



CASOS DE NEGOCIO · PLAYBOOK CIRCULAR LATAM

Alimentos y bebidas.

Bagazo de cerveza y suero de queso: dos coproductos que hoy se regalan o se vierten.
Dos empresas recorren la ruta completa, de la Etapa 0 a la 6, y calculan con la Herramienta
02 cuánto valen.

Caso MYPE · Perú

Una cervecería artesanal de Lima acopia el bagazo de tres vecinas y lo vende como harina para panaderías.

Caso gran empresa · Colombia

Una láctea de Antioquia convierte su suero, y el de veinte queseras, en proteína WPC80.

Casos ilustrativos

Empresas ficticias construidas con las herramientas del Playbook y datos públicos de 2025 y 2026.

Autores

Eddie Ajalcría · Lorenzo Ortiz

Edición

Circular Club · by Redesign Lab

Año

2026

CÓMO LEER ESTE DOCUMENTO

Las dos empresas son inventadas. Los precios, las normas y las tasas no lo son.

Cada caso recorre la ruta del Playbook, de la Etapa 0 a la 6, con una empresa ficticia y calcula su caso de valor con la Herramienta 02.

ETIQUETA	SIGNIFICADO
DATO VERIFICADO	Norma, estadística oficial o precio publicado, con fuente citada.
REFERENCIA	Prensa, catálogo, otro país u otro año. Orienta, pero no reemplaza una cotización.
SUPUESTO	Sin fuente pública. El valor es explícito y se prueba en los escenarios.
RESULTADO H02	Sale del libro del caso, recalculado: flujos, VAN, TIR, DSCR y N1 a N8.

Convenciones del cálculo

- Todo en USD de 2026, con coma de miles y punto decimal, e inflación de 2.5% al año. Inversión en el año 0 más 15% de contingencia.
- Un monto local va después del USD, entre paréntesis: «USD 1,739 (S/ 6,000)». Tipos de referencia de octubre de 2026: 3.45 PEN/USD y 3,320 COP/USD. Las tarifas, los impuestos por litro y los umbrales legales quedan en moneda local.
- Impuesto estándar de 27% sobre el EBIT, con depreciación y arrastre de pérdidas. Costo de capital por tamaño: 20% MYPE y 10% gran empresa.
- Tres escenarios: A capital propio. B fondo no reembolsable por tamaño: MYPE 50% hasta USD 250 mil, mediana 40% hasta 500 mil, gran empresa 20% hasta 1 millón. C préstamo de impacto de 70% al 7.5%, 5 años, 6 meses de gracia. El DSCR se mide en los años de operación.

La adaptación por país y tamaño **es parte de la consultoría**. Estos casos usan un modelo estándar para comparar.

Parámetros estándar: Circular Club, H02 v2 (2026). Costo de capital con datos de Damodaran (enero de 2026). Libros: p. 27.

ALIMENTOS Y BEBIDAS · LA CADENA EN UNA PÁGINA

La planta de alimentos pierde valor en el coproducto que regala o vierte, no en el producto que vende.

Cada hectolitro de cerveza deja unos 20 kg de bagazo húmedo y cada kilo de queso deja unos 9 litros de suero. Los dos tienen proteína, y los dos terminan casi siempre como forraje barato, en la basura o en el desagüe.

21^{kg}

BAGAZO POR HL

Húmedo, con 75% a 80% de agua y de 18% a 25% de proteína en base seca.

9^L

SUERO POR KG DE QUESO

Con 6% a 7% de sólidos y 0.6% a 0.8% de proteína.

1,100^{ML}

SUERO AL AÑO, COLOMBIA

Referencia universitaria. Otra estimación dice que la mitad va a cuerpos de agua.

17,179^t

SUERO IMPORTADO, 2025

Colombia compró USD 19.3 millones CIF de suero en polvo, no de WPC.

Por qué estos dos casos

MYPE · PERÚ

- Cervecería artesanal de 600 hl en Lima, dentro de un nicho de 29,000 hl al año.
- El ISC de S/ 2.51 por litro (USD 0.73) aprieta su margen.
- Sola no llega a escala: necesita el bagazo de sus vecinas.

GRAN EMPRESA · COLOMBIA

- Láctea de Antioquia que destina 160,000 L de leche al día a quesos.
- La SIC sanciona el uso indebido del suero y la carga de su vertimiento es alta.
- El país importa suero en polvo. Del WPC80 no hay cifra pública de importación.

Los dos casos usan el mismo submodelo, **5.3 Valorización de coproductos**, y los dos ganan escala con el flujo de sus vecinas.

Fuentes: MDPI Foods (2025) · pandecalidad.com · Revista Facultad Nacional de Agronomía, UNAL · Universidad de Antioquia, Alma Máter (2025) · Contexto Ganadero (2026) · Gestión (2025) · Infobae (2025, ISC y SIC) · Ficha sectorial Alimentos y bebidas.

CASO MYPE · LA RUTA EN UNA PÁGINA

Una cervecería de 600 hl convierte el bagazo de cuatro cerveceras en harina, pero ni con un fondo no reembolsable cubre su costo de capital.

FICHA	CERVECERÍA ARTESANAL LIMA SUR (ILUSTRATIVA)
País y tamaño	Perú, Lima. MYPE de 9 personas
Producción	600 hl al año. Con tres vecinas, la red suma 2,000 hl
Flujo	42 t de bagazo húmedo al año, 12.6 t propias
Submodelos	5.3 Coproductos En red · IE
Moneda y tasa	USD. Costo de capital MYPE de 20%
Horizonte	5 años de operación más el año 0 de inversión

USD -402

VAN CON FONDO DE 50% · RESULTADO H02

Con un fondo no reembolsable de la mitad de la inversión y 25% de la harina en bolsa propia. Queda cerca del equilibrio, pero no viable.

