

Desarrollo de la quesería artesanal en Uruguay

Proyecto de reconversión de los generadores de vapor irregulares a calderas de agua caliente

Acuerdo Interinstitucional para el Desarrollo de la Quesería Artesanal (AIDQA)
Asociación del Queso Artesanal (ADQA)
Facultad de Ingeniería (FING), Universidad de la República (UdelaR)
Instituto Nacional de la Leche (INALE)
Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) / Latitud, Fundación LATU
Ministerio de Industria, Energía y Minería - Dirección Nacional de Artesanías, Pequeñas y Medianas Empresas (MIEM-DINAPYME)

AIDQA



Desarrollo de la quesería artesanal en Uruguay

Proyecto de reconversión de los generadores de vapor irregulares a calderas de agua caliente

Acuerdo Interinstitucional para el Desarrollo de la Quesería Artesanal (AIDQA)
Asociación del Queso Artesanal (ADQA)
Facultad de Ingeniería (FING), Universidad de la República (UdelaR)
Instituto Nacional de la Leche (INALE)
Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) / Latitud, Fundación LATU
Ministerio de Industria, Energía y Minería - Dirección Nacional de Artesanías, Pequeñas y Medianas Empresas (MIEM-DINAPYME)

AIDQA



Acuerdo Interinstitucional para el Desarrollo de la Quesería Artesanal (AIDQA), Asociación del Queso Artesanal (ADQA), Facultad de Ingeniería (FING), Instituto Nacional de la Leche (INALE), Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) / Latitud, Fundación LATU y Ministerio de Industria, Energía y Minería - Dirección Nacional de Artesanías, Pequeñas y Medianas Empresas (MIEM-DINAPYME).

Desarrollo de la quesería artesanal en Uruguay: proyecto de reconversión de los generadores de vapor irregulares a calderas de agua caliente. Montevideo: ADQA, FING, INALE, LATU, MIEM-DINAPYME, AIDQA, 2017.

ISBN: 978-9974-8637-1-2 (impreso)

ISBN: 978-9974-8637-2-9 (digital)

CALDERAS / EMPRESAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS / TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA / QUESOS
ARTESANALES / URUGUAY / VAPOR

Dewey 637.3

Edición: Marina Barrientos

Corrección de estilo: Sofía Surroca

Corrección de formato: Lorena Fiori

Diseño y armado: Cecilia Ferré

Depósito legal: 372.358 - Imp. Michelis

Algunos derechos reservados.

Se permite la reproducción total o parcial de esta obra siempre que se cite la fuente.

En su versión digital se utiliza una licencia CC-BY



Impreso en la ciudad de Montevideo, Uruguay, en octubre de 2017.

Lista de acrónimos y siglas

ADQA Asociación del Queso Artesanal

AIDQA Acuerdo Interinstitucional para el Desarrollo de la Quesería Artesanal

FING Facultad de Ingeniería

INALE Instituto Nacional de la Leche

LATU Laboratorio Tecnológico del Uruguay

MGAP Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca

**MIEM-
DINAPYME** Ministerio de Industria, Energía y Minería - Dirección Nacional de Artesanías, Pequeñas y Medianas Empresas

OPP Oficina de Planeamiento y Presupuesto

UdelaR Universidad de la República

URSEA Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua

Tabla de contenido

I. Antecedentes de la quesería artesanal en Uruguay	1
II. El problema de la habilitación	2
III. Objetivos del proyecto	4
IV. Caracterización de los sistemas de calentamiento	5
V. Síntesis de las principales ventajas de la reconversión industrial al sistema de agua caliente	7
VI. Evaluación de los sistemas tecnológicos aplicados en la elaboración de quesos	8
VII. Tipología de plantas de agua caliente	9
VIII. Establecimientos de quesería artesanal participantes del proceso de reconversión	13
IX. Instituciones y equipo técnico	14
X. Referencias bibliográficas	15

I. Antecedentes de la quesería artesanal en Uruguay

La quesería artesanal en Uruguay se remonta a la segunda mitad del siglo XIX, cuando los inmigrantes provenientes de regiones productivas de Europa, como las de Piemonte, en Italia, o las de Berna, Tirol, Appenzell y Valais, en Suiza (Borbonet, 2001), trajeron consigo la cultura campesina de los Alpes europeos y, como parte de ella, la cultura quesera.

