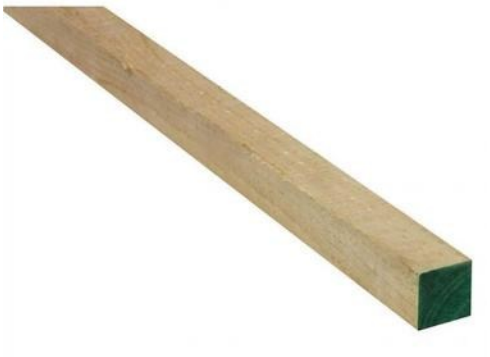


**Imagen Nº 63.- Listón 2” x 2”.**

- **Tuberías de captación de aire:** el aire de entrada al sistema es dirigido a través de una cañería compuesta de tres secciones:
    1. **Tubo de PVC ϕ110 mm:** tubo rígido para la parte superior, se le hace una abertura a lo largo de su longitud para insertar en la entrada de aire del techo solar activo. Se incluye una tapa terminal de cañería en un extremo, actuando como cámara para asegurar una adecuada distribución del aire en el sistema de techo solar activo.



**Imagen Nº 64.- Tubo PVC sanitario.**

2. **Ducto flexible de aluminio corrugado aislado de 5":** Usado típicamente en aplicaciones de aire acondicionado, su objetivo es transportar el aire desde la toma a nivel del suelo hasta la cañería de PVC en la parte superior conectando con el extremo libre de esta.



**Imagen Nº 65.- Ducto flexible aislado para conducción de aire.**

3. **Sección de tubo de hojalatería ϕ110 mm:** Una sección corta de aproximadamente 0,5 [m] de tubo de hojalata, actúa como entrada del aire. Además, actúa como superficie receptora del calor proveniente del quemador de gas licuado, permitiendo así precalentar el aire que pasa por la sección antes de ingresar al resto del sistema.



**Imagen Nº 66.- Tubo de hojalata.**

- ***Aislamiento térmico:*** para aislar la pared trasera se requiere:
    1. **Poliestireno expandido (Plumavit):** Es un aislante térmico excelente, fácil de conseguir y liviano por lo que es fácil de trabajar.



**Imagen Nº 67.- Planchas de plumavit.**

    2. **Plancha de Cholguán:** Plancha sencilla y delgada de fibra de madera, liviano y versátil y con buena resistencia a la humedad. Es liviano y fácil de trabajar, además de altamente económico. Su objetivo en este caso es actuar como tapa de la pared trasera para evitar la exposición del plumavit a los elementos por fuera y de la humedad del proceso de secado por dentro. En ausencia de material "Choguán" se puede utilizar también placas delgadas de madera

MDF (Medium-Density Fiberboard), como alternativa también económica y de similares características físicas.



**Imagen Nº 68.- Planchas de cholguán.**

- **Ventiladores:** Se requieren dos ventiladores extractores, para ello se reutilizarían los ya existentes. Estos son ventiladores de aproximadamente 35 [cm] de diámetro y 40 [W] de potencia (como valor referencial), trabajando en régimen de 1 hora de funcionamiento y una de detención, entre 8:00 am y 8:00 pm aproximadamente. El consumo eléctrico de estos ventiladores se considera despreciable respecto al consumo eléctrico total del resto de la fábrica.



**Imagen Nº 69.- Extractor de aire.**

- **Termohigrómetro digital con sonda:** Es un dispositivo de medición que entrega temperatura y porcentaje de humedad relativa para el aire circundante en torno a una sonda conectada por cable. Dos de estos medidores se requieren, uno con la sonda instalada en el interior del horno y otra con la sonda ubicada a las afueras del horno para tener valores de referencia. Esto permite no solo saber si es necesario intervenir

para regular la temperatura del horno, sino que también permite una buena estimación de los tiempos de secado.




**Imagen Nº 70.- Termohigrómetro digital con sonda.**

- **Medidor de humedad para carnes:** Es un dispositivo de medición que permite, una vez calibrado, entregar el valor de porcentaje de humedad en peso de productos cárnicos, incluyendo pollo, cerdo, vacuno, equino, entre otros. Es un equipo portátil y permite una medición rápida, lo que lo hace ideal para llevar un control del avance en el deshidratado.




**Imagen Nº 71.- Medidor digital de humedad para carnes.**

## 4.3.3.3. Dimensionamiento general de la propuesta

Para dimensionar la cantidad de materiales requeridos para el proyecto propuesto, se debe primero determinar las dimensiones generales del horno a obtener en su versión modificada.

Así, se secciona el horno en las siguientes partes:

- Cara delantera (donde se ubican las puertas)
- Caras laterales
- Cara trasera
- Cara superior
- Cerchas de soporte

Se obtienen las dimensiones más relevantes en cada caso como se muestra a continuación:

- ***Dimensiones de la cara delantera:***

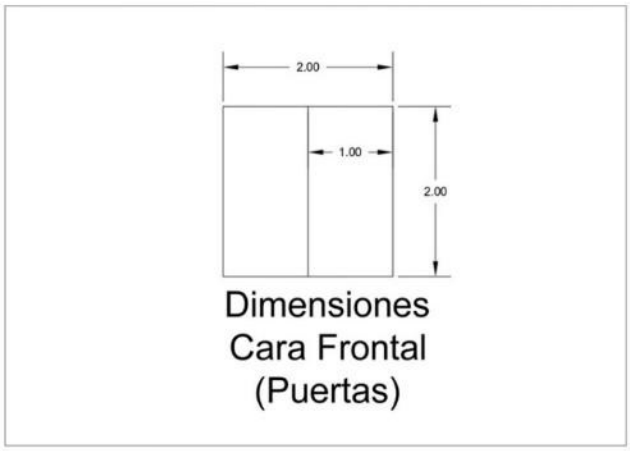



**Imagen Nº 72.- Dimensiones de cara frontal.**

El área de la cara delantera corresponde a la de un cuadrado de 2 [m] x 2 [m]:

$$Área\ frontal = 2\ x\ 2\ [m^2]$$

$$Área\ frontal = 4\ [m^2]$$

- ***Dimensiones de la cara trasera:***

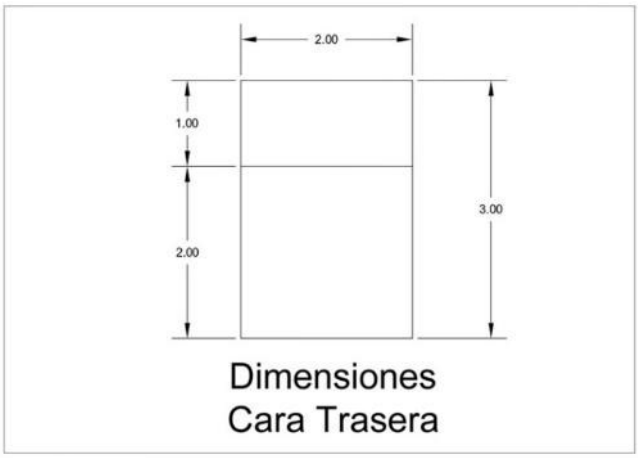



**Imagen Nº 73.- Dimensiones de cara trasera.**

El área de la cara trasera corresponde a la de un cuadrado de 2 [m] x 3 [m]:

$$Área\ trasera = 2\ x\ 3\ [m^2]$$

$$Área\ trasera = 6\ [m^2]$$

- ***Dimensiones de las caras laterales:***

Ambas caras laterales tienen las mismas dimensiones y son como se muestra en **Imagen Nº 74**.

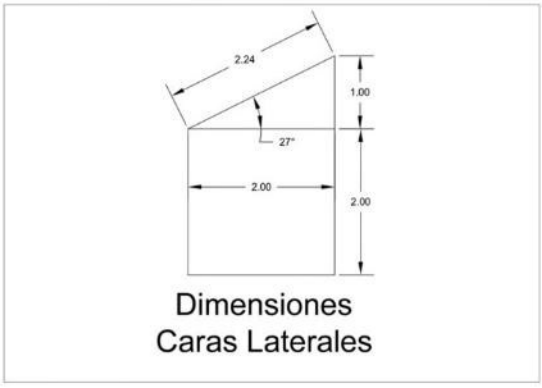



**Imagen Nº 74.- Dimensiones de las caras laterales.**

El área de las caras laterales corresponde, en cada una, a un polígono que se puede descomponer en el área de un cuadrado más el área de un triángulo:

$$Área\ lateral = \left( (2\ x\ 2) + \frac{(2\ x\ 1)}{2} \right) [m^2]$$

$$Área\ lateral = 5\ [m^2]$$

Se escogen dichas dimensiones para asegurar una construcción simple y obtener un ángulo aproximado similar a los 33º de inclinación recomendados para una óptima captación de radiación solar dada la latitud del proyecto.

- ***Dimensiones de la cara superior:***

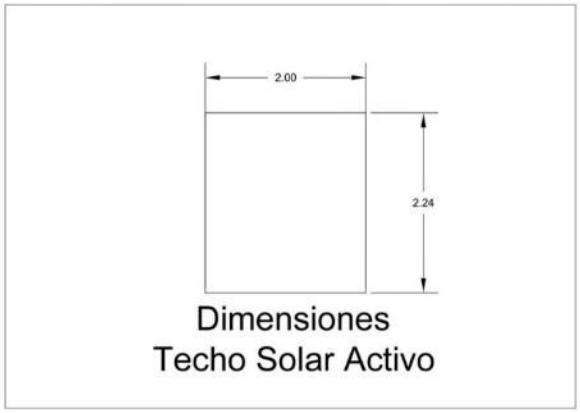



**Imagen Nº 75.- Dimensiones de cara superior (Techo Solar Activo).**

El área de la cara superior corresponde a la de un cuadrado de 2 [m] x 2,24 [m]:

$$Área\ superior = 2\ x\ 2{,}24\ [m^2]$$

$$Área\ superior = 4{,}48\ [m^2]$$

$$Área\ superior\ \approx 4{,}5\ [m^2]$$

El largo de magnitud 2,24 [m] se obtiene a partir de las dimensiones de largo y alto de las cerchas que soportan el techo solar activo, usando la fórmula para la hipotenusa de un triángulo rectángulo:

$$Hip. = \sqrt{(Largo^2 + Alto^2)}$$

$$Hip. = \sqrt{(2^2 + 1^2)}\ [m]$$

$$Hip. \approx 2{,}24\ [m]$$

- ***Dimensiones de las cerchas:***

El sistema de soporte que se propone corresponde a dos cerchas triangulares ubicadas en las caras laterales, conectadas entre sí con cuatro travesaños de 2 [m] de largo paralelos a las caras frontal y trasera, tal como se describe en **Imagen Nº 76**.

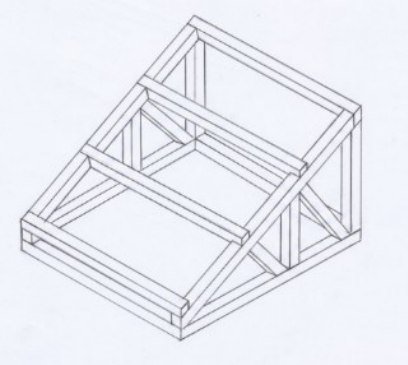


**Imagen Nº 76.- Bosquejo aproximado de la disposición del soporte y sus cerchas.**

Las dimensiones con que se define la construcción de las cerchas (a modo de estimación):

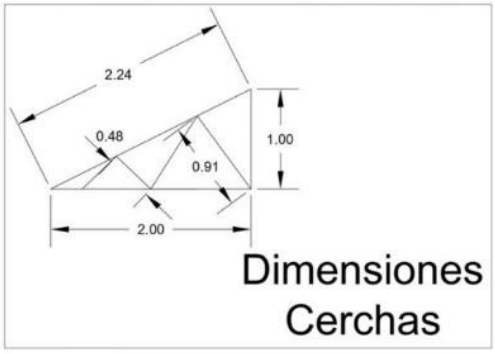



**Imagen Nº 77.- Dimensiones de las cerchas.**

A modo de resumen, se muestran el área ocupada por cada cara en **Tabla Nº 23**.

| Área de superficies del horno | |
|---|---|
| Sección | Área [$m^2$] |
| Cara delantera | 4 |
| Cara trasera | 6 |
| Cara lateral | 5 |
| Cara superior | 4,5 |

**Tabla Nº 23.- Resumen de áreas para las superficies del horno.**

## 4.3.3.4. Dimensionamiento de los materiales

Se dimensiona los requerimientos de materiales para el proyecto propuesto a continuación:

- ***Plancha Instapanel:*** Se puede encargar cortada a la medida, facturados por metro cuadrado. En este caso se requiere un panel de instapanel de un total de 4,5 [$m^2$] de área.
- ***Perfil C 60 [mm] x 20 [mm]:*** Se comercializan en formato de 2,4 [m] de largo en ferreterías. Se requieren 2 unidades.
- ***Plancha de policarbonato alveolar transparente:*** Se comercializan en formato de múltiples tamaños, planchas de 2,9 [m] x 1,05 [m] es uno de ellos. Se obtiene el área total requerida como la suma de las áreas a cubrir con dichas planchas:

$$Área\ policarbonato = \left(Área\ frontal + \left(2\ x\ Área\ lateral\right) + Área\ superior\right)[m^2]$$

$$Área\ policarbonato = (4 + (2\ x\ 5) + 4{,}5)\ [m^2]$$

$$Área\ policarbonato = 18{,}5\ [m^2]$$

También se sobredimensiona el área total en un 10% para contar con posibles pérdidas en corte. Luego se divide el total requerido por el área de una plancha individual para obtener el número de planchas necesario.

| Estimación de nº de planchas de policarbonato | |
|---|---|
| Área a cubrir | 18,5 [$m^2$] |
| Área requerida (10% extra) | 20,35 [$m^2$] |
| Área plancha individual (2,9 m x 1,05 m) | 3,05 [$m^2$] |
| Nº de planchas | 6,7 |

**Tabla Nº 24.- Estimación del número de planchas de policarbonato requeridas.**

Por lo tanto, se requieren como mínimo **7 planchas de policarbonato alveolar transparente** de medidas 2,9 m x 1,05 m para cubrir el área necesaria.