-15,921

VAN CON CAPITAL PROPIO, USD

TIR de 2.6%. Con su propio dinero, la red no recupera la inversión en cinco años.

E0 El socio fundador firma el mandato con tres vecinas.	E1 42 t de bagazo, 30% a la basura y cero ingresos.	E2 Harina para consumo humano con acopio vecinal.	E3 VAN de USD -15,921 propio y -402 con fondo.	E4 Faltan inocuidad y venta a empresas.	E5 Piloto de 1 t con cinco panaderías.	E6 N2 de 81% a 98%. N8 sin cambio.
--	--	--	---	--	---	---------------------------------------

Caso ilustrativo construido con las herramientas del Playbook. Fuente de resultados: CC-02-Caso-de-valor-03-cerveceria-lima.xlsx y CC-06-Indicadores-03-cerveceria-lima.xlsx (Circular Club, 2026).

El mandato cabe en una hoja y lo firman cuatro cerveceras, porque ninguna sola tiene bagazo suficiente.

El socio fundador lidera. Su presión es el margen: el ISC de S/ 2.51 por litro (USD 0.73) rige desde julio de 2024 y el sector artesanal se contrae. El bagazo es el único insumo que hoy no le cuesta ni le paga.

ELEMENTO	DECISIÓN DEL MANDATO
Dueño	Socio fundador y maestro cervecero, 4 horas por semana durante seis meses.
Equipo	Jefe de cocción (operación), socia comercial (panaderías) y un contacto por cada vecina.
Alcance	El bagazo de cuatro cerveceras de Lima Sur. Excluye envases y levadura en esta vuelta.
Presión con fecha	ISC vigente desde julio de 2024. Concurso de cofinanciamiento por confirmar en 2027.
Incentivo interno	Regalar el bagazo no cuesta nada visible. Nadie mide su valor ni el tiempo que toma retirarlo.
Presupuesto	USD 1,739 (S/ 6,000) para diagnóstico y pruebas de laboratorio (Supuesto).

POR QUÉ IMPORTA EN LA REGIÓN

En Perú, 95.8% de las 384 empresas formales de cerveza son microempresas. Ninguna genera bagazo suficiente para justificar un secador. La escala mínima en la región se arma entre vecinas, no dentro de una planta.

ENTREGABLE DE LA ETAPA 0

Mandato de una página firmado por el socio fundador y una carta de intención de cada vecina para entregar su bagazo sin costo durante el piloto.

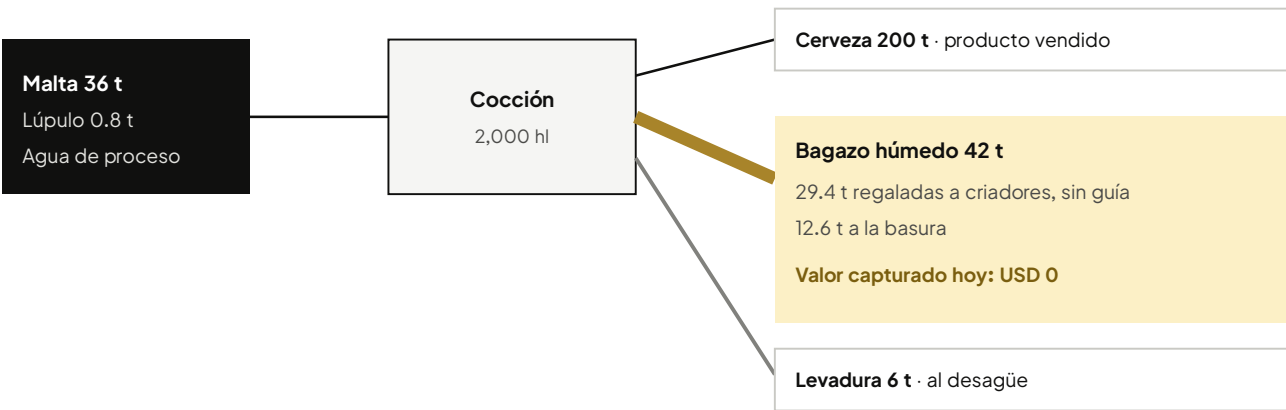
Fuentes: Infobae (agosto de 2025), con datos de PRODUCE y SUNAT · Gestión (2025). Herramientas: H00 Guía y H08 Cultura.

CASO MYPE · ETAPA 1 · BALANCE DE MASA

Las cuatro cerveceras generan 42 t de bagazo al año y ninguna recibe un sol por ellas.

El balance se cierra sobre la cocción de la red: 2,000 hl de cerveza, 36 t de malta y 0.8 t de lúpulo. Cada salida tiene su destino de hoy.

Balance de la red, t al año (línea base 2026)



Bagazo: 21 kg por hl. Levadura: 3 kg por hl. Reparto 70/30 entre criadores y basura: Supuesto.

80.7%

N2 SALIDA CIRCULAR, BASE

El forraje cuenta 100% en la regla de alimentos, aunque no haya guía de entrega.

70.2%

N3 CIRCULARIDAD, BASE

La malta es renovable pero no certificada, y N1 queda en 0%.

7.5%

PÉRDIDA DE ALIMENTO

Bagazo a la basura y levadura al desagüe sobre 248 t de salidas.

Fuentes: MDPI Foods (2025) y Ruta Pesquera (rendimientos). Indicadores: H06, línea base del caso, Resultado H02 y H06. Herramientas: H06 Indicadores.