Según la estimación de la última encuesta lechera del Instituto Nacional de la Leche (INALE), existen 939 establecimientos dedicados a la quesería artesanal en todo el país, y el 80 % de ellos se ubican en los departamentos de Colonia y San José (INALE, 2014).

La quesería artesanal elabora cerca del 5,3 % de la producción total de leche y representa el 26 % de los establecimientos lecheros del país (INALE, 2014).

El volumen de queso artesanal que se vuelca al mercado interno es de 9 millones de kilos anuales, lo que equivale

Cuadro 1. Distribución de queseros artesanales por departamento. Fuente: elaborado en base a declaraciones juradas ante DICOSE, ejercicio 2014-2015 (DICOSE, 2014-2015).

Departamento	% de los queseros
San José	50 %
Colonia	30 %
Soriano	6 %
Flores	3 %
Canelones	2 %
Florida	2 %
Paysandú	2 %
Rocha	2 %
Resto	3 %
Total	100 %

al 50 % del total del consumo de queso en Uruguay (Palau y Mesa, 2007). Los queseros artesanales son productores lecheros de pequeña a mediana escala, que poseen entre 10 y 100 vacas y producen diariamente de 100 a 3000 litros de leche. En la producción de quesos artesanales encuentran una alternativa para mejorar los ingresos familiares, al transformar una materia prima como la leche en un producto de mayor valor.

Queso artesanal: es el queso elaborado con leche cruda, pasteurizada o termizada, producida en el predio exclusivamente (Uruguay, 2003).

Productor quesero artesanal: es toda persona física o jurídica que elabora queso artesanal en forma individual, familiar o asociativa (Uruguay, 2003).

II. El problema de la habilitación

A partir de 2011 la URSEA tiene la competencia de fiscalización de los generadores de vapor y, desde entonces, los esfuerzos se concentraron en su regularización. Una actividad planteada con este fin fue la ejecución del Plan de Regularización de equipos que operaban irregularmente. De un centenar de empresas contactadas, se identificaron unos 50 equipos que operaban en forma irregular, muchos de ellos ubicados en la cuenca lechera, mayoritariamente en emprendimientos dedicados a la elaboración de quesos (URSEA, Ing. Sebastián Hernández).

Dada su magnitud y ante la dificultad de visualizar una solución clara, en diciembre de 2014 el problema se abordó de forma integral. En primer lugar, se identificaron actores para articular acciones en conjunto; junto con la OPP, el AIDQA, la Asociación del Queso Artesanal y el MIEM-DINAPYME convocaron a la Facultad de Ingeniería de la UdelaR (FING) para la evaluación de soluciones tec-

nológicas. Ante la problemática identificada, la FING —con la colaboración de URSEA y el AIDQA— realizó una intervención puntual de diagnóstico para evaluar una propuesta de alternativas que permitiera a los queseros artesanales operar en condiciones regulares.

Operación regular de calderas y generadores de vapor

Generadores de vapor y calderas de agua caliente con cámara de vapor

En los casos en que estos equipos operen a presiones superiores a 0,5 kg/cm², su regulación y fiscalización se encuentra dentro de la competencia de URSEA, y es aplicable el Reglamento de Generadores de Vapor que demanda, entre otros requisitos, el registro, habilitación y seguimiento anual de las condiciones de seguridad (Uruguay, 2016).

Generadores de vapor de baja presión y calderas de agua caliente con cámara de vapor o inundadas

En los casos en que los equipos operen a presiones menores a 0,5 kg/cm² o sean calderas de agua caliente inundadas (sin importar la presión de trabajo), su regulación y fiscalización se encuentra dentro de la competencia de los gobiernos departamentales (Uruguay, 2016).