- ***Planchas de plumavit:*** Dado que se requieren para cubrir la cara trasera del horno, se considera como base al área de esa cara, es decir, 6 [$m^2$]. Una vez más, se sobre dimensiona la cantidad requerida en un 10% para contar con posibles pérdidas en los cortes de las planchas. Las planchas de plumavit se venden en formato de 1 m x 0,5 m, en distintos espesores, en ferreterías, usualmente en paquetes de múltiples unidades. De esta forma se obtiene lo siguiente:

| Estimación de nº de planchas de plumavit | |
|---|---|
| Área a cubrir | 6 [$m^2$] |
| Área requerida (10% extra) | 6,60 [$m^2$] |
| Área plancha individual (1 m x 0,5 m) | 0,50 [$m^2$] |
| Nº de planchas | 13,2 |

**Tabla Nº 25.- Estimación del número de planchas de plumavit.**

En este caso, se toma como referencia a planchas de 40 [mm] de espesor en paquete de 15 unidades, por lo que se necesita **1 paquete de 15 unidades de plancha de plumavit** para cubrir los requerimientos.

- ***Planchas de cholguán o MDF:*** se requiere cubrir el área de la cara trasera, pero esta vez por dentro y por fuera y por lo tanto se necesita el doble del área de dicha cara, es decir, 12 [$m^2$]. Una vez más, se sobredimensiona en un 10% el área total requerida

para contar por perdidas. Se toma como referencia a planchas de MDF de 1,52 m x 2,44 m de superficie y 3 [mm] de espesor. De esta forma se obtiene lo siguiente:

| Estimación de nº de planchas de MDF | |
|---|---|
| Área a cubrir | 12 [$m^2$] |
| Área requerida (10% extra) | 13,20 [$m^2$] |
| Área plancha individual (1,52 m x 2,44 m) | 3,71 [$m^2$] |
| Nº de planchas | 3,6 |

**Tabla Nº 26.- Estimación del número de planchas de MDF requeridas.**

Por lo tanto, se necesitan al menos **4 planchas de MDF** para desarrollar el proyecto propuesto.

- ***Tuberías:*** La sección de tuberías se divide en tres segmentos:
    1. **Tubo de PVC sanitario gris de 110 [mm] de diámetro:** Se requiere una sección de un poco más de 2 [m] de largo. Este tubo se comercializa en formatos de 3 [m] y 6 [m] en ferreterías, por lo tanto, se estima que con **1 tubo de PVC sanitario de 110 [mm] de diámetro x 3 [m] de largo** es suficiente para cubrir las necesidades.
    2. **Tubo flexible de aluminio corrugado aislado de 5" de diámetro:** Se requiere cubrir una distancia de aproximadamente 2,5 [m] de largo. Estos tubos existen en múltiples formatos, como referencia se toma un tubo de 5" de diámetro, 3 [m] de largo, por lo que se requeriría **1 Tubo de aluminio aislado de 5" x 3 [m]**.
    3. **Sección de tubería de hojalata de 110 [mm] de diámetro:** se requiere una sección de 0,5 [m] aproximadamente. Estos tubos se comercializan en hojalaterías, usualmente a medida con una dimensión mínima de 1 [m] de largo. Se requiere **1 tubo de hojalata de 110 [mm] x 1 [m]**.

- ***Listones de madera 2" x 2":*** Normalmente se comercializan en formato de 3,2 [m] de largo y serian principalmente usados para la construcción del soporte de cerchas del sistema de techo solar activo, aunque también se utilizarían para modificaciones menores en el resto de la estructura de ser necesario. Dadas las dimensiones de las cerchas se estima que se requieren 4 listones de 2"x 2" para cada cercha y 1 listón de 2" x 2" por cada uno de los cuatro travesaños. Por lo tanto, se requieren como mínimo 12 listones. Se sobre dimensiona dicha cantidad para contar con necesidades inesperadas, por lo que se considera que se necesitan un total **14 listones de 2" x 2" x 3 [m] de largo** para la realización de esta etapa del proyecto.

- ***Termohigrómetro digital con sonda:*** Se requiere la compra de **2 unidades**.

- ***Medidor de humedad para carnes:*** Se toma como referencia a un medidor de humedad para carne modelo DM300R. Se recomienda **1 unidad**.

Se resume el listado de materiales obtenido en esta sección en **Tabla Nº 27**:

| **Listado de materiales requeridos para mejora de horno** | |
|---|---|
| Ítem | Cantidad |
| Instapanel | 4,5 |
| Perfil C de acero (60 mm x 20 mm x 2,4 m) | 2 |
| Plancha policarbonato alveolar transparente (1,05 m x 2,9 m) | 7 |
| Listones de madera (2"x 2" x 3,2 m) | 14 |
| Paquete de planchas de plumavit (1 m x 0,5 m x 40 mm, 15 unidades) | 1 |
| Plancha MDF (1,52 m x 2,44 m x 3 mm) | 4 |
| Tubo de PVC (110 [mm] de diámetro x 3 [m]) | 1 |
| Tubo de aluminio corrugado aislado (5" de diámetro x 3 [m]) | 1 |
| Tubo de hojalata (110 [mm] de diámetro x 1 [m]) | 1 |
| Termohigrómetro digital con sonda | 2 |
| Medidor de humedad para carne (DM3000R) | 1 |

**Tabla Nº 27.- Listado de los materiales requeridos para las mejoras del horno.**

## 4.3.3.5. Costo de las modificaciones

Para la determinación de los costos se establece, a través de una cotización en línea, que el costo de la compra de los materiales e instrumentos necesarios para la mejora del funcionamiento del horno serían aproximadamente como se presenta en **Tabla Nº 28**.

| Costo de materiales para mejora del horno | | | |
|---|---|---|---|
| Ítem | Cantidad | Precio unitario | Precio total |
| Instapanel | 4,5 | $ 30.000 | $ 135.000 |
| Perfil C de acero (60 mm x 20 mm x 2,4 m) | 2 | $ 2.500 | $ 5.000 |
| Plancha policarbonato alveolar transparente (1,05 m x 2,9 m) | 7 | $ 16.000 | $ 112.000 |
| Listones de madera (2"x 2" x 3,2 m) | 14 | $ 1.800 | $ 25.000 |
| Paquete de planchas de plumavit (1 m x 0,5 m x 40 mm, 15 unidades) | 1 | $ 15.000 | $ 15.000 |
| Plancha MDF (1,52 m x 2,44 m x 3 mm) | 4 | $ 10.000 | $ 40.000 |
| Tubo de PVC (110 [mm] de diámetro x 3 [m]) | 1 | $ 9.000 | $ 9.000 |
| Tubo de aluminio corrugado aislado (5” de diámetro x 3 [m]) | 1 | $ 20.000 | $ 20.000 |
| tubo de hojalata (110 [mm] de diámetro x 1 [m]) | 1 | $ 10.000 | $ 10.000 |
| Termohigrómetro digital con sonda | 2 | $ 3.000 | $ 6.000 |
| Medidor de humedad para carne (DM3000R) | 1 | $ 150.000 | $ 150.000 |
| | | **Total:** | $ 527.000 |

**Tabla Nº 28.- Costo de los materiales principales requeridos para la mejora del horno.**

De igual forma que en las secciones anteriores, se considera como costo total de los materiales al total listado de aproximadamente 530.000 [CLP] más un recargo de 10% por concepto de materiales y gastos varios. Para el costo de la mano de obra se considera a modo de estimación un 30% del total de materiales como valor de dicha mano de obra.

| | | |
|---|---|---|
| Costo de materiales para modificaciones al horno | $ | 530.000 |
| Insumos varios (10%) | $ | 50.000 |
| Total de materiales parta modificación al horno | $ | 580.000 |
| Mano de obra e instalación(30%) | $ | 170.000 |
| **Total para modificaciones al horno** | **$** | **750.000** |

**Tabla Nº 29.- Costo total de propuesta de mejora al horno.**

De esta forma, como se puede ver en **Tabla Nº 29**, el monto total de la ejecución de la propuesta de mejora al horno se estima en alrededor de **750.000 [CLP]**.

### 4.3.3.6. Ahorro estimado

Para estimar el ahorro, primero es necesario saber el nivel de gasto producto del funcionamiento actual del horno previo a las modificaciones. Dicho gasto consiste fundamentalmente en el gas licuado que debe comprarse en la temporada de invierno para mantener la temperatura mínima necesaria para el proceso de secado. Para ello se utiliza un quemador turbocalefactor que entrega aire caliente hacia dentro del horno a través de una entrada de aire, normalmente durante el día entre 8:00 am y 8:00 pm. El sistema utiliza balones de gas licuado de 15kg, con un costo de aproximadamente 27.000 [CLP] cada balón durante los meses de invierno en la zona. El gasto observado histórico, en número de balones de gas licuado de 15 kg y costo monetario cada mes, se presenta en **Tabla Nº 30**.

| Gasto en gas licuado (balones de 15 kg, $27.000 x balón) | | |
|---|---|---|
| Mes | Cantidad | Costo |
| Mayo | 2 | $ 54.000 |
| Junio | 4 | $ 108.000 |
| Julio | 4 | $ 108.000 |
| Agosto | 2 | $ 54.000 |
| Promedio | 3 | $ 81.000 |
| **Total por temporada** | 12 | $ 324.000 |

**Tabla Nº 30.- Gasto histórico observado de gas licuado en el horno.**

El total de gasto por temporada alcanza el monto de aproximadamente **330.000 [CLP]**.

Se espera que con las modificaciones realizadas al horno no sería necesario usar apoyo de gas en las horas del día con suficiente iluminación en invierno, es decir, aproximadamente de 10:00 am a 6:00 pm o, lo que es lo mismo, 8 horas al día. Esto equivale a una reducción estimada del uso del gas licuado de un 2/3 del total o **67% de ahorro** aproximadamente. Este

ahorro implica que el costo por concepto de gas licuado para el horno pasa a ser el 33% del monto previo a las modificaciones del horno, como se puede ver en **Tabla Nº 31**.

| Comparación gasto en gas licuado tras mejoras al horno | | |
|---|---|---|
| Mes | Previo a mejoras | Posterior a mejoras |
| Mayo | $ 54.000 | $ 18.000 |
| Junio | $ 108.000 | $ 36.000 |
| Julio | $ 108.000 | $ 36.000 |
| Agosto | $ 54.000 | $ 18.000 |
| Promedio | $ 81.000 | $ 27.000 |
| **Total por temporada** | $ 324.000 | $ 108.000 |

**Tabla Nº 31.- Comparativa de gasto en gas licuado en horno.**

El ahorro total por temporada de invierno corresponde al 67% del costo total por temporada que existía previo a las modificaciones propuestas como se puede ver a continuación:

| | |
|---|---|
| Costo total por temporada previo a modificaciones (100%) | $ 324.000 |
| Costo total por temporada posterior a modificaciones (33%) | $ 108.000 |
| **Ahorro estimado por temporada (67%)** | $ 216.000 |

**Tabla Nº 32.- Ahorro total estimado de gas licuado por temporada.**

Se obtiene un ahorro de aproximadamente **220.000 [CLP]** por temporada de invierno. Con un costo total de ejecutar las modificaciones propuestas al horno de aproximadamente **750.000 [CLP]**, se espera un payback de aproximadamente **3,5 temporadas**, es decir se recuperaría la inversión aproximadamente al 4º año.