CASO MYPE · ETAPA 1 · CINCO INEFICIENCIAS

La ineficiencia dominante es el valor perdido: un ingrediente con proteína se va como forraje gratuito.

INEFICIENCIA	NIVEL	CÓMO SE VE EN LA RED
1. Materiales y energía no renovables	Medio	Malta importada y botellas de vidrio nuevas. Fuera del alcance de esta vuelta.
2. Capacidad subutilizada	Medio	Cuatro salas de cocción que trabajan dos o tres días por semana.
3. Vidas útiles prematuras	Bajo	Barriles retornables en 40% del volumen (Supuesto).
4. Valor perdido al final de la vida	Alto	42 t de bagazo con 18% a 25% de proteína en base seca. Ingreso actual: cero. Un tercio va a la basura.
5. Relación con el cliente desaprovechada	Medio	El público del taproom busca historias locales y no conoce el origen de nada de lo que come.

LENTE DE INCENTIVOS

Regalar el bagazo ahorra el retiro y no aparece en ningún costo. Mientras la basura sea gratis para la cervecería, nadie mide lo que pierde.

LO QUE SE DICE

El bagazo ya es circular porque alimenta animales.

LO QUE MUESTRAN LOS DATOS

Un tercio no llega a ningún criador y lo que llega no deja ingreso ni prueba de entrega.

El bagazo no es un residuo de la cervecería. **Es un ingrediente que todavía no tiene precio.**

Nivel: propuesta de Circular Club a validar con la Herramienta 01. Fuente de proteína: pandecalidad.com. Herramientas: H01 Diagnóstico.

CASO MYPE · ETAPA 2 · SUBMODELOS ELEGIDOS

La harina sube el bagazo al primer escalón, y el acopio vecinal le da el volumen que una sola cervecería no tiene.

El bagazo sale de cada cocción y no se puede evitar. Toca entonces llevarlo al destino de mayor valor: el consumo humano.

CANDIDATO	ESCALÓN	DECISIÓN Y RAZÓN
5.3 Harina para panaderías	Alimento humano	Elegido. Proteína y fibra con precio de ingrediente, de 2 a 3 veces el de la harina de trigo.
En red · IE Acopio vecinal	Habilitador	Elegido. Sube el flujo de 12.6 t a 42 t y reparte el costo fijo del secador.
Vender bagazo húmedo a establos	Alimento animal	Respaldo. Sin precio público en Lima, y se pudre en menos de dos días.
Compost con mercados	Cascada biológica	Descartado. Cuenta 50% en la regla de alimentos y paga menos por tonelada.
Biogás	Recuperación de energía	Descartado. Volumen chico y fuera del ciclo material.

CANVAS EN UNA LÍNEA

Harina para panaderías de Lima Sur y bolsas de 1 kg en el taproom, con un secador para cuatro cerveceras.

ACUERDO CON LAS VECINAS

Bagazo frío, en tachos de grado alimentario, a menos de 4 horas de la cocción. Precio cero, a cambio del retiro.

Antes de secar, **combine hacia adentro**: el escalón que paga es el que alguien come.

Jerarquía de retención de valor del Playbook · regla de destino de alimentos de CTI v4.0 (WBCSD). Precio de la harina de trigo: USD 0.58 a 0.99 por kg (S/ 2.0 a 3.4) (mundoabarrotes.com y Makro, 2026). Herramientas: H01 Priorización, H05 Sinergias y H07 Canvas.

CASO MYPE · ETAPA 3 · CASO DE VALOR

Con su propio dinero, la red invierte USD 31,000 y no los recupera en cinco años.

El año 0 instala el equipo y prueba con maquila. El año 1 opera con bagazo propio y desde el año 2 entran las vecinas. El 75% de la harina va a panaderías a USD 1.74 por kg (S/ 6) y el 25% a bolsas de 1 kg a USD 4.35 (S/ 15), netos de IGV.

USD	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Bagazo procesado (t)	0	10.5	18.9	29.4	35.7	35.7
Ingresos	0	6,290	11,605	18,504	23,030	23,606
EBITDA	0	-274	546	5,001	7,858	8,054
Inversión con contingencia	29,500	1,538	0	0	0	0
Impuesto	0	0	0	0	127	1,310
Flujo libre	-29,500	-2,586	-109	4,151	7,173	24,757

-15,921

VAN AL 20%, USD

Incluye USD 18,083 de valor en libros y capital de trabajo en el año 5.

2.6%

TIR

Muy por debajo del costo de capital de una MYPE.

+49%

PRECIO DE EQUILIBRIO

La harina debería venderse 49% más cara para que el VAN llegue a cero.

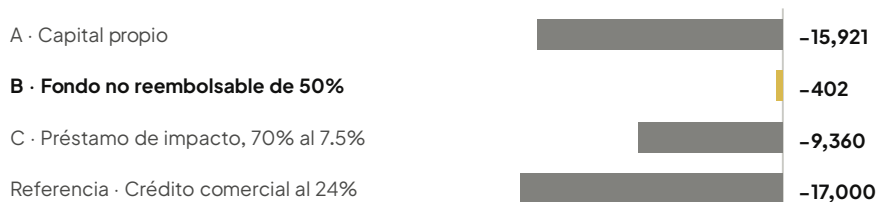
Inversión del año 0: equipo por USD 18,261, adecuación sanitaria por USD 4,348, I+D por USD 1,739 y registro DIGESA con asesoría por USD 1,304, más 15% de contingencia. Margen EBITDA del año 4: 34%.