FING y AIDQA evaluaron el uso de agua caliente en lugar de vapor para el proceso de elaboración, alternativa que generó diversas resistencias y que motivó el diseño de una prueba piloto.

En setiembre de 2015 se implementó la prueba en la quesería de García. Esta experiencia permitió corroborar que los ajustes realizados al sistema (caldera inundada con agua funcionando en circuito cerrado y aislamiento de las cañerías de conducción desde y hasta la tina) permitieron mantener los resultados en la producción. En síntesis, se modificó el funcionamiento de caldera a vapor a un sistema con agua caliente, se reutilizaron los equipos existentes y se generó un ahorro por una mejor eficiencia energética del sistema.

En paralelo, se plantearon nuevas interrogantes relativas al diseño actual de las tinas —que no resistía el peso del agua—, a los costos de la reconversión y a la inocuidad del proceso sin el uso del vapor (pasteurización, limpieza).

El éxito de esta prueba piloto inicial fue el punto de partida del trabajo conjunto entre FING, MIEM-DINAPYME, AIDQA, INALE, la Asociación del Queso Artesanal y el LATU para realizar la reconversión del sistema de generación de vapor a sistema de agua caliente.

Para la sistematización de la información de reconversión de distintos sistemas, se seleccionaron cuatro casos con diferentes tipos de equipamiento (calderas, hornalla a gas y tinas) y procesos de elaboración (Colonia, semiduro, dambo). Como resultado de esta experiencia se elaboraron protocolos de intervención para difundir la información y el conocimiento adquirido, que hoy constituyen una referencia para futuras reconversiones.

Integran el AIDQA las intendencias de Colonia, Flores, San José y Soriano, la Asociación del Queso Artesanal, Inale, OPP y MGAP.

III. Objetivos del proyecto

Evaluar la viabilidad técnica del cambio en las instalaciones de los sistemas de generación de vapor por sistemas de agua caliente en cuatro establecimientos queseros artesanales y realizar su implementación en forma integrada, adecuando las tinajas utilizadas en el proceso de elaboración de los quesos. Asimismo, asegurar que la calidad del producto obtenido luego de la reconversión del sistema resulte similar a la actual.

Objetivos específicos:

1. Implementar la reconversión de los sistemas de generación de vapor a sistemas de agua caliente en los establecimientos seleccionados, como ejemplo del uso de la nueva tecnología para el proceso.
2. Diseñar y construir una tina demostrativa de 1200 litros de capacidad para que sirva como modelo para la fabricación de futuras tinajas.

3. Evaluar el uso del agua caliente en el proceso de elaboración de los quesos artesanales analizando la calidad del producto obtenido (atributos sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos).
4. Divulgar los resultados del uso de agua caliente en el proceso.
5. Elaborar protocolos que permitan replicar en el sector de la quesería artesanal los resultados obtenidos para los casos considerados.

IV. Caracterización de los sistemas de calentamiento

El **Cuadro 2** resume las características generales de los diferentes sistemas que utilizan en la actualidad las queserías artesanales. Se detallan los requerimientos, ventajas y desventajas de cada sistema y se los compara con la propuesta que presenta el proyecto.

Cuadro 2. Características de los sistemas de calentamiento usualmente utilizados en las queserías artesanales en Uruguay.

Tecnologías de calentamiento Características de los sistemas	Llama directa (hornalla)	Generación de vapor irregular sin recirculación (uso actual)	PROYECTO: agua caliente con recirculación (sistema propuesto)	Generación de vapor según norma (con retorno de condensado)
Volumen de leche elaborado litros/turno de elab.	Hasta 1000 litros	A partir de 1000 litros	Validado entre 800-1500 litros	Variable
Recursos humanos	No especializado	No especializado	No requiere especialización	"Foguista"
Seguridad laboral	Baja	Alto nivel de riesgo	Muy seguro	Seguro
Tipo de combustible	Gas licuado de petróleo (GLP)	Leña	Leña/pellet/gas	Leña/pellet/GLP
Consumo de combustible	Medio	Muy alto	Bajo	Bajo

Cuadro 2 (cont.). Características de los sistemas de calentamiento usualmente utilizados en las queserías artesanales Uruguay.