Es importante notar que esta estimación de ahorro considera solo la mejora en eficiencia en el uso de gas, pero también se esperan mejoras en los tiempos de secado y la calidad de este, lo cual impacta en la venta y por lo tanto aporta un beneficio que, en la práctica, acorta el tiempo de payback. Dichos beneficios son difíciles de cuantificar por si solos, pero debe tomarse en cuenta que existen e impactan la calidad del funcionamiento de los procesos en la fábrica.

### 4.3.4. Análisis de costos totales y ahorro en mejoras con apoyo de energía solar

Respecto a la etapa de mejoras a los procesos de la fábrica con el uso de energía solar como un todo, se puede estimar a partir de las secciones 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3 que el costo total de implementar todas las mejoras es de alrededor de **5.700.000 [CLP]**, valor que se resume en **Tabla Nº 33**.

| Resumen de costos para mejoras vía energía solar | | |
|---|---|---|
| Total SST para ACS | $ | 2.100.000 |
| Total instalación FV | $ | 2.825.000 |
| Total modificaciones al horno | $ | 750.000 |
| **Total mejoras vía energía solar** | $ | 5.675.000 |

**Tabla Nº 33.- Costo total de mejoras con energía solar y su distribución.**

La distribución de los costos de cada sección respecto al total se presenta a continuación:

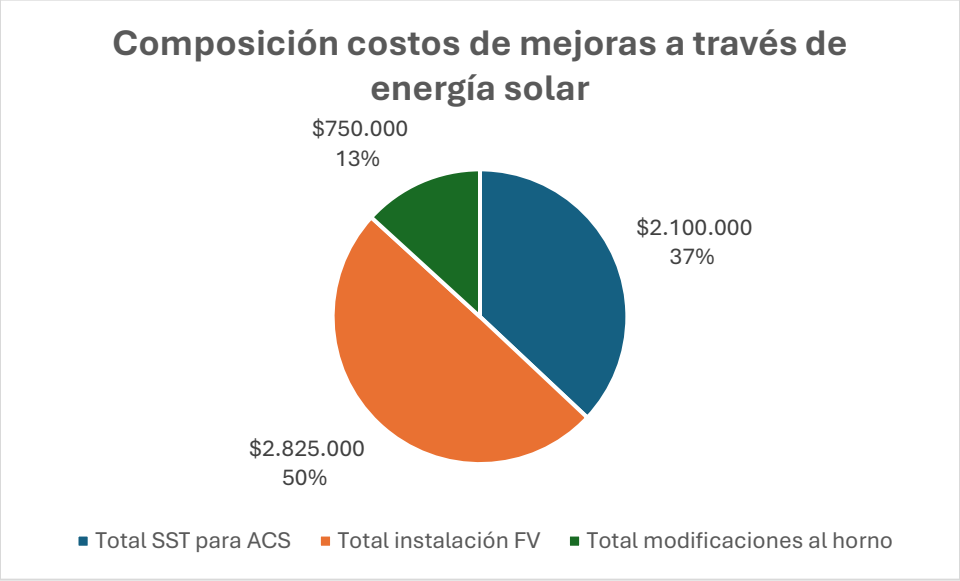



**Gráfico Nº 7.- Distribución de costos totales para mejoras con energía solar.**

Por supuesto, dada la modularidad del proyecto, no es necesario realizar todas las mejoras al mismo tiempo. Es por ello por lo que se establecen grados de priorización para cada sección, la cual se resume en **Tabla Nº 34**.

| Priorización recomendada para las mejoras | | | |
|---|---|---|---|
| Etapa | Prioridad | Costo [CLP] | Payback [años] |
| Total modificaciones al horno | Alta | $ 750.000 | 4 |
| Total instalación FV | Media | $2.825.000 | 3 |
| Total SST para ACS | Baja | $2.100.000 | 6,5 |

**Tabla Nº 34.- Esquema de priorización recomendada para las mejoras propuestas.**

De esta forma:

1. Se establece como **Alta Prioridad** a las modificaciones al horno, ya que el monto del costo es relativamente bajo y puede ser implementado incluso sin requerir financiamiento externo y posee un tiempo de retorno a la inversión relativamente bajo. Además, es la sección del proyecto propuesto que más impacta de forma directa a la producción.
2. Se establece como **Media Prioridad** a la instalación de un sistema fotovoltaico, pues si bien el costo es el mayor de las secciones, el hecho que el payback sea menor a pesar del alto costo de inversión es reflejo del alto nivel de ahorro anual que genera y por lo tanto, se recomienda realizar esta sección, ya sea buscando financiamiento o con financiamiento propio apenas se pueda.
3. Se establece como **Baja Prioridad** a la instalación de apoyo solar para el agua caliente sanitaria. Esto dado el relativamente alto costo de la instalación y el bajo ahorro que genera, reflejado en el mayor payback (mayor a 5 años) que presenta. De todas formas, es algo que se recomienda implementar una vez que las otras etapas del proyecto que se presenta en este trabajo sean implementadas, dentro de la medida de las posibilidades de financiamiento.

De esta forma, si se decide realizar solo las secciones de instalación de un sistema solar fotovoltaico y las mejoras con techo solar activo al horno, el monto de inversión en esta etapa del proyecto propuesto asciende a solo **3.600.000 [CLP]**.

## 4.4. Análisis de costos totales: regularización sanitaria más mejoras con apoyo de energía solar

A modo de finalización de este trabajo, se presenta el siguiente resumen de los costos totales para ambas etapas: Regularización Sanitaria y Mejoras con Apoyo de Energía Solar:

| | |
|---|---|
| Costo total por regularización sanitaria | $ 8.300.000 |
| Costo total por mejoras con energía solar | $ 5.700.000 |
| **Costo total Proyecto** | $ 14.000.000 |

**Tabla Nº 35.- Costo total del proyecto propuesto y su distribución.**

Se puede ver entonces que una estimación del costo total de todo el proyecto propuesto asciende a aproximadamente **14.000.000 [CLP]**, donde la mayor parte, aproximadamente el 59% del total corresponde a los trabajos necesarios para poder llevar a cabo los tramites de regularización sanitaria y el 41% restante a mejoras propuestas a los procesos de la fábrica usando para ello energía solar. Esta información se presenta visualmente en **Gráfico Nº 8.**

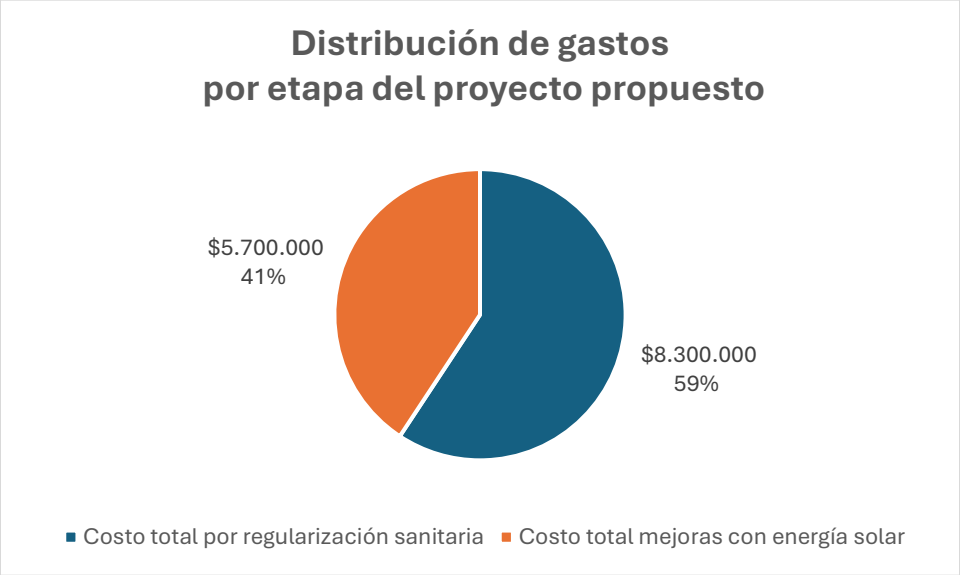



**Gráfico Nº 8.- Distribución global de costo para el proyecto propuesto por etapa.**

En cuanto a priorización, la etapa de regularización sanitaria debe realizarse si se quiere formalizar adecuadamente a la empresa, por lo que se recomienda asignarle la mayor prioridad. Por otra parte, respecto la etapa de mejoras con energía solar, se recomienda darle

mayor prioridad a la mejora del horno y a la instalación del sistema fotovoltaico, donde la mejora del horno puede realizarse en el futuro inmediato dado su bajo costo y para proveer mejora a la cadena de valor de forma inmediata mientras se busca financiamiento para hacer los trabajos de regularización. La instalación de un sistema solar térmico (SST) para apoyo al agua caliente sanitaria se considera de mínima prioridad y se recomienda descartarlo de encontrarse en una situación de recursos limitados.

De esta forma, si se descarta la instalación de un sistema SST, el costo del proyecto presentado sería el siguiente:

| | |
|---|---|
| Costo total por regularización sanitaria | $ 8.300.000 |
| Costo total por mejoras con energía solar | $ 3.600.000 |
| **Costo total Proyecto** | $ 11.900.000 |

**Tabla Nº 36.- Costo total del proyecto y su distribución (versión sin incluir SST).**

Siendo el costo total del proyecto, descartando al sistema solar térmico, aproximadamente **12.000.000 [CLP]**, de los cuales el 70% corresponde a la etapa de regularización sanitaria y el 30% a la etapa de mejoras con apoyo de energía solar, como se ve en **Gráfico Nº 9**.




**Gráfico Nº 9.- Distribución de costos por etapa del proyecto (versión sin incluir SST).**

El orden recomendado de ejecución del proyecto presentado en este trabajo se establece como sigue:

1º. Implementar mejoras al horno (plazo de inmediato a corto)
2º. Realizar trabajos orientados a la regularización sanitaria y realizar los trámites para la obtención del permiso sanitario. La formalización de la pyme es clave para ampliar su acceso al mercado (corto plazo).
3º. Instalar el sistema de generación solar fotovoltaica (mediano plazo).
4º. (Opcional) Instalar sistema solar térmico a modo de apoyo al sistema de agua caliente sanitaria de la fábrica (largo plazo).

De esta forma la inversión necesaria al corto plazo sería cercana a los **9.000.000 [CLP]** y al mediano plazo se necesitarían los **3.000.000 [CLP]** restantes. Opcionalmente se puede implementar al largo plazo el SST, a un costo de otros **2.000.000 [CLP]**.

# 5. Conclusiones

El presente trabajo demuestra que el recurso solar disponible en la zona de San Esteban y la provincia de Los Andes en general representa una ventaja competitiva real y subutilizada para pequeños productores agroindustriales. A través de tres propuestas complementarias (la mejora del horno de secado mediante tecnología de techo solar activo, la instalación de un sistema fotovoltaico y la incorporación de un sistema solar térmico para agua caliente sanitaria) se evidencia que la adopción de energías renovables no requiere grandes escalas de producción para ser económicamente viable. Con paybacks que van desde los 3 hasta los 6,5 años y una inversión total en mejoras solares de aproximadamente 5.700.000 CLP, el conjunto de propuestas configura un plan técnicamente sólido y financieramente alcanzable para una empresa pyme como lo es "Charqui Villaseca". De estas tres intervenciones, la mejora del horno mediante techo solar activo destaca como la de mayor impacto por peso invertido, al ser la de menor costo (~700.000 CLP), de ejecución más inmediata y la que incide directamente sobre el proceso productivo central de la empresa, además de reducir en aproximadamente un 67% el consumo de gas licuado durante la temporada de invierno. La instalación del sistema fotovoltaico, por su parte, presenta el menor tiempo de retorno de la inversión entre todas las propuestas, con un payback estimado de tres años y una reducción del gasto eléctrico mensual desde los 90.000 CLP hasta aproximadamente 7.000 CLP, constituyendo una mejora de gran rentabilidad económica para el proyecto.