Resultado H02: CC-02-Caso-de-valor-03-cerveceria-lima.xlsx, escenario A. Rendimiento de 0.244 t de harina por t húmeda: cálculo de este documento. Precios y costos: Supuesto, ver la página p. 27. Montos en soles convertidos a 3.45 PEN por USD.

CASO MYPE · ETAPA 3 · QUÉ CAMBIA LA DECISIÓN

Ni el fondo no reembolsable cubre el costo de capital. Ningún préstamo, ni el de impacto, alcanza a pagarse.

VAN al 20% por escenario de financiamiento, USD



ESCENARIO	VAN, USD	TIR	APORTE PROPIO	DSCR MÍNIMO, OPERACIÓN
A · Capital propio	-15,921	2.6%	32,196	No aplica
B · Fondo no reembolsable	-402	19.3%	16,677	No aplica
C · Préstamo de impacto	-9,360	-0.1%	21,775	-0.28
Crédito comercial al 24%	-17,000	-8.2%	35,165	-0.12

MENSAJE DE LA H02

"El proyecto no es viable con estos supuestos." Con el fondo, la TIR del dueño llega a 19.3%, bajo el costo de capital de 20%.

FONDO ELEGIBLE

Un concurso público de cofinanciamiento para microempresas, con tope cercano a USD 52,000. Desembolsa por hitos y pide contrapartida. Los concursos circulares sectoriales no suelen incluir alimentos.

El fondo cambia el VAN en **USD 15,519**. El préstamo de impacto suma USD 6,561, pero el DSCR mínimo en operación es -0.28.

Resultado H02, pestañas de escenarios y comparación. Fondo: bases de concursos públicos de cofinanciamiento del Perú (Referencia). Herramientas: H02 y H10 Financiamiento.

CASO MYPE · ETAPA 4 · BRECHAS

La cervecería sabe cocinar. Le falta producir un alimento inocuo y venderlo a otra empresa.

La H03 mide solo las capacidades que exige la harina. Cada brecha recibe una decisión: construirla en casa, alquilarla o liderarla con otros.

BRECHA	NIVEL	DECISIÓN
C4 Producir un ingrediente inocuo	1 a 3	Alquilar. Asesoría en buenas prácticas y laboratorio externo para cada lote.
C8 Orquestar a las vecinas	1 a 3	Liderar con otros. Acuerdo escrito, calendario de cocción y tachos compartidos.
C5 Vender a panaderías	2 a 3	Construir. La socia comercial suma fichas técnicas y recetas de prueba.
Competencia: hacer que rinda	2 a 3	Alquilar. Un consultor arma la postulación al fondo con la H02 de este caso.
Tecnología e IA	1 a 2	Construir. Balanza, medidor de humedad y registro de lotes en una hoja compartida. Madurez 2: Registra.
Cultura	2 a 3	Construir. El equipo deja de llamar basura al bagazo. Un indicador semanal en la pizarra de cocción.

LO QUE NO COMPRA

- Secador al vacío ni planta continua.
- Software de trazabilidad: la hoja basta en nivel 2.

LO QUE SÍ PAGA

- Análisis de cada lote antes de vender.
- Horas del socio fundador para el acuerdo con las vecinas.

Niveles de 1 a 5: propuesta de Circular Club a validar con la evidencia del taller. Herramientas: H03 Capacidades, H12 Competencias, H04 Tecnología e IA, H08 Cultura y H09 Socios.

CASO MYPE · ETAPA 5 · HOJA DE RUTA Y PILOTO

Antes de comprar el secador, la red vende una tonelada de harina hecha en un equipo alquilado.

El supuesto más débil es la demanda: que cinco panaderías paguen USD 1.74 por kg (S/ 6) cada mes. El piloto lo prueba con USD 1,739 y sin capex.

M1 a M3 Piloto con maquila

Secado y molienda de 4 t de bagazo propio en el secador de un laboratorio universitario. Sale una tonelada de harina, con análisis microbiológico y proximal.

M3 Puerta 1: demanda

Escalar si cinco panaderías emiten órdenes por 250 kg al mes en total a USD 1.74 por kg (S/ 6) o más y el taproom vende 180 bolsas al mes durante dos meses.

M4 a M9 Fondo, equipo y registro

Postulación a un concurso público de cofinanciamiento, compra del equipo, adecuación sanitaria y registro DIGESA.

M12 Puerta 2: acopio

Sumar a las tres vecinas si el lote propio sale conforme 10 veces seguidas.

SI EL FONDO O EL PRECIO NO LLEGAN

No compre el equipo. Con capital propio el VAN es de USD -15,921, y con el fondo de 50% todavía USD -402. Mantenga la maquila para la bolsa del taproom y negocie el bagazo húmedo con un establo.

Montos: Supuesto, ver la página p. 27. Escenario sin fondo: variante recalculada con la H02. Herramientas: H11 Hoja de ruta.

CASO MYPE · ETAPA 6 · INDICADORES N1 A N8

La circularidad sube poco porque el forraje ya contaba. Lo que cambia es el valor de cada tonelada.

INDICADOR	LÍNEA BASE 2026	META AÑO 4
N1 Entrada circular	0%	0%
N2 Salida circular	80.7%	97.6%
N3 Circularidad material	70.2%	85.0%
N4 Productividad material, USD por t lineal	18,904	19,471
N8 Material virgen consumido, t	36.8	36.8
Pérdida de alimento, % de salidas	7.5%	2.4%
Calidad del dato (Q)	0.83	0.98

LECTURA

N2 sube porque el bagazo deja la basura. La regla de alimentos de la H06 fija la tasa por destino, por eso el forraje sin guía ya contaba en la base. N4 y N8 juntos muestran que no hay rebote: más ingreso con la misma malta.