Tecnologías de calentamiento Características de los sistemas	Llama directa (hornalla)	Generación de vapor irregular sin recirculación (uso actual)	PROYECTO: agua caliente con recirculación (sistema propuesto)	Generación de vapor según norma (con retorno de condensado)
Consumo de agua	No aplica	Medio-alto	Bajo	Bajo
Eficiencia energética	Baja (pérdidas de calor)	Muy baja	Muy alta recirculación agua	Alta
Contaminación ambiental: polución por particulado y quema de combustible	Alta; sobre todo en el lugar físico (quesería) donde se realiza la producción	Muy alta (se requiere más leña) y su quema es descontrolada	** Media, en el caso de leña, dado que se consume menos combustible. ** Baja, en el caso de pellets, por tener una combustión más controlada y ser un combustible de mejor calidad	Dependerá de las instalaciones; para estos volúmenes de producción se utilizan en muchos casos dispositivos con filtro
Monto de inversión del sistema	Entre US\$ 3000 y US\$ 4000	Entre US\$ 6000 y US\$ 15.000	Entre US\$ 10.000 y US\$ 15.000	Más de US\$ 40.000
Costos de mantenimiento de los sistemas	Bajo	Ninguno	Intermedio, por el sistema automático: mantenimiento de control electrónico y válvulas	Altos, principalmente por las inspecciones (ensayos no destructivos, pruebas hidráulicas y otras)

V. Síntesis de las principales ventajas de la reconversión industrial al sistema de agua caliente

A partir de los resultados obtenidos de la reconversión del sistema de generación de vapor a sistema de agua caliente, se constataron una serie de ventajas que se sintetizan a continuación:

1. Disminución de costos:

- Menor tiempo de operación
- Menor cantidad de horas trabajadas
- Menor consumo de energía (gas, leña)

2. Mejora en la seguridad y salud ocupacional:

- Eliminación de riesgos asociados al uso de vapor
- Eliminación de riesgos asociados al uso de gas

3. Mejora en el rendimiento energético:

- Menor consumo de leña; se consume un tercio de las cantidades necesarias en el sistema anterior

4. Disminución del impacto ambiental por ahorro de agua (recirculación de agua) y combustible.

VI. Evaluación de los sistemas tecnológicos aplicados en la elaboración de quesos

La leche de calidad, cruda, cuajada inmediatamente después del ordeño, elaborada respetando las buenas prácticas, permite obtener quesos de gran calidad, particular sabor, aroma y textura. La evaluación de los sistemas tecnológicos (vapor versus agua caliente) se centró en identificar los ajustes que el quesero debe realizar en sus prácticas productivas, no solo relacionados con la elaboración en la tina quesera (temperatura y tiempo), sino también con los procesos de limpieza y desinfección.

En el marco del proyecto se realizaron análisis de leche y queso que permitieron conocer la calidad de la materia prima y del producto. Asimismo, se relevaron los puntos importantes en cada etapa del proceso (**Cuadro 3**).

Los ensayos realizados en leche y queso, pre y post cambio tecnológico, se detallan en el **Cuadro 4**.

Los resultados permitieron constatar que el cambio tecnológico realizado no afectó la calidad de los quesos elaborados y que no es necesario modificar los procedimientos de elaboración utilizados por los queseros antes del cambio.

Cuadro 3. Puntos de control.

Etapa	Punto a tener en cuenta
Calentamiento de la leche	Tiempo y temperatura
Coagulación	Conservación de la temperatura
Cocción	Tiempo y temperatura

Cuadro 4. Ensayos realizados en leche y quesos.