La regularización sanitaria, si bien representa el mayor costo del proyecto con un presupuesto estimado de 8.300.000 CLP, debe entenderse no como un obstáculo sino como una condición habilitante que multiplica el valor de todas las demás mejoras propuestas. En este sentido, la regularización sanitaria y la adopción de tecnologías solares no son objetivos independientes, sino dos dimensiones complementarias de un mismo proceso de profesionalización y crecimiento sostenible. Obtener la resolución sanitaria es el paso que transforma a la empresa desde un emprendimiento informal con acceso limitado al mercado en un productor formal con capacidad de llegar a canales de distribución de mayor escala. En este sentido, la regularización constituye una inversión en capacidad de mercado cuyo retorno, aunque difícil de cuantificar directamente, supera con creces su costo.

Más allá de los resultados específicos obtenidos, el caso de "Charqui Villaseca" ilustra un fenómeno amplio en el sector de las pymes chilenas: empresas con producto de calidad probada y demanda real, pero limitadas por la informalidad y la falta de acceso a conocimiento técnico especializado. Este trabajo muestra que una intervención de ingeniería estructurada con diagnóstico, propuesta técnica, evaluación económica y plan de acción priorizado, puede transformar significativamente el horizonte de una empresa familiar con recursos acotados, siendo la metodología aplicada potencialmente replicable en otras pymes del sector agroindustrial del país. Un elemento clave de dicha metodología es el diseño modular del plan propuesto, que permite ejecutar las intervenciones de forma secuencial según la disponibilidad de financiamiento, haciendo posible obtener resultados concretos desde el corto plazo con una inversión inicial tan reducida como 750.000 CLP.

Finalmente, es importante señalar que las estimaciones de costo y ahorro presentadas en este trabajo corresponden a aproximaciones basadas en cotizaciones en línea y supuestos técnicos razonables, por lo que requieren validación en terreno antes de una toma de decisión definitiva. Asimismo, aspectos identificados en el análisis FODA como el desarrollo de marca, el etiquetado nutricional, la gestión contable y la búsqueda de financiamiento quedan fuera del alcance de este trabajo y constituyen las próximas líneas de acción que la empresa deberá abordar para consolidar su crecimiento. Reconocer estos límites con claridad es parte integral del análisis y abre el camino para futuros trabajos que profundicen en las dimensiones comerciales y de gestión de esta y otras empresas similares.

# Bibliografía y Referencias


[ 1 ] “Las pymes en Chile”, Serie Las pymes en América Latina y el Caribe, Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe - CAF, 2023.

Obtenido de: https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/2132/CAF_PYMES_CHILE.pdf?sequence=6

[ 2 ] Ley 20.416 “Fija Normas Especiales para las Empresas de Menor Tamaño”, 2010.

Obtenido de: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1010668&idParte=8861347&idVersion=2010-02-03

[ 3 ] Decreto Supremo Nº977/97 “Reglamento Sanitario de Alimentos”, 1997.

Obtenido de: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=71271

[ 4 ] “Guía de trámite para autorización sanitaria de establecimientos de alimentos que requieren de visita inspectiva”, Seremi IV Región, 2014.

[ 5 ] “Solar photovoltaic module price”, Our World in Data.

Obtenido de: https://ourworldindata.org/grapher/solar-pv-prices

[ 6 ] Ley 20.571 “Regula El Pago De Las Tarifas Eléctricas De Las Generadoras Residenciales”, 2014.

Obtenido de: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1038211

[ 7 ] “Innovación en el deshidratado solar”, Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, vol. 24. Número Especial, 2016, pp. 72-80, Jaime Espinoza S, 2016.

[ 8 ] “Calculadora de materiales virtual”, Cemento Melón, *https://asesoria.melon.cl/calculadora*

[ 9 ] "Manual práctico del técnico solar - Sistemas Solares Térmicos de Agua Caliente Sanitaria en viviendas unifamiliares", Ministerio de Energía, 2013.

Obtenido de: https://sst.minenergia.cl/wp-content/uploads/2016/05/manual_tecnico_solar_2013-1_v2.pdf

[ 10 ] “Esol - Energía Solar”, https://www.esol.cl

[ 11 ] “Explorador Solar”, Ministerio de Energía, https://solar.minenergia.cl/exploracion

[ 12 ] “Precios del gas licuado en el país”, Comisión Nacional de Energía.

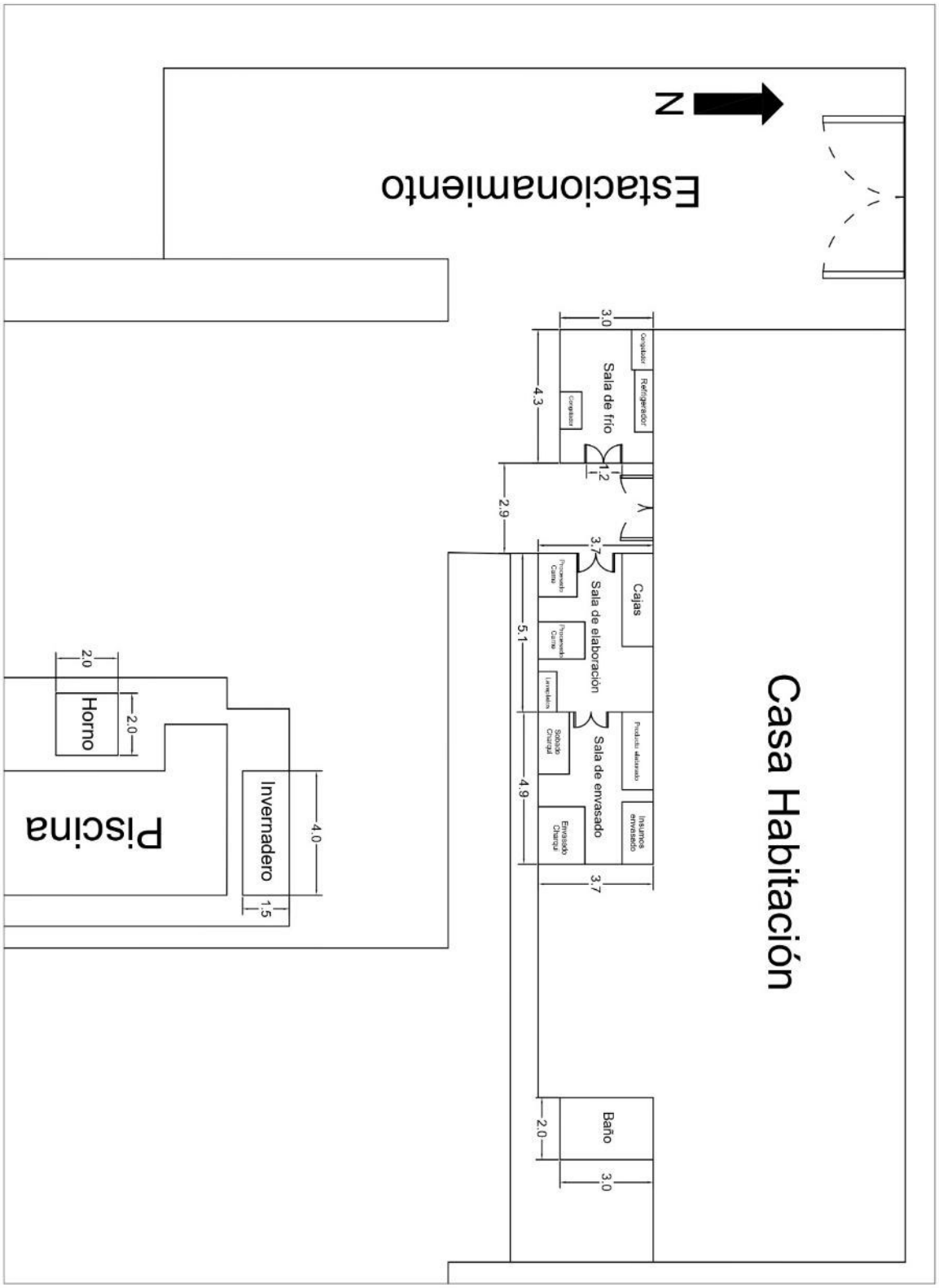
Obtenido de: https://www.cne.cl/estadisticas/hidrocarburo/

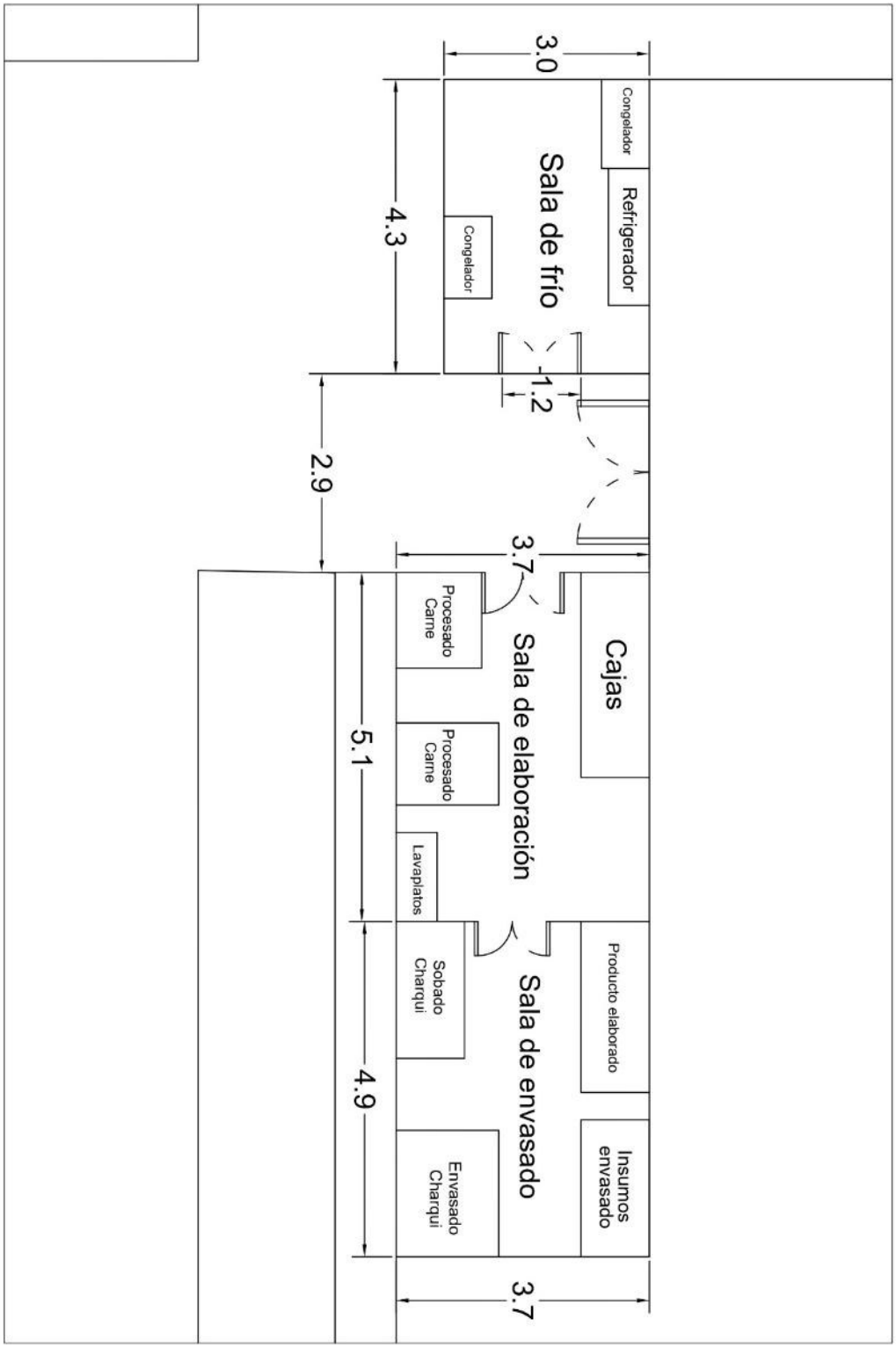
[ 13 ] "Guía de Diseño de Sistemas Fotovoltaicos On-Grid", Fundación Energía Comunitaria, Facultad de Ingeniería Universidad de Concepción, 2017.