NO MEDIDOS

N5 agua y N6 energía quedan para la segunda vuelta. N7 no se estima: no hay factor verificado para el bagazo en botadero.

La regla de alimentos cuenta igual el forraje y el pan.
La diferencia está en N4 y en la caja.

Resultado H06: CC-06-Indicadores-03-cerveceria-lima.xlsx (meta) y la misma H06 con las salidas de 2026 (línea base).
Regla de destino: WBCSD, CTI v4.0. Herramientas: H06 Seguimiento y verificación.

CASO MYPE · RIESGOS Y SUPUESTOS CRÍTICOS

Con el fondo el caso queda apenas bajo cero, y casi cualquier supuesto que falle lo hunde más.

SUPUESTO	VALOR	SI FALLA, VAN EN USD (A PROPIO · B FONDO)
Precio a panaderías	USD 1.74 por kg (S/ 6)	Con 20% menos: -24,109 · -8,591.
Fondo no reembolsable	50% en el año 0	Sin fondo, -15,921. Si el fondo llega tarde, hace falta un puente.
Bolsa propia a USD 4.35 (S/ 15)	25% del volumen	Sin bolsa: -25,949 · -10,430.
Capex del equipo	USD 25,652 más 15%	Con 20% más: -20,503 · -1,881.
Valor residual	USD 18,083 en el año 5	Sin él, B baja a -7,669.

Riesgos de operación

- ✗ **Bagazo agrio.** Si llega después de 4 horas sin frío, el lote se descarta.
- ✗ **Una vecina se retira.** El volumen cae un tercio y el costo fijo no baja.
- ✗ **Claim sin prueba.** "Harina proteica" exige el análisis proximal de cada lote.

Antes de invertir

- ☐ Cinco órdenes de compra firmadas.
- ☐ Fondo adjudicado por escrito.
- ☐ Cotización de dos proveedores de secador.
- ☐ Acuerdo con las vecinas por dos años.

Compre el secador **después** de tener el fondo por escrito y órdenes de compra a un precio que cierre la brecha.

Efectos en el VAN: variantes del caso recalculadas con la H02, una a la vez sobre el caso recomendado o sobre su componente.

CASO GRAN EMPRESA · LA RUTA EN UNA PÁGINA

Una láctea de Antioquia convierte su suero en proteína, y al precio de largo plazo el caso no es viable.

FICHA	LÁCTEA INDUSTRIAL DEL NORTE DE ANTIOQUIA (ILUSTRATIVA)
País y tamaño	Colombia, Antioquia. Gran empresa
Operación	400,000 L de leche al día, 40% a quesos
Flujo	51,250 t de suero propio y 48,700 t de queseras vecinas al año
Submodelos	5.3 Coproductos En red · IE 5.6 Agua
Moneda y tasa	USD. Costo de capital de gran empresa de 10%
Horizonte	10 años, valor residual en libros

-1.44

VAN CON CAPITAL PROPIO, USD MILLONES · RESULTADO H02

TIR de 8.4% con WPC80 a USD 12,000 por t. El VAN llega a cero con un precio 5% más alto, cerca de USD 12,600.

-0.44

VAN CON FONDO DE 20%, USD MILLONES

El fondo estándar para gran empresa, con tope de USD 1 millón, no basta.

E0	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Mandato de operaciones y equipo de cuatro personas.	51,250 t de suero, 40% a la planta de tratamiento.	WPC80 gana a WPC34 y al suero en polvo.	VAN negativo en A, B y C. Viable con WPC80 sobre USD 12,600.	Faltan venta de ingredientes y operación de membranas.	Planta móvil y tres compradores antes del capex.	N2 de 63% a 99.6%. N8 sin cambio.

Caso ilustrativo construido con las herramientas del Playbook. Fuente de resultados: CC-02-Caso-de-valor-04-lactea-antioquia.xlsx y CC-06-Indicadores-04-lactea-antioquia.xlsx (Circular Club, 2026). Montos en pesos convertidos a 3,320 COP por USD (octubre de 2026).

CASO GRAN EMPRESA · ETAPA 0 · MANDATO Y EQUIPO

El suero deja de ser un problema ambiental cuando tiene un dueño con resultados de negocio.

Hoy el suero no pertenece a nadie. Producción mide el rendimiento quesero, ambiental mide la planta de tratamiento y nadie mide la proteína que se va.

ELEMENTO	DECISIÓN DEL MANDATO
Dueño	Vicepresidente de operaciones, con reporte trimestral al comité de inversiones.
Equipo dedicado	Gerente del proyecto, ingeniero de procesos, ejecutivo de ingredientes y analista de calidad.
Alcance	Suero de la línea de quesos y suero de queseras a 80 km o menos. Excluye leche fluida.
Presiones con fecha	Sanciones de la SIC ratificadas en diciembre de 2025. Res. 631 de 2015 sobre vertimientos. Importación récord de suero en 2025.
Incentivo interno	El bono de planta premia el costo por litro de queso. El suero vendido barato a cerdos baja ese costo, aunque destruya valor.
Presupuesto	USD 180,000 para diagnóstico, planta móvil y ensayos (Supuesto).

POR QUÉ IMPORTA EN LA REGIÓN

Colombia genera más de 1,100 millones de litros de suero al año y aun así importó 17,179 t de suero en polvo en 2025. Del WPC80 no hay cifra pública: el mercado se demuestra con compradores, no con importaciones.

ENTREGABLE DE LA ETAPA 0

Mandato firmado por la presidencia, con un equipo de cuatro personas de tiempo completo, el suero como unidad de negocio y una fecha de comité para el caso de valor.