Matriz de análisis	Ensayos realizados pre y post cambio tecnológico
Leche	Recuento bacteriano total
	Recuento celular
	Coliformes totales
	<i>Escherichia Coli</i>
	Composición (% MG, % Prot, % Lact, % Sól Tot)
Quesos	Estafilococos coagulasa positivo
	Coliformes a 44 °C y coliformes totales
	<i>Salmonella</i> spp.
	<i>Listeria monocytogenes</i>
	Evaluación sensorial

VII. Tipología de plantas de agua caliente

Las plantas propuestas se basan en que la transferencia de la energía requerida para el proceso de elaboración de diferentes tipos de queso puede ser entregada por agua en estado líquido.

El diseño busca que esta transferencia se maximice, minimizando pérdidas tanto térmicas como de agua, con el fin de limitar la reposición de nuevos contaminantes al sistema y optimizar el proceso de calentamiento por medio de la recirculación.

Además, esta propuesta facilita la labor del productor sin efectuar grandes cambios a los métodos de elaboración actuales, para que el proceso de adaptación sea lo más rápido posible.

La centralización de todos los controles del proceso y la disponibilidad de información, de temperaturas y presiones en distintos puntos, por ejemplo, permiten al productor un mejor conocimiento de lo que sucede en el proceso de elaboración y la posibilidad de intervenir velozmente ante cualquier imprevisto.

Caso 1: tina inundada

En este caso la tina donde circula el agua que intercambia energía con la leche está totalmente cerrada y el agua llena por completo la camisa interior, lo que aumenta la superficie de intercambio de calor.

La principal ventaja de este sistema es que la transferencia es homogénea sobre toda la superficie, sin zonas con grandes diferencias de temperatura que pudieran llegar a afectar la correcta elaboración del queso.

Se debe tener en cuenta que el recipiente presurizado (tina) que debe ser fabricado para soportar la máxima presión del circuito complejiza y aumenta los costos de construcción del equipo.

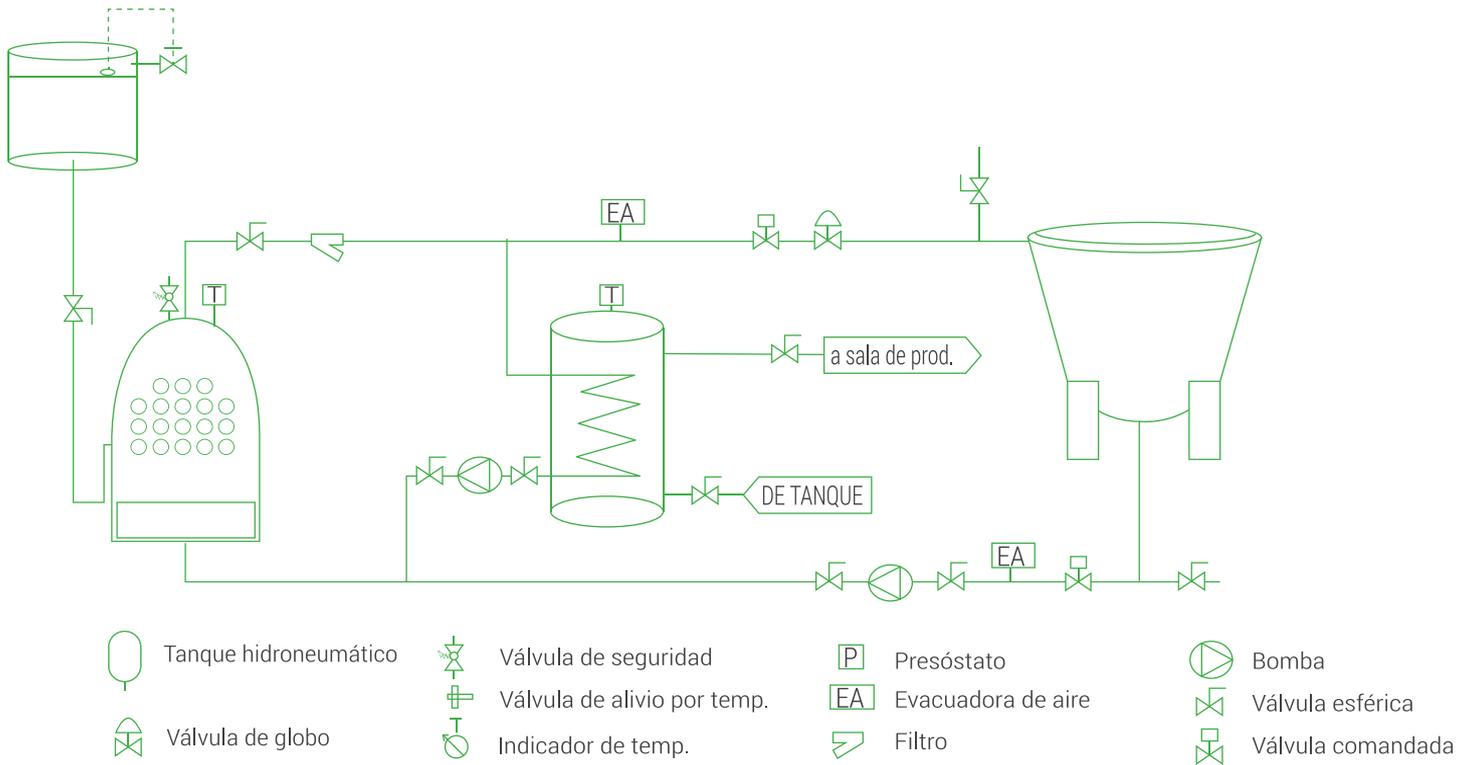
El sistema (**Diagrama 1**) presenta, además, varias características que lo hacen seguro y robusto:

- **Tanque de expansión:** asegura que la máxima presión del circuito no sobrepase determinado valor seteado por su altura, y permite evacuar cualquier burbuja de vapor que se llegara a generar por mal funcionamiento del sistema.

- **Circuito cerrado:** el agua “fría” de la salida de la tina es devuelta a la caldera para que esta entregue solamente la energía térmica perdida en el recorrido y en la tina.

- **Tanque de agua caliente:** el circuito aprovecha el agua caliente disponible (pero no consumible) para calentar agua potable e introducirla en el proceso de elaboración de queso, así como para su uso en limpieza.

- **Entradas y salidas de emergencia:** En caso de que la tina esté muy caliente y se deba enfriar de emergencia, el sistema cuenta con un juego de válvulas y conexiones que hacen posible vaciarla rápidamente y llenarla de agua fría.



Caso 2: tina semiinundada

En este caso la tina donde circula el agua que intercambia energía con la leche se encuentra abierta a la atmósfera y el agua llena parcialmente la camisa interior. Esto disminuye la superficie de intercambio de calor, pero se beneficia del hecho de que la tina no debe soportar más que la presión impuesta por la columna de agua.

La principal ventaja de este sistema es que la construcción de la tina se simplifica porque la presión interna que debe soportar es baja. Por lo tanto, los costos de fabricación son menores a los relacionados al **Caso 1**. Dicha reducción de costos es resultado directo de haber disminuido la superficie de intercambio de calor, lo que genera algunas desventajas: aparecen diferencias de temperaturas en la vertical, además de mayores tiempos de producción o necesidad de aumentar la temperatura de trabajo de la caldera. No obstante, el sistema pro-

puesto no es recomendado para cualquier tina, sino solo para aquellas que al ser sometidas a una prueba hidráulica demuestran que soportan su camisa llena de agua sin deformarse.

El nivel dentro de la camisa es controlado por la altura del desagüe. Además, un nivel superior de desagüe de emergencia permite evitar en todo momento que la tina eleve su presión.

A la salida de la tina el agua es llevada a un colector de agua “fría” que, con una bomba, la absorbe y devuelve a la caldera. Salvo estas diferencias, el resto de la instalación es semejante a la de la tina inundada.