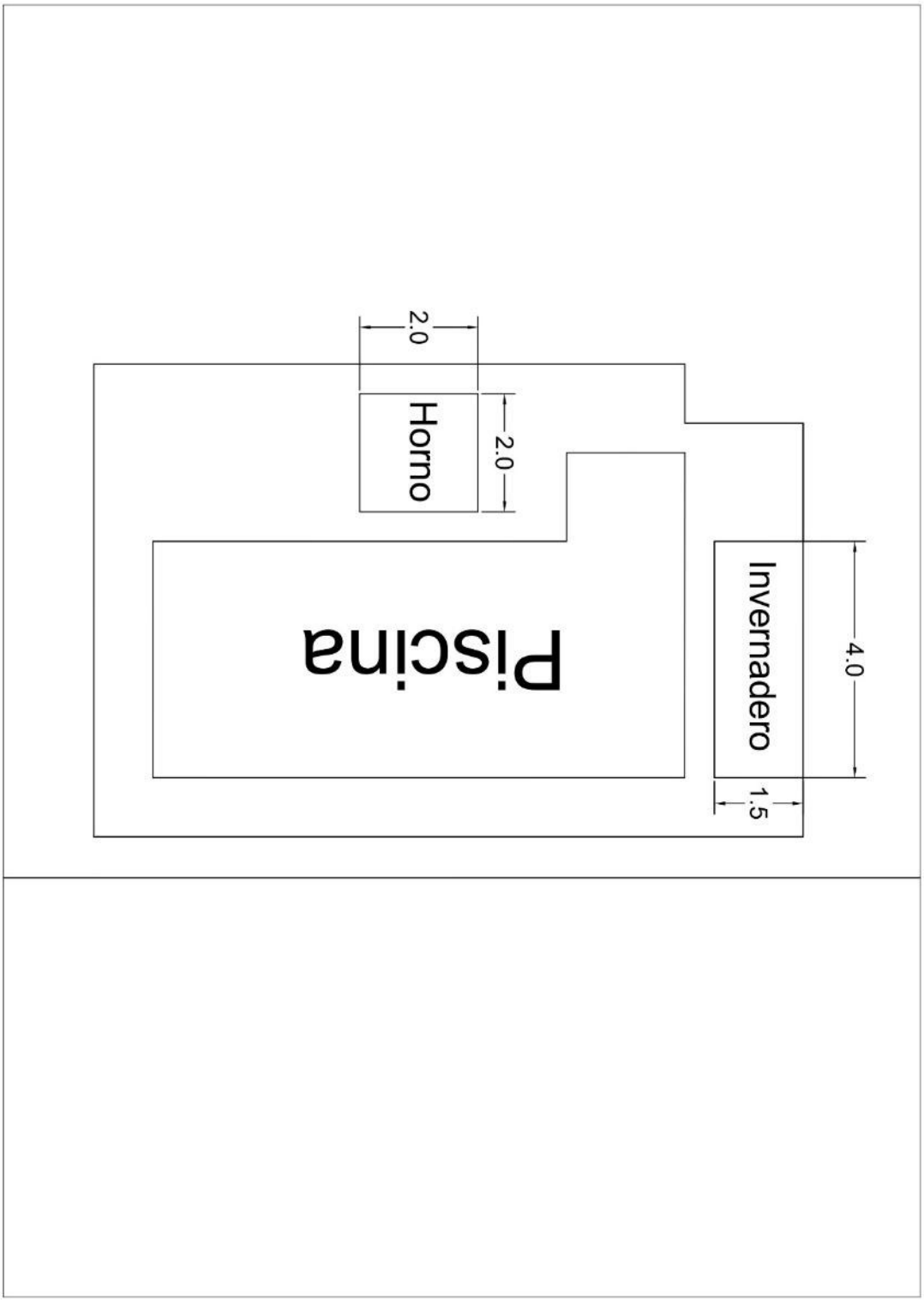
Obtenido de: http://plataformasolar.die.udec.cl/files/guia%20dise%C3%B1o%20on-grid.pdf

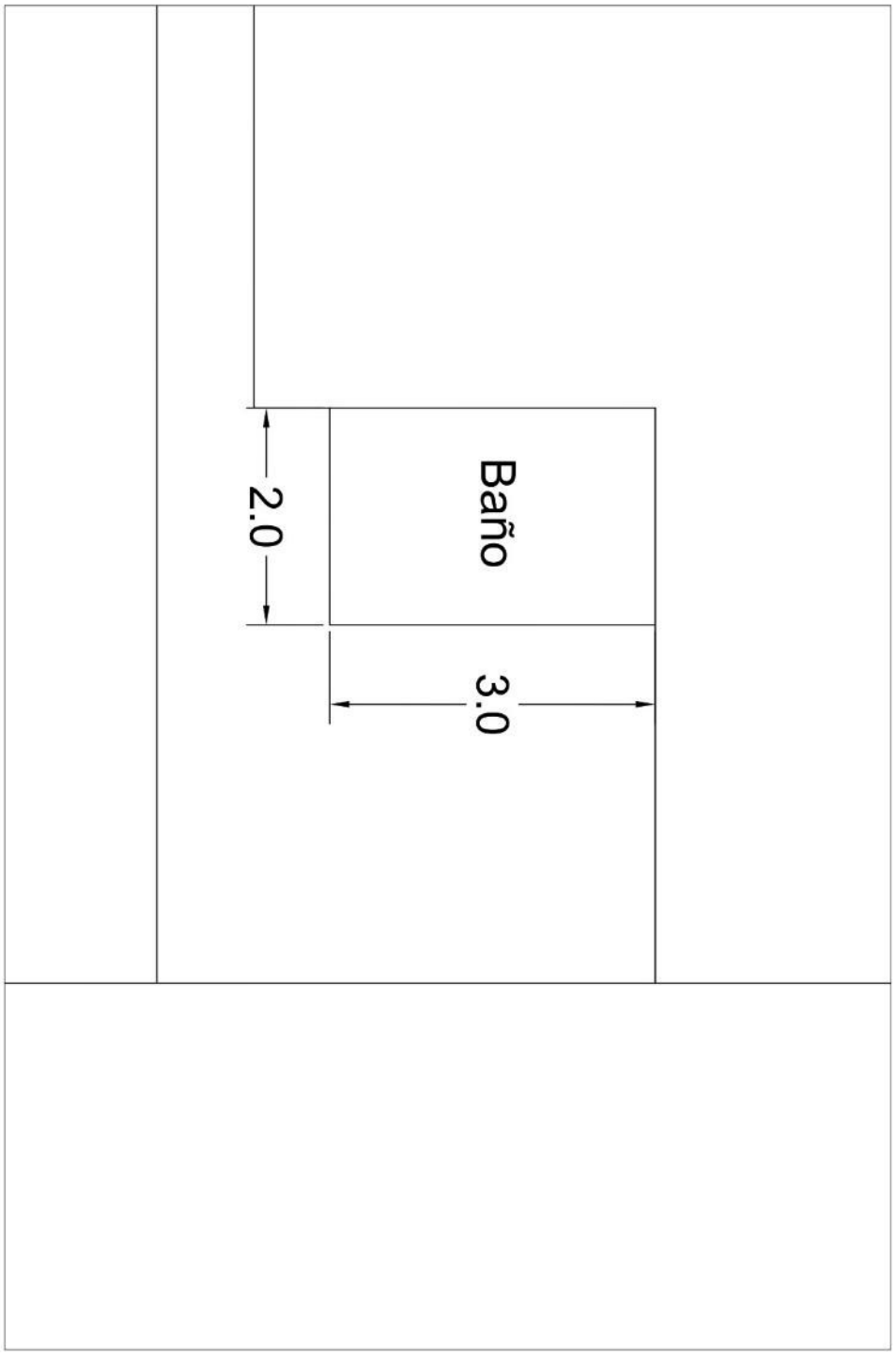
# Anexos

**Anexo A** – Plano fábrica en estado actual

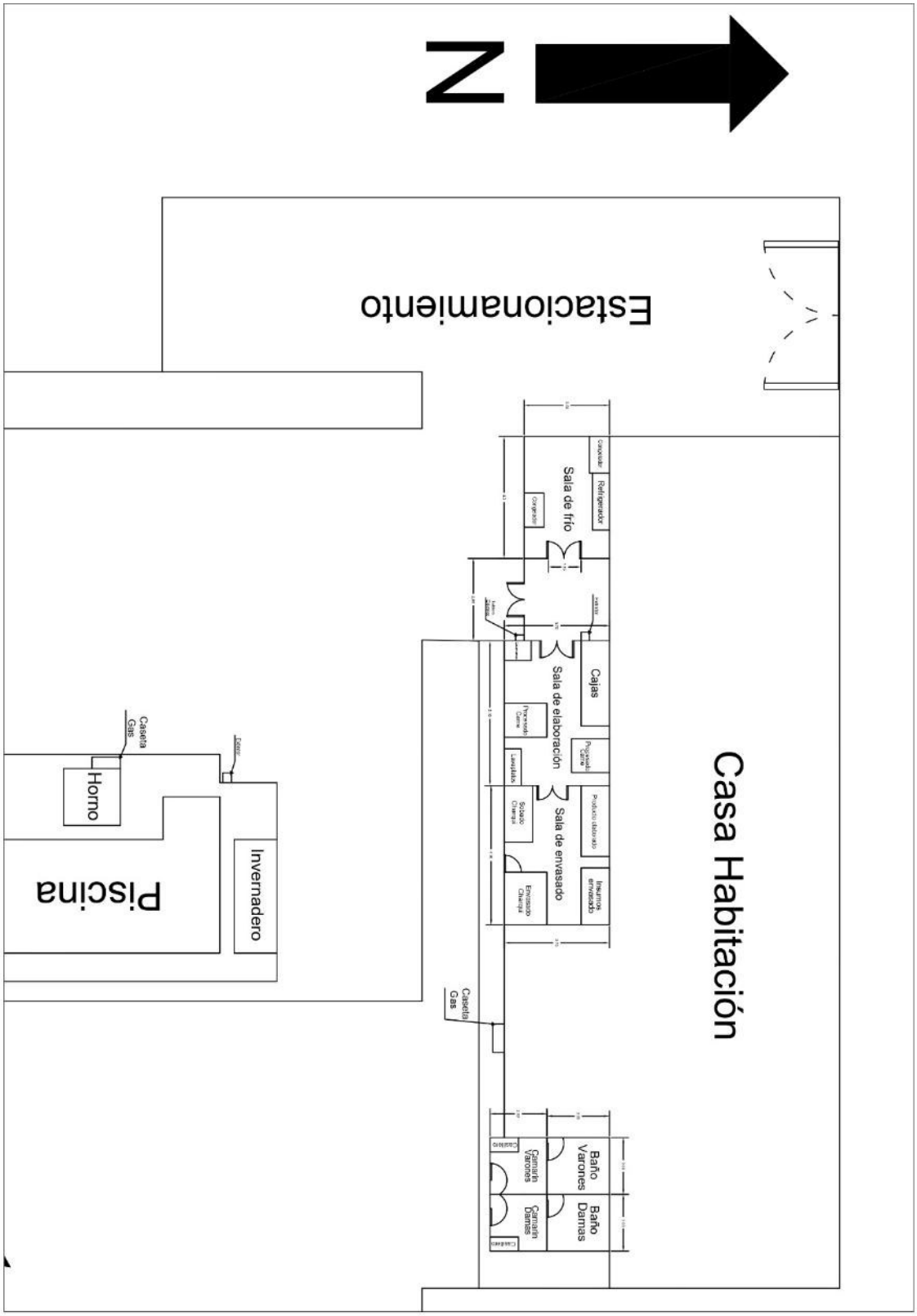



3.0
Congelador
Refrigerador
Sala de frío
Congelador
4.3
1.2
2.9
3.7
Procesado Carne
Procesado Carne
Lavaplatos
Sobado Charqui
Cajas
Sala de elaboración
Sala de envasado
Producto elaborado
Insumos envasado
Envasado Charqui
5.1
4.9
3.7