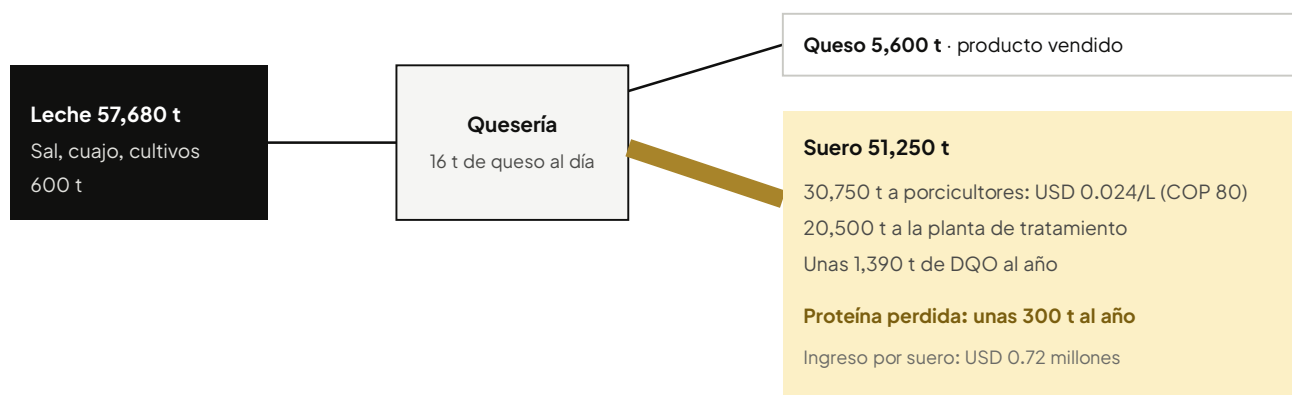
Fuentes: Infobae (diciembre de 2025, SIC) · Contexto Ganadero (2026) · Universidad de Antioquia, Alma Máter (2025).
Herramientas: H00 Guía y H08 Cultura.

CASO GRAN EMPRESA · ETAPA 1 · BALANCE DE MASA

Por cada tonelada de queso salen nueve de suero, y cuatro de cada diez van a la planta de tratamiento.

160,000 L de leche al día dan unas 16 t de queso y 144 m³ de suero. En 350 días, 51,250 t de suero con unas 300 t de proteína.

Balance de la línea de quesos, t al año (línea base 2026)



Suero: 9 L por kg de queso. DQO: 6.8 kg por 100 kg. Reparto 60/40 y precio del suero: Supuesto.

63.5%

N2 SALIDA CIRCULAR, BASE

El suero vertido cuenta 0% y arrastra a toda la línea.

31.4%

N3 CIRCULARIDAD, BASE

Sin entradas circulares, N1 es 0%.

35.5%

PÉRDIDA DE ALIMENTO

Suero vertido sobre la leche que entra a quesos.

Fuentes: Revista Facultad Nacional de Agronomía, UNAL (suero y proteína) · Universidad de Córdoba (DQO). Indicadores: H06 con las salidas de 2026, Resultado H06. Herramientas: H06 Indicadores.

CASO GRAN EMPRESA · ETAPA 1 · CINCO INEFICIENCIAS

La planta paga por tratar una proteína que el país compra afuera a más de USD 1,100 por tonelada.

INEFICIENCIA	NIVEL	CÓMO SE VE EN LA PLANTA
1. Materiales y energía no renovables	Medio	Empaque plástico virgen de 400 t al año y vapor con gas natural.
2. Capacidad subutilizada	Bajo	La quesería trabaja en tres turnos. Sin brecha relevante.
3. Vidas útiles prematuras	Medio	Queso fresco con vida corta en el canal tradicional.
4. Valor perdido al final de la vida	Muy alto	51,250 t de suero vendidas como forraje o vertidas. 300 t de proteína al año sin precio de proteína.
5. Relación con el cliente desaprovechada	Medio	Los fabricantes de bebidas y panificación compran proteína importada sin saber que existe al lado.

LENTE DE INCENTIVOS

La tasa retributiva y el tratamiento se cargan a ambiental, y la venta a poricultores a producción. Ningún tablero suma los dos y compara contra el precio de la proteína.

LO QUE SE DICE

El suero se aprovecha porque lo compran los poricultores.

LO QUE MUESTRAN LOS DATOS

Cuatro de cada diez litros se tratan como residuo y el resto se vende a un precio de forraje.

El suero no es un efluente con proteína. Es proteína con un efluente encima.

Nivel: propuesta de Circular Club a validar con la Herramienta 01. Importación: Contexto Ganadero (2026), USD 19.3 millones CIF por 17,179 t. Herramientas: H01 Diagnóstico.

CASO GRAN EMPRESA · ETAPA 2 · SUBMODELOS Y RUTAS

Al precio de largo plazo, ninguna ruta paga su capital, y el WPC80 es la que menos lejos queda.

La H02 evaluó las rutas con el mismo suero y la misma tasa. Los precios son de largo plazo: WPC80 a USD 12,000 por t, WPC34 a USD 2,840 y suero en polvo a USD 1,124, el valor CIF de lo que Colombia importa.

RUTA	CAPEX, USD M	INGRESO AÑO 4, USD M	VAN A, USD M	TIR	VAN B, USD M
Suero dulce en polvo	12.0	3.93	-5.42	1.7%	-4.42
WPC34 y permeado	8.5	2.99	-4.32	0.8%	-3.32
WPC80 y permeado, suero propio	9.5	4.05	-1.19	7.9%	-0.19
WPC80 con acopio regional	14.4	7.88	-1.44	8.4%	-0.44

5.3 COPRODUCTO

WPC80 para bebidas, panificación y nutrición. El permeado a porcicultores entra como crédito en el precio, para no contar dos veces el mismo suero.