El sistema (**Diagrama 2**) presenta varias características que lo hacen seguro y robusto:

- **Tanque de expansión:** asegura que la máxima presión del circuito no sobrepase un determinado valor seteado por

su altura, y permite evacuar cualquier burbuja de vapor que se genere ante un mal funcionamiento del sistema.

- **Circuito cerrado:** el agua “fría” de la salida de la tina es devuelta a la caldera para que esta entregue solamente la energía térmica perdida en el recorrido y en la tina.

- **Tanque de agua caliente:** el circuito permite aprovechar el agua caliente disponible (pero no consumible) para calentar agua potable e introducirla en el proceso de elaboración de queso, y también para su uso en limpieza.

- **Entradas y salidas de emergencia:** en caso de que la tina esté muy caliente y se deba enfriar de emergencia, el sistema cuenta con un juego de válvulas y conexiones que permite vaciarla rápidamente y llenarla de agua fría.

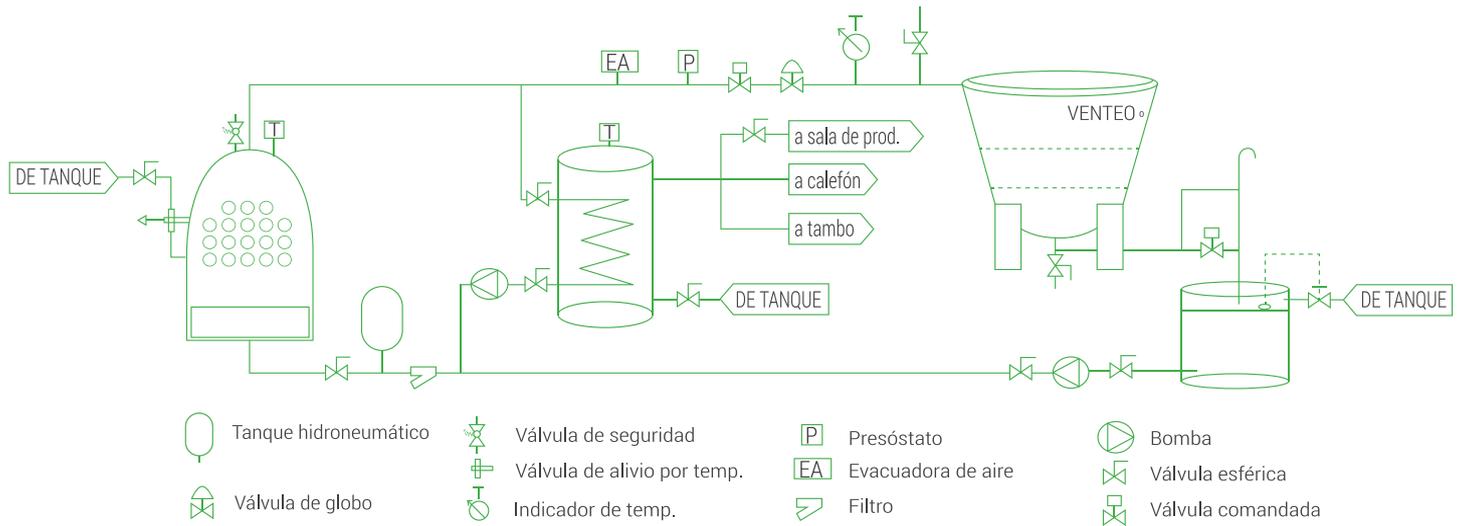


Diagrama 2. Sistema de calentamiento de tina semiinundada.

VIII. Establecimientos de quesería artesanal participantes del proceso de reconversión

QUESERÍA GASAEL

Dirección: Ruta 1 km 90, Rincón del Cufre, San José
Quesos elaborados: Colonia, dambo y semiduro

QUESERÍA LA POLITA

Dirección: Paraje Escudero, San José
Queso elaborado: Colonia

QUESERÍA NANFER

Dirección: Camino vecinal a Mal Abrigo, Cerros Negros, Colonia
Quesos elaborados: Colonia y semiduro

QUESERÍA SERGIO GARCÍA

Dirección: Ruta 1 km 109, Colonia Quevedo, Colonia
Queso elaborado: semiduro

IX. Instituciones y equipo técnico

El proyecto de reconversión fue una interesante experiencia de articulación interinstitucional de la que participaron diversas instituciones, empresas y técnicos, conjuntamente con estudiantes de grado de la Facultad de Ingeniería. En el **Cuadro 5** se detallan los técnicos participantes de esta experiencia interinstitucional.