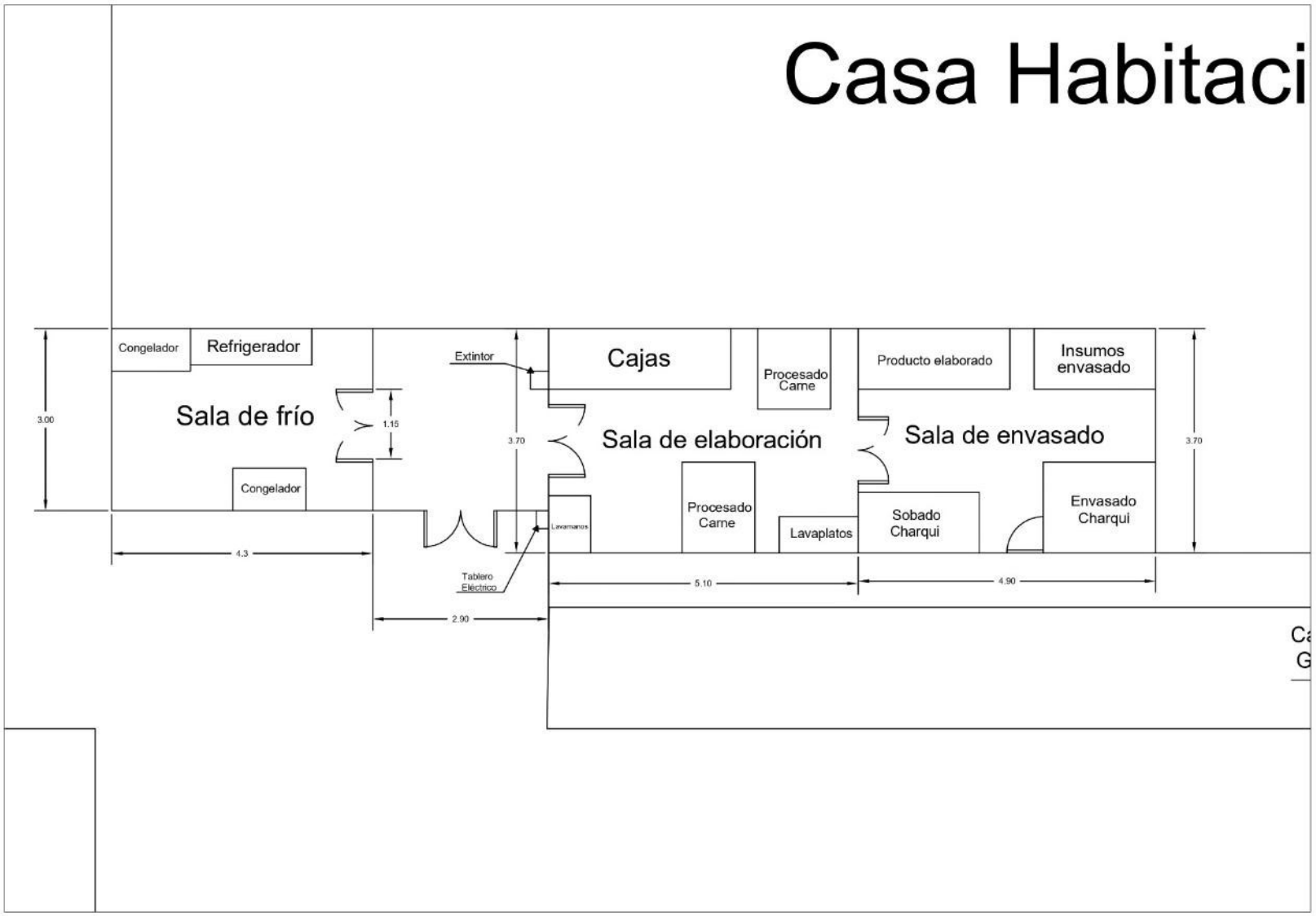

2.0
Horno
2.0
Piscina
Invernadero
4.0
1.5

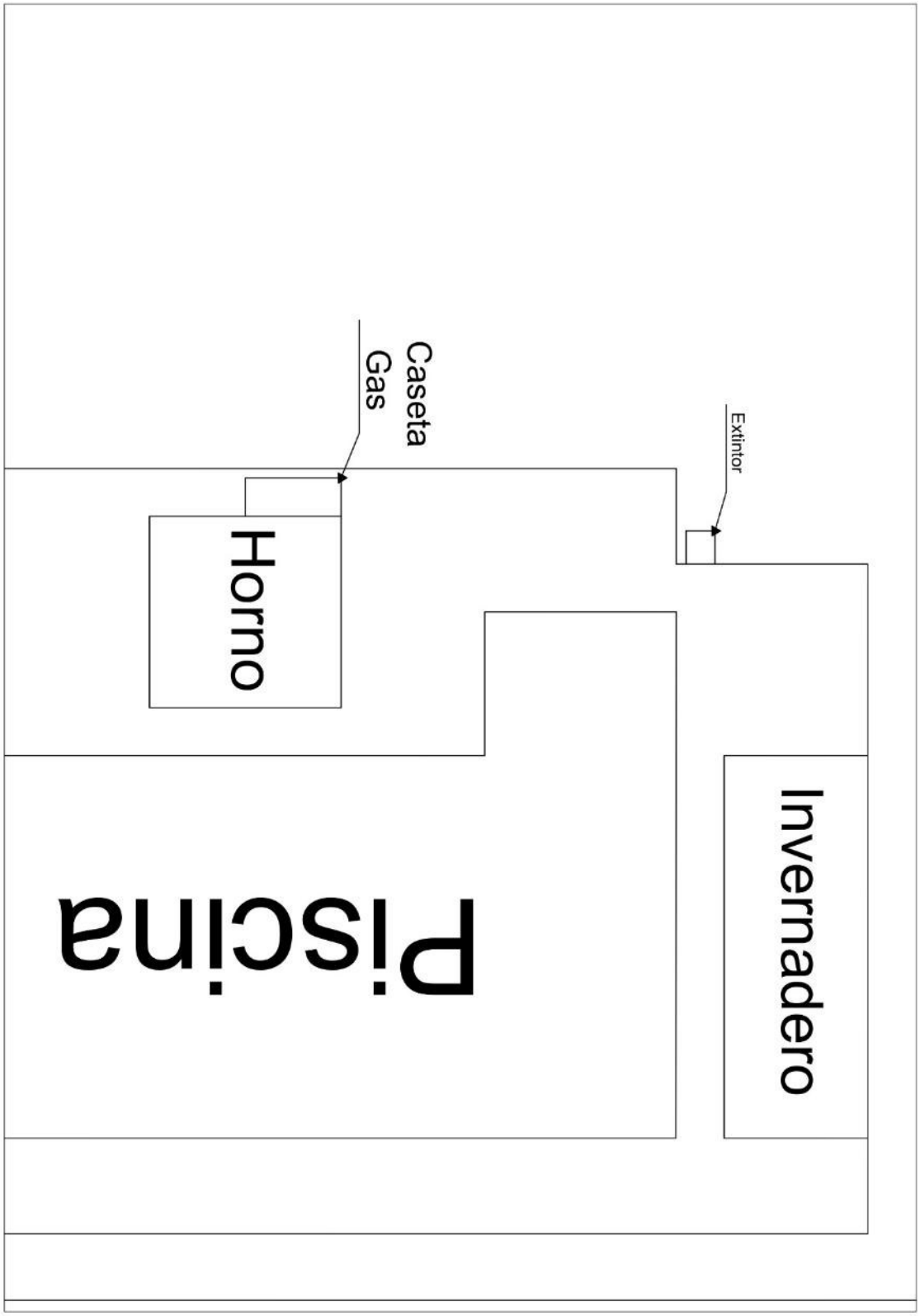

Baño
2.0
3.0

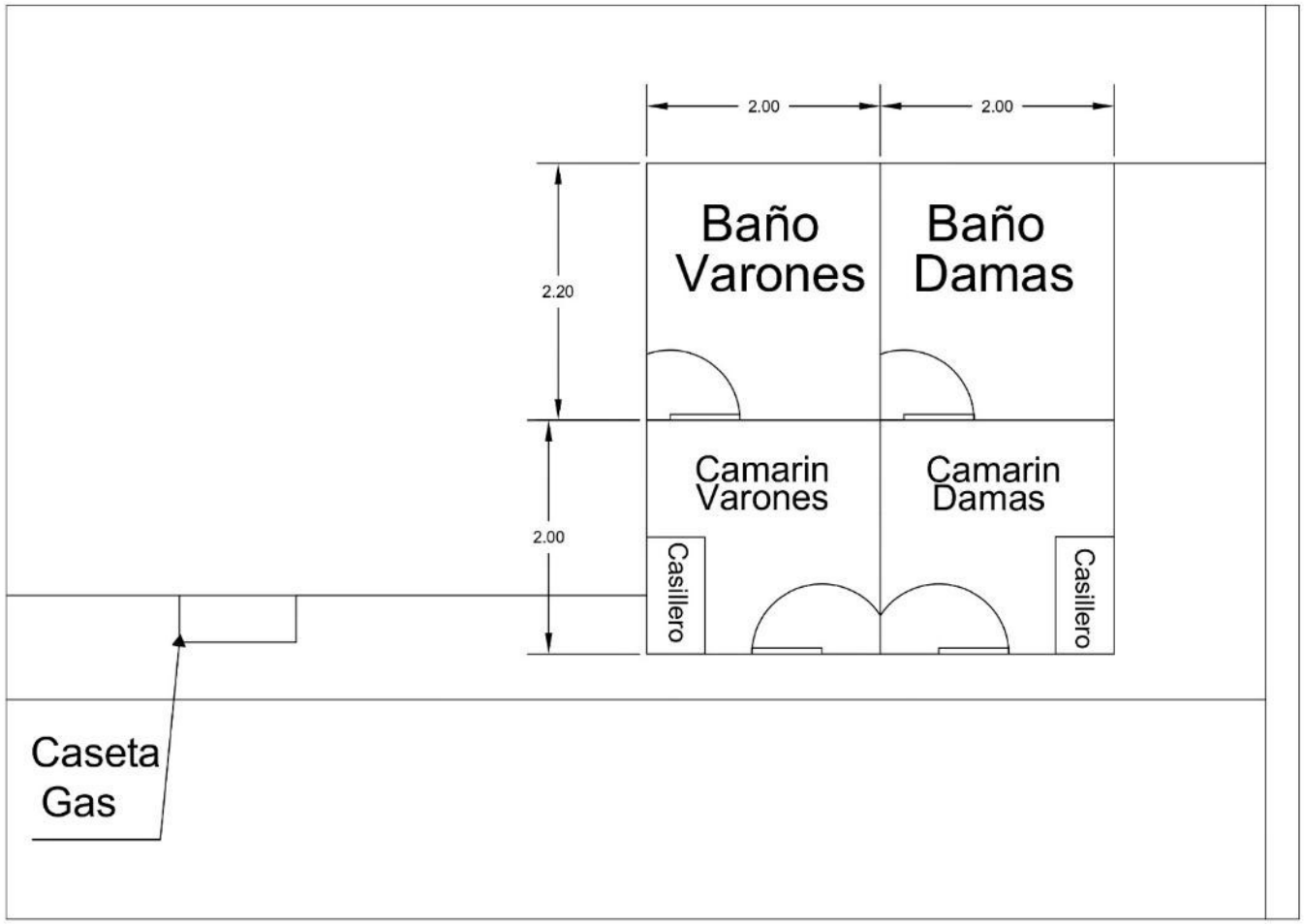
**Anexo B** – Plano fábrica con propuestas de regularización



# Casa Habitaci




Caseta
Gas
Extintor
Horno
Piscina
Invernadero


2.00
2.00
2.20
2.00
Baño
Varones
Baño
Damas
Camarin
Varones
Camarin
Damas
Casillero
Casillero
Caseta
Gas

# **Anexo C** – Manual equipo solar térmico de referencia

PRISMASOLAR

## MANUAL DE INSTALACIÓN TERMO SOLAR COMPACTO PRESURIZADO MODELO PCT200P

Antes de proceder con la instalación, le rogamos que lea con atención las instrucciones de instalación de este manual

Antes de la instalación es imprescindible que el cliente final chequee y acuerde con el instalador todas las condiciones necesarias sobre la selección de la ubicación del equipo, el paso de tuberías hidráulicas y de los cables eléctricos, los acabados de la superficie de la resistencia eléctrica de manera que asegure la instalación.

La ubicación seleccionada no debe tener obstáculos que limiten la radiación solar, durante ninguna época del año

La orientación óptima del equipo PrismaSolar es con el colector hacia el Norte, para lugares en el hemisferio Sur, se permite una desviación de +- 40º al Noreste, si las necesidades en A.C.S. son mayores durante las horas antes de 14:00, y+-40º al Noroeste, si las necesidades de A.C.S. son mayores durante las horas después de las 14:00. En todo caso, esta desviación prácticamente no afecta mayormente el rendimiento energético del equipo, por ser un sistema de tubos evacuados.

La colocación del acumulador en tejados que no tengan cubierta de hormigón, debe de hacerse sobre una viga que soporte la carga y nunca entre vigas, lo cual debe ser chequeado por un Ingeniero Calculista o profesional similar.

En el caso que el lugar de ubicación de la instalación no sea compatible con la estructura soporte PrismaSolar, se debe seleccionar y proponer otro tipo de estructura por parte del instalador, pero siempre de acuerdo a las exigencias del cliente final.

En zonas de nevada fuertes, hay que asegurarse de interconexión del sistema y las del agua caliente y fría, tienen que estar bien aisladas.

Una vez terminada la instalación, no olvide de rellenar junto al cliente la ficha de la garantía y mandar las hojas correspondientes al fabricante y/o Distribuidor.