1.2 INTERCAMBIO EN RED (IE)

Compra suero a veinte queseras al precio que pagan los porcicultores, USD 0.024 por L (COP 80) más flete, y les vende el permeado.

5.6 AGUA

Agua de ósmosis a la limpieza y la planta de tratamiento que deja de recibir suero, contada una sola vez.

El suero en polvo tiene mercado probado y el WPC80 tiene margen. Ninguno tiene comprador firmado.

Resultado H02: caso del documento y variantes por ruta, recalculadas con la H02. Precio de largo plazo del WPC80: juicio experto, rango de USD 11,000 a 13,000, por verificar con la serie USDA AMS 2015 a 2025. Suero en polvo: Contexto Ganadero (2026). Herramientas: H01, H05 y H07.

CASO GRAN EMPRESA · ETAPA 3 · CASO DE VALOR

La planta invierte USD 17.8 millones en dos años y con capital propio no paga el 10%.

Los años 0 y 1 son de piloto y construcción, porque el secador tarda más de un año en llegar. La planta opera desde el año 2 y suma el suero de las queseras desde el año 3.

USD MILES	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Suero, miles de t	0	0	30.8	68.6	94.7	97.4	97.4	97.4	97.4	97.4	97.4
Ingresos	0	0	2,437	5,568	7,881	8,309	8,517	8,730	8,948	9,172	9,401
EBITDA	0	-93	1,081	2,598	3,684	3,880	3,977	4,076	4,178	4,282	4,389
Inversión	8,769	8,988	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impuesto	0	0	0	0	421	606	642	678	706	734	763
Flujo libre	-8,769	-9,089	559	1,948	2,780	3,183	3,291	3,353	3,426	3,501	8,114

-1.44

VAN AL 10%, USD M

Con USD 4.5 millones de valor en libros en el año 10. Sin él, -3.19.

8.4%

TIR

Recupera la inversión en 7.8 años, sin descontar.

+5%

PRECIO DE EQUILIBRIO

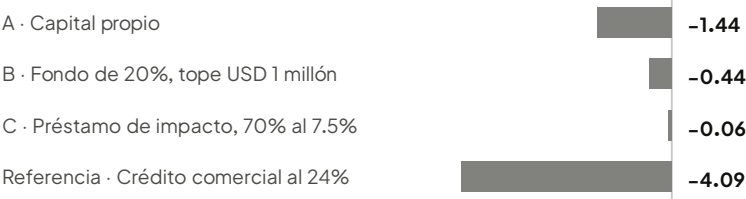
Con WPC80 cerca de USD 12,600 por t, el VAN llega a cero.

Resultado H02: CC-02-Caso-de-valor-04-lactea-antioquia.xlsx, escenario A. Inversión: planta de USD 14.4 millones, recepción de suero, agua, I+D y registros, más 15% de contingencia (Supuesto). Costos y suero que se deja de vender: ver la página p. 27.

CASO GRAN EMPRESA · ETAPA 3 · QUÉ CAMBIA LA DECISIÓN

Con el fondo y el préstamo estándar para una gran empresa, el caso sigue sin crear valor.

VAN al 10% por escenario de financiamiento, USD millones



ESCENARIO	VAN, USD M	APORTE PROPIO, USD M	DSCR MÍNIMO, OPERACIÓN
A · Capital propio	-1.44	17.86	No aplica
B · Fondo no reembolsable	-0.44	16.86	No aplica
C · Préstamo de impacto	-0.06	11.91	0.17
Crédito comercial al 24%	-4.09	20.40	0.11

MENSAJE DE LA H02

"El proyecto no es viable con estos supuestos." La herramienta agrega: "Hay servicio de deuda antes de operar: considere capitalizar intereses o ampliar la gracia."

QUÉ LO HARÍA VIABLE

Un fondo de al menos USD 1.44 millones, 8% de la inversión y más que el tope estándar. O un WPC80 de USD 12,600 por t o más. El préstamo necesitaría gracia hasta el inicio de operación.

El financiamiento estándar no alcanza. El caso se decide en el precio del WPC80 y en un fondo mayor al habitual.

Resultado H02 v2.1, pestañas de escenarios y comparación. El fondo entra sin impuesto en el año 0, por eso suma su monto al VAN. Art. 255: descuento en el impuesto de 25% del valor invertido, con el límite del art. 258 (actualicese.com). Herramientas: H02 y H10.

CASO GRAN EMPRESA · ETAPA 4 · BRECHAS

La láctea sabe hacer queso. Le falta vender ingredientes y operar membranas a precio de commodity.

La planta de proteína es otro negocio: compradores industriales, especificaciones por lote, precios en dólares y un secador que no perdona errores de operación.

BRECHA	NIVEL	DECISIÓN
C5 Vender ingredientes a la industria	1 a 4	Construir. Ejecutivo de ingredientes, fichas técnicas y certificación de inocuidad para clientes y exportación.
C4 Operar ultrafiltración y secado	1 a 4	Alquilar. Contrato de desempeño con el proveedor del equipo durante los dos primeros años.
C8 Orquestar veinte queseras	1 a 3	Liderar con otros. Contratos, laboratorio de recepción y rutas de frío con el gremio quesero.
C7 Datos e IA	2 a 4	Construir. Control de membranas y secador con sensores. Madurez 4: Optimiza.
Competencia: precio y cobertura	2 a 4	Construir. Finanzas aprende a vender con contratos indexados al USDA.
Cultura	2 a 3	Construir. El suero pasa a tener estado de resultados propio y meta de margen.