Cuadro 5. Instituciones y técnicos participantes del proyecto.

INSTITUCIÓN	TÉCNICOS	MAIL
Universidad de la República, Facultad de Ingeniería (FING) Unidad de extensión Instituto de Ingeniería Mecánica y Producción Industrial	Lic. Agustín Guerra Ing. Mec. Ana Urquiola Ing. Mec. Agustín Ibáñez Ing. Mec. Christian Díaz Ing. Mec. Agustín Téliz Ing. Mec. Juan Romero Tec. Mec. Lidio Braga Estudiantes de grado Módulo Extensión 2016	aguerrac@fing.edu.uy urquiola@fing.edu.uy agustin.ibanez@fing.edu.uy cdiaz@fing.edu.uy ateliz@fing.edu.uy jromero@fing.edu.uy lidio@fing.edu.uy
Instituto Nacional de la Leche (INALE)	Ing. Agr. Ernesto Triñanes	etrinanes@inale.com.uy
Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) Latitud-Fundación LATU	Ing. Quím. Stella Cristóbal Téc. en Lechería Ronny Pelaggio	scristo@latu.org.uy rpelaggi@latitud.org.uy
Acuerdo Interinstitucional para el Desarrollo de la Quesería Artesanal (AIDQA)	Téc. en Lechería Gabriela Lans	queseriaartesanal@inale.org
Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM)	Arq. Virginia Etchevarren Ing. Agr. Alejandra Carrau	virginia.etcchevarren@miem.gub.uy alejandra.carrau@miem.gub.uy
Asociación del Queso Artesanal (ADQA)	Ing. Agr. Walter Gugelmeier	adqa@vera.com.uy
Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA)	Sebastián Hernández	sebastian.hernandez@ursea.gub.uy

X. Referencias bibliográficas

Borbonet, 2001. *Historia de la quesería en Uruguay*. Montevideo: LATU.

DICOSE, 2014-2015. *Declaración jurada ante DICOSE* [En línea]. Montevideo: DICOSE. [Consulta 5 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecutora/direccion-general-de-servicios-ganaderos/sanidad-animal/dicose/declaracion-jurada-ante-dicose>

INALE, 2014. *Encuesta lechera INALE 2014: resultados preliminares* [En línea]. Montevideo: INALE. [Consulta 5 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://www.inale.org/innovaportal/file/4086/1/encuesta-lechera-2014--presentacion-resultados-preliminares-foro-a.pdf>

Palau, Hernán y Mesa Macedo, Andrés, 2007. *Cluster de quesería artesanal de San José y Colonia*. Montevideo: PACPY-MES.

Uruguay, 2003. Decreto 65/003, del 17 de febrero de 2003. *Diario Oficial*, 26 de febrero de 2003, p. 275.

Uruguay, 2016. Resolución 81/016, del 19 de abril de 2016. *Diario Oficial*, 29 de abril de 2016, p. 5.





5



6



7

- 1 Caldera con instalación para agua caliente.
- 2 Primeras pruebas del sistema de tina semiinundada con supervisión técnica del equipo de proyecto.
- 3 Caldera de agua caliente con quemador a pellet.
- 4 Tina quesera utilizada en el sistema de tina inundada.
- 5 Panel de control del sistema de tina semiinundada.
- 6 Panel de control del sistema de tina inundada.
- 7 Relevamiento de temperaturas del sistema de calentamiento con tina inundada. Estudiantes de FING, módulo de extensión, en la exposición del sistema en la Rural del Prado, año 2016.

ISBN: 978-9974-8637-1-2



9 789974 863712