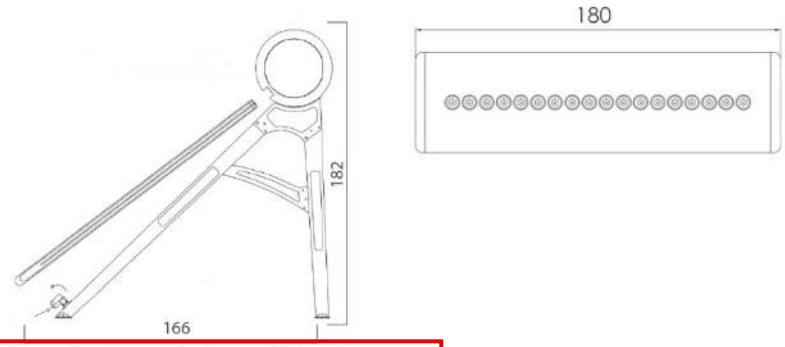
### 1.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL TERMO SOLAR

1.1.- Características Técnicas del Acumulador

- Volumen Del Sistema : 220 Lts.
- Aislación Estanque : 55 Mm. Poliuretano Expandido, 32 Kg/m3
- Revestimiento Exterior : Acero Galvanizado 0,35 Mm Espesor.
- Estanque Interior Acero Inoxidable Sus304-2b, 0,5 Mm. Espesor
- 20 Tubos Al Vacío Tipo 1800x58
- Doble Tubo Al Vacío Boro Silicato 1.6 Mm Espesor
- Serpentín Intercambiador De Calor De Cobre 12 Mm Diametro

1.2.- Características Técnicas del Colector

- 20 Tubos al Vacío 1800x58.




1.4.- Especificaciones Técnicas y Eficiencia.

- Peso en Vacío : 60 Kg
- Eficiencia Óptica : 72,7 %
- Pérdidas Térmicas Lineal : 1,42 W/m2K
- Pérdidas en Segundo Orden : 0,061 W/m2K2
- Área Útil : 1,91 m2.

## 2.- EMBALAJES Y DESGLOSE DE PIEZAS

### 2.1.- Embalaje de Termo Solar

El termo solar viene en 5 cajas : Acumulador, Estructura de Soporte, dos cajas de Tubos al vacio y un Controlador Digital.

Acumulador:
El acumulador se embala dentro de una caja de cartón, protejida en su contorno con piezas de aislapol para asentar y distribuir todo su peso en la caja.

Estructura de Soporte:
Todas las piezas de la estructura de soporte vienen empaquetadas en una caja de cartón, junto a todos los accesorios necesarios para el armado y montaje.

Tubos al vacío 1800 x 58:
Los tubos de Cristal Boro Silicato vienen dentro de cajas de cartón, debidamente selladas y amoldados con piezas de aislapol en ambos extremos y en la zona central, de forma de distribuir todo su peso a toda la superficie de los tubos en tres puntos dentro de la caja.

# **Anexo D** – Ficha técnica de panel solar de referencia

Sine Energy Sun&Power

www.sine-energy.com

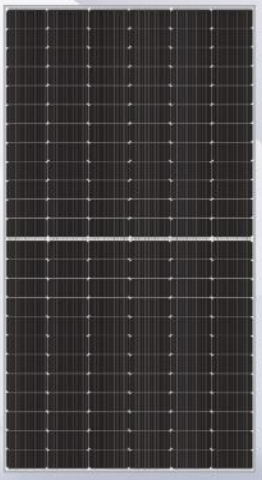
# TOPCon

## Monofacial

## 600~630W

SN(600~630W)-144MT 18BB

**Mono MBB N-type** large size half cut module



### KEY FEATURES

- Sine Energy Topcon solar modules adopts the latest 18 bus bar technology decrease the current transverse propagation path by 50% and improve the effciency of the modules up to 22.8%.
- Low LCOE — 5-25w higher than Perc modules with the same size result in lower LCOE and O/M cost.
- LETID LID — N type topcon modules has better reliability in harsh environment and lower LID/LETID.
- N type Topcon solar cells makes longer life span,lower degradation and better performance in week light conditons
- Half cut cell and optimized circuit design as well split junctin box makes lower the power loss caused by shadow and mismatch.
- Lower thermal coeffcient for higher power gerneration at higher tempreature.
- Selected encapsulating materials and stringent production process controls ensures highly PID resistant.
- Ideal for usage in residential rooftops,commercial and large-scale plants.

### CERTIFICATION

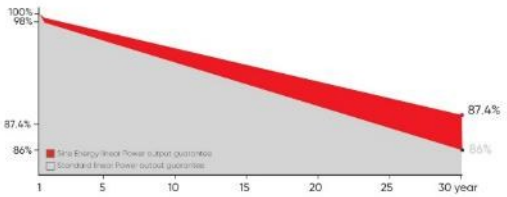
IEC61215 | IEC61730 | IEC 61701 | CE | INMETRO
ISO 9001
2015 Quality Management System
ISO 14001
2015 Environmental Management System
ISO45001
2018 Occupational Health and Safety Management System

TÜV Rheinland INMETRO ISO CE PID

### INDUSTRY LEADING WARRANTY

12 years Guarantee on product material and workmanship

30 years Linear power output warranty




**Anhui Sine New Energy Co., Ltd.**

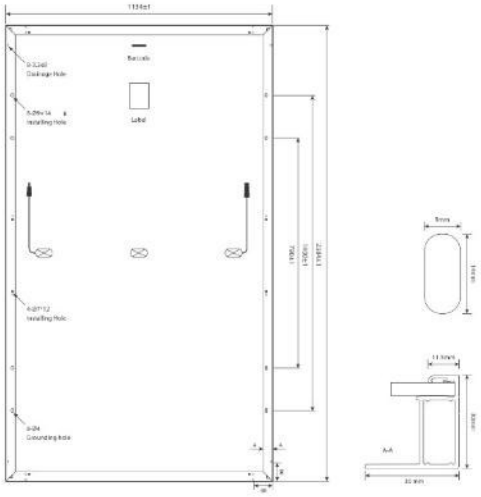
Web: www.sine-energy.com E-mail: sales@sine-energy.com Tel: 86- 551- 6885158

If any update,Sine Energy would not make further notice. Sine Energy reserves the right of final interpretation.

# SN(600~630W)-144MT



| Weight | Number of Cells | Module Size | Packing |
|---|---|---|---|
| 28.3kg | 144pcs(24×6) | 2384×1134×30mm | 37pcs/pallet,740pcs/40HQ |



## MECHANICAL SPECIFICATIONS

| | |
|---|---|
| Solar Cell Type | 182×95.8mm |
| Glass | 3.2mm tempted, high transimission ART coating |
| Back Sheet | White KPF |
| Frame | Silver Anodized Aluminium Alloy |
| Junction Box | IP68 |
| No. of Diodes | 3pcs |
| Output Cable | 4.0mm² 400/400mm (custmized available) |
| Connector | MC4 Compatible (MC4 Original optional) |
| Wind/Snow Load | 2400pa/5400pa |

## TEMPERATURE COEFFICIENT

| | |
|---|---|
| Nominal Operating Cell Temp(NOCT) | 45±2℃ |
| Temperature Coefficient of ISC | +0.045% ℃ |
| Temperature Coefficient of VOC | -0.230% ℃ |
| Temperature Coefficient of Pmax | -0.280% ℃ |
| Operational Temperature | -40℃ ~ +85℃ |
| Maximum System Voltage | 1500V DC(IEC) |
| Maximum Series Fuse Rating | 25A |
| Voc and Isc tolerance | ±3% |

## ELECTRICAL SPECIFICATION (STC)

| Maximum Power -Pmax(W) | 600W | 605W | 610W | 615W | 620W | 625W | 630W |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maximum Power Voltage-Vmp(V) | 44.12V | 44.26V | 44.40V | 44.54V | 44.67V | 44.83V | 44.99V |
| Maximum Power Current-Imp(A) | 13.60A | 13.67A | 13.74A | 13.81A | 13.88A | 13.94A | 14.00A |
| Open Circuit Voltage -Voc(V) | 52.32V | 52.45V | 52.58V | 52.71V | 52.84V | 52.98V | 53.14V |
| Short Circuit Current-Isc(A) | 14.45A | 14.52A | 14.59A | 14.66A | 14.73A | 14.75A | 14.82A |
| Module Efficiency(STC) -ηm(%) | 22.19% | 22.38% | 22.56% | 22.75% | 22.93% | 23.12% | 23.30% |
| Power output tolerance(W) | 0~+5W | | | | | | |

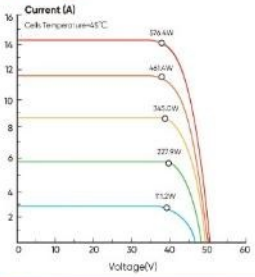
STC:Irradiance:1000W/m², Module Tempreature:25ºC,Air Mass:1.5

## Electrical Specification (NOCT)

| Maximum Power -Pmax(W) | 456.7W | 460.6W | 464.4W | 468.2W | 472.0W | 475.8W | 479.6W |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maximum Power Voltage-Vmp(V) | 41.93V | 42.03V | 42.14V | 42.23V | 42.34V | 42.35V | 42.47V |
| Maximum Power Current-Imp(A) | 10.89A | 10.96A | 11.03A | 11.09A | 11.15A | 11.23A | 11.30A |
| Open Circuit Voltage -Voc(V) | 49.63V | 49.73V | 49.84V | 49.94V | 50.05V | 50.17V | 50.29V |
| Short Circuit Current-Isc(A) | 11.64A | 11.70A | 11.76A | 11.83A | 11.90A | 12.13A | 12.23A |

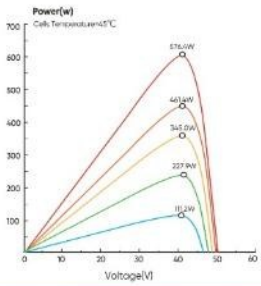
NOCT:Irradiance:800W/m², Ambient Tempreature:20ºC,Air Mass:1.5,Wind Speed:1m/s

## I-V Curve




Current-Voltage Curve(610W)

- 1000W/m²
- 800W/m²
- 600W/m²
- 400W/m²
- 200W/m²




Power-Voltage Curve(610W)

- 1000W/m²
- 800W/m²
- 600W/m²
- 400W/m²
- 200W/m²

**Anexo E** – Ficha técnica de inversor para sistema fotovoltaico de referencia

solis | Soluciones FV solares para uso residencial

## S6-GR1P(0.7-3.6)K-M

Inversores Solis Mini

>> **Modelo:**

S6-GR1P0.7K-M
S6-GR1P1K-M
S6-GR1P1.5K-M
S6-GR1P2K-M
S6-GR1P2.5K-M
S6-GR1P3K-M
S6-GR1P3.6K-M

360 grados




### Características:

- 97.3% de eficiencia máxima
- Corriente de rama hasta **14A**
- Tecnología de conmutación de alta frecuencia
- Rango de voltaje ultra amplio, voltaje de arranque ultra bajo
- Algoritmo preciso de MPPT
- Administrador de energía de exportación integrado (EPM)
- Protección AFCI, reduce activamente el riesgo de incendio
- Compacto y ligero
- Conexión amigable y adaptable a la red

## Tabla de datos

**S6-GR1P(0.7-3.6)K-M**

| Modelo | 0.7K | 1K | 1.5K | 2K | 2.5K | 3K | 3.6K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Entrada (CC)** | | | | | | | |
| Potencia de entrada máxima recomendada | 1.1 kW | 1.5 kW | 2.3 kW | 3 kW | 3.8 kW | 4.5 kW | 5.4 kW |
| Voltaje máxima de entrada | 600 V | | | | | | |
| Voltaje de nominal | 200 V | | | 330 V | | | |
| Voltaje de arranque | 60 V | | | 90 V | | | |
| Rango de voltaje MPPT | 50-500 V | | | 80-500 V | | | |
| Corriente máxima de entrada | 14 A | | | | | | 19 A |
| Corriente máxima de cortocircuito | 22 A | | | | | | 24 A |
| Número de MPPT/Número máxima de cadenas de entrada | 1/1 | | | | | | 1/2 |
| **Salida (CA)** | | | | | | | |
| Potencia nominal de salida | 0.7 kW | 1 kW | 1.5 kW | 2 kW | 2.5 kW | 3 kW | 3.6 kW |
| Potencia máxima de salida aparente | 0.77 kVA | 1.1 kVA | 1.65 kVA | 2.2 kVA | 2.75 kVA | 3.3 kVA | 3.6 kVA |
| Potencia máxima de salida | 0.77 kW | 1.1 kW | 1.65 kW | 2.2 kW | 2.75 kW | 3.3 kW | 3.6 kW |
| Voltaje nominal de la red | 1/N/PE, 220 V / 230 V | | | | | | |
| Frecuencia nominal de la red | 50 Hz / 60 Hz | | | | | | |
| Corriente nominal de salida de red | 3.2 A / 3.0 A | 4.5 A / 4.3 A | 6.8 A / 6.5 A | 9.1 A / 8.7 A | 11.4 A / 10.9 A | 13.6 A / 13 A | 16 A |
| Corriente máxima de salida | 4.4 A | 5.2 A | 8.1 A | 10.5 A | 13.3 A | 15.7 A | 16 A |
| Factor de potencia | >0.99 (0.8 que lleva a 0.8 de retraso) | | | | | | |
| THDi | <3% | | | | | | |
| **Eficiencia** | | | | | | | |
| Eficiencia máxima | 96.6% | | 96.6% | 97.1% | 97.1% | | 97.3% |
| Eficiencia EU | 95.3% | | 95.4% | 96.6% | 96.7% | | 96.8% |
| **Protección** | | | | | | | |
| Protección contra polaridad inversa DC | Sí | | | | | | |
| Protección contra cortocircuito | Sí | | | | | | |
| Protección de sobrecorriente de salida | Sí | | | | | | |
| Protección contra sobretensiones | Sí | | | | | | |
| Monitoreo de red | Sí | | | | | | |
| Detección Anti-isla | Sí | | | | | | |
| Protección de temperatura | Sí | | | | | | |
| AFCI integrado (Protección de circuito de falla de arco CC) | Sí [1] | | | | | | |
| Interruptor de CC integrado | Opcional | | | | | | |
| **Datos generales** | | | | | | | |
| Dimensiones (longitud*altura*ancho) | 310*373*160 mm | | | | | | |
| Peso | 7.4 kg | | | | | 7.7 kg | |
| Topología | Sin Transformador | | | | | | |
| Consumo propio (noche) | <1 W | | | | | | |
| Rango de temperatura de funcionamiento | -25 ~ +60°C | | | | | | |
| Humedad relativa | 0-100% | | | | | | |
| Nivel de protección | IP66 | | | | | | |
| Enfriamiento | Convección natural | | | | | | |
| Altitud máxima de funcionamiento | 4000 m | | | | | | |
| Estándar de conexión de red | G98 or G99, VDE-AR-N 4105 / VDE V 0124, EN 50549-1, VDE 0126 / UTE C 15 / VFR:2019, RD 1699 / RD 244 / UNE 206006 / UNE 206007-1, CEI 0-21, C10/11, NRS 097-2-1, EIFS 2018.2, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683, EN 50530, MEA, PEA | | | | | | |
| Estándar de seguridad / EMC | IEC/EN 62109-1/-2, IEC/EN 61000-6-1/-2/-3/-4 | | | | | | |
| **Características** | | | | | | | |
| Conexión de CC | Conector MC4 | | | | | | |
| Conexión de CA | Enchufe de conexión rápida | | | | | | |
| Pantalla | LCD | | | | | | |
| Comunicación | RS485, Opcional: Wi-Fi, GPRS | | | | | | |

[1] Activación necesaria.

# **Anexo F** – Ficha equipo de frío de referencia (Visicooler)

**Línea Frío**

Visicooler 3 puertas abatibles de vidrio

## VC-1200L

Equipo ideal para la conservación de productos

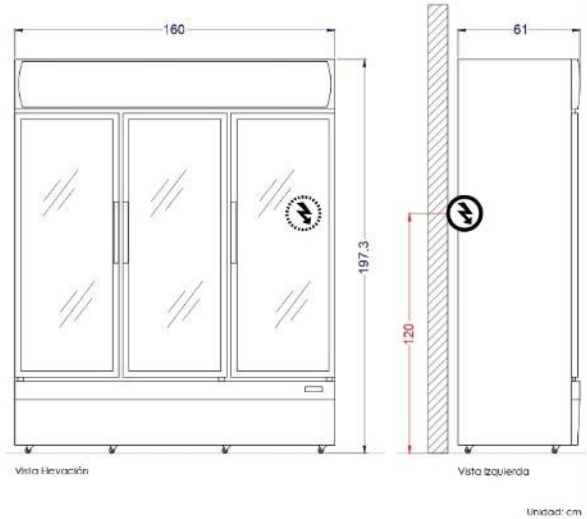


Controlador digital



Repisas regulables
Iluminación interior LED






VENTUS®

## Características

- **Iluminación interior LED.**
- **Cenefa iluminada.**
- Sistema ajustable de temperatura interior por termostato.
- Sistema de evaporación automático.
- Controlador digital de temperatura.
- **3 puertas abatibles de vidrio templado.**
- Sistema de cierre automático de puertas.
- Puertas con traba para abastecimiento.
- Parrillas regulables en altura.
- Fácil limpieza y mantención.
- Cerradura y llave para mayor seguridad.
- Base de ruedas con freno.
- Opcional: Gráfica o branding de equipo.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Capacidad | Neta **1125 litros** | Bruta **1200 litros** | |
| Dimensiones equipo | Ancho **160 cm** | Profundidad **61 cm** | Alto **197.3cm** |
| Dimensiones embalaje | Ancho **163 cm** | Profundidad **65.5 cm** | Alto **201.5 cm** |
| Peso | Neto **154 kg** | Bruto **157 kg** | |
| Especificaciones eléctricas | Potencia **0.77 kW** | Energía **220V/50Hz** | Consumo **6.96kW/24h** |
| N° de rejillas | **12 unidades** | **4, izquierda: 46.6x37.8cm<br>4, en medio: 52.1x37.8mm<br>4, derecha: 46.6x37.8cm** | |
| Refrigerante | **R134a/310g** | Enfriamiento | **Forzado** |
| T° de trabajo | **0°C a +10°C** | | |

# **Anexo G** – Ficha equipo de frío de referencia (Conservadora)

Línea Frío

Conservadora horizontal 1 puerta sólida

## CTVD-330

Equipo ideal para refrigeración y congelación de productos

TRIPLE FUNCIÓN



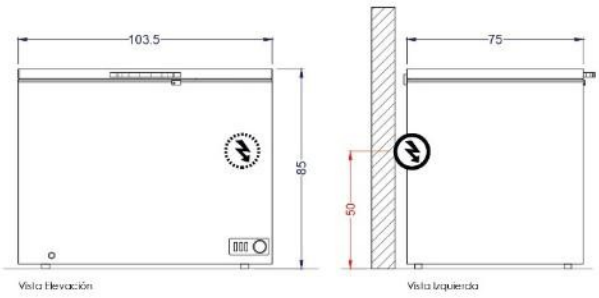
Imagen referencial

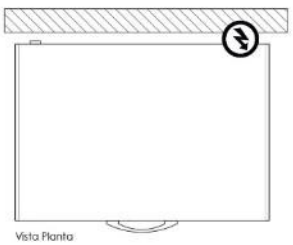


Termostato



Canastillo



Vista Planta

Unidad: cm

VENTUS®

### Características

**Exclusivo para uso comercial/ Industrial**

- **TRIPLE FUNCIÓN: Refrigerado, congelado suave y congelado ultra.**
- Interior acero prepintado.
- Sistema de refrigeración con frío estático.
- Sistema ajustable de temperatura interior por termostato.
- Puerta doble sólida de lámina de acero prepintado con aislación.
- Gabinete exterior de acero prepintado con pintura epóxica y protegido con film.
- Incluye llave para la seguridad de sus productos.
- Base de ruedas para un fácil traslado.
- Canastillos incluidos.
- Temperatura de trabajo -20°C a +3°C.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Capacidad | Neta 283 litros | Bruta 304 litros | |
| Dimensiones equipo | Ancho 103.5 cm | Fondo 75 cm | Alto 85 cm |
| Dimensiones embalaje | Ancho 108 cm | Fondo 76 cm | Alto 89 cm |
| Peso | Neto 42 kg | Bruto 45 kg | |
| Especificaciones eléctricas | Potencia 0.124kW | Energía 220V/50Hz | Consumo 1.02kW/24h |
| N° de canastillos | 1 unidad | | |
| Refrigerante | R600a/74 gr | Enfriamiento | Estático |
| T° de trabajo | -20°C a +3°C | | |

# **Anexo H** – Tarifas BT-1A, Chilquinta en 2026

**TARIFAS**

En conformidad con lo dispuesto en el Art. 191 del D.F.L. N

| Tarifas/Cargos | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | comuna | Red | Sector | unidad |
| **Tarifas BT1A** | | | | |
| **Administración del Servicio** | | | | |
| Cargo fijo mensual | | | | $/mes |
| **Transporte de electricidad** | | | | |
| Cargo por uso del sistema de transmisión | | | | $/kWh |
| Cargo por servicio público base | | | | $/kWh |
| Cargo por servicio público por fondo de estabilización de tarifas / Mayor a 5.000 kWh | | | | $/kWh |
| Cargo por servicio público por fondo de estabilización de tarifas / Mayor a 1.000 kWh y menor o igual a 5.000 kWh | | | | $/kWh |
| Cargo por servicio público por fondo de estabilización de tarifas / Mayor a 500 kWh y menor o igual a 1.000 kWh | | | | $/kWh |
| Cargo por servicio público por fondo de estabilización de tarifas / Mayor a 350 kWh y menor o igual a 500 kWh | | | | $/kWh |
| Cargo por servicio público por fondo de estabilización de tarifas / Menor o igual a 350 kWh | | | | $/kWh |
| **Electricidad Consumida** | | | | |
| Cargo por energía | | | | $/kWh |
| Cargo por compras de potencia | | | | $/kWh |
| Cargo por potencia base en su componente de distribución / Tramo 6 | | | | $/kWh |
| Cargo por potencia base en su componente de distribución / Tramo 5 | | | | $/kWh |
| Cargo por potencia base en su componente de distribución / Tramo 4 | | | | $/kWh |
| Cargo por potencia base en su componente de distribución / Tramo 3 | | | | $/kWh |
| Cargo por potencia base en su componente de distribución / Tramo 2 | | | | $/kWh |
| Cargo por potencia base en su componente de distribución / Tramo 1 | | | | $/kWh |
| **Tarifas TRBT** | | | | unidad |
| **Administración del Servicio** | | | | |

# TARIFAS DE SUMINISTRO DE CHILQUINTA DISTRIBUCIÓN S.A. - PRECIO TRASPASABLE

En conformidad con lo dispuesto en el Art. 191 del D.F.L. N°4 de 2006 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, los Decretos Nº 5T de 2024, Nº 3T de 2025 y Nº 24T de 2025, y las Resoluciones Exentas Nº 722 de 2025 y Nº 780 de 2025 , todos(as) del Ministerio de Energía, informa que a contar del 1 de marzo de 2026, las tarifas máximas que podrán cobrar a sus clientes serán los valores que a continuación se indican:

| | comuna | Calle Larga | Cartagena | Casablanca | Catemu | Concón | El Tabo | Hijuelas | La Calera | La Cruz | Limache | Llaillay | Los Andes | Nogales | Olmué | Panquehue | Puchuncaví | Putaendo | Quillota | Quilpué | Quintero | Rinconada | San Antonio | San Esteban |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Red | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD | CD |
| | Sector | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo | Aéreo |
| | unidad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | $/mes | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 | 1,214.29 |
| | $/kWh | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 | 31.827 |
| | $/kWh | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 | 0.855 |
| | $/kWh | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 | 3.229 |
| | $/kWh | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 | 2.883 |
| | $/kWh | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 | 2.076 |
| | $/kWh | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 | 0.923 |
| | $/kWh | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | $/kWh | 174.384 | 174.384 | 174.384 | 174.384 | 165.936 | 174.384 | 174.384 | 174.384 | 174.384 | 174.384 | 159.849 | 165.936 | 174.384 | 174.384 | 174.384 | 82.656 | 174.384 | 138.953 | 174.384 | 103.315 | 174.384 | 174.384 | 165.936 |
| | $/kWh | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 | 35.555 |
| | $/kWh | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 |
| | $/kWh | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 |
| | $/kWh | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 |
| | $/kWh | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 |
| | $/kWh | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 | 40.950 |
| | unidad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | Aéreo | CO | San Esteban |
|---|---|---|---|---|
| **Electricidad Consumida** | | | | |
| Cargo por energía | $/kWh | | | 165.936 |
| Cargo por compras de potencia | $/kWh | | | 35.555 |
| Cargo por potencia base en su componente de distribución / Tramo 6 | $/kWh | | | 40.950 |