LO QUE ALQUILA

- Operación asistida por el proveedor.
- Planta móvil para el piloto.

LO QUE CONSTRUYE

- La venta de ingredientes, que nadie más hará por usted.
- Los contratos con queseras y porcicultores.

Niveles de 1 a 5: propuesta de Circular Club a validar con la evidencia del taller. Herramientas: H03 Capacidades, H12 Competencias, H04 Tecnología e IA, H08 Cultura y H09 Socios.

Antes de aprobar USD 17.8 millones, el comité compra precio, suero y fondo con contratos firmados.

El supuesto más débil es el precio del WPC80 dentro de cuatro años. El segundo es que veinte queseras entreguen suero fresco todos los días.

M1 a M4 Piloto con planta móvil

Ultrafiltración alquilada sobre el suero propio y secado por maquila de 2 t de WPC80 para muestras. Ensayo de acopio con cinco queseras: acidez y horas hasta el frío.

M4 Puerta 1: mercado

Cartas de intención de tres compradores por la mitad del volumen a USD 12,600 por t o más, el precio de equilibrio.

M5 a M8 Ingeniería y cotizaciones

Dos cotizaciones firmes de planta, contratos de acopio por 25,000 t y solicitud de certificación para el art. 255.

M8 Puerta 2: comité de inversiones

Aprobar si el VAN sigue positivo con las cotizaciones reales y el precio contratado.

SI LAS QUESERAS NO FIRMAN

La planta para el suero propio cuesta USD 9.5 millones más contingencia. Su VAN con capital propio es de USD -1.19 millones y con el fondo estándar, de -0.19. Sin compradores a precio de equilibrio, no construya.

Montos: Supuesto, con USD 180,000 de I+D en el año 0. Escenario sin acopio: variante recalculada con la H02.
Herramientas: H11 Hoja de ruta.

CASO GRAN EMPRESA · ETAPA 6 · INDICADORES N1 A N8

La salida circular llega casi a 100%, y N1 sube solo porque el suero de las queseras entra por la frontera.

INDICADOR	LÍNEA BASE 2026	META AÑO 4
N1 Entrada circular	0%	45.4%
N2 Salida circular	63.5%	99.6%
N3 Circularidad material	31.4%	72.3%
N4 Productividad material, USD por t lineal	530	643
N5 Agua de ósmosis reusada, m3	0	239,793 en 10 años
N8 Material virgen consumido, t	58,680	58,680
Pérdida de alimento, % de la entrada	35.5%	0.5%

LECTURA

N2 sube porque el suero deja la planta de tratamiento. N1 sube porque el suero de las queseras entra como insumo secundario: declárelo con la frontera ampliada.

NO MEDIDOS

N6 energía queda para la segunda vuelta. N7 no se estima: falta un factor verificado para el suero tratado en la planta.

N8 no cambia: la empresa **no extrae más leche** para producir más proteína. No hay rebote.

Resultado H06: CC-06-Indicadores-04-lactea-antioquia.xlsx (meta) y la misma H06 con las salidas de 2026 (línea base).
Agua: Resultado H02, submodelo 5.6. Herramientas: H06 Seguimiento y verificación.

CASO GRAN EMPRESA · RIESGOS Y SUPUESTOS CRÍTICOS

El caso vive en una banda de precio estrecha: USD 1,000 por t de WPC80 separan la ganancia de la pérdida.

ESCENARIO OPERATIVO	VAN A, USD M	VAN B, USD M	LECTURA
WPC80 a USD 11,000	-3.17	-2.17	Piso del rango de largo plazo
WPC80 a USD 12,000, base	-1.44	-0.44	No viable
WPC80 a USD 13,000	0.29	1.29	Viable, si se recupera el valor residual
WPC80 a USD 17,600	8.21	9.21	Solo si 2026 no fue un máximo
Todos los precios 20% más bajos	-6.70	-5.70	No viable
Capex 20% más alto	-4.17	-3.17	Pida dos cotizaciones firmes
Queseras que hoy vierten, a USD 0.015 por L (COP 50)	0.08	1.08	El acopio paga si el suero no tiene otro comprador

Riesgos de operación y mercado

- ✗ **Suero ácido.** Sin frío en dos horas, el lote de la quesera no entra.
- ✗ **Permeado sin destino.** Los porcicultores deben recibir unas 32,000 t de concentrado al año.
- ✗ **Pocos compradores.** Tres clientes concentran la mitad del volumen.

Antes del comité

- ☐ Precio contratado por al menos dos años.
- ☐ Contratos de acopio por 25,000 t.
- ☐ Acuerdo de compra del permeado.
- ☐ Concepto de la autoridad ambiental sobre el art. 255.

Contrate precio, suero y permeado **antes de firmar la orden de compra** de la planta.

Efectos en el VAN: variantes del caso recalculadas con la H02, una a la vez. Permeado: 0.33 t de concentrado por t de suero procesado (Supuesto).

LOS DOS CASOS LADO A LADO

Con capital propio ninguno de los dos casos rinde, y el fondo estándar tampoco alcanza.

DIMENSIÓN	MYPE · CERVECERÍA, PERÚ	GRAN EMPRESA · LÁCTEA, COLOMBIA
Flujo y producto	42 t de bagazo a 8.7 t de harina al año	97,400 t de suero a unas 490 t de WPC80 al año
Inversión con contingencia	USD 31,000	USD 17.8 millones en dos años
Costo de capital y horizonte	20%, 5 años	10%, 10 años
A · Capital propio	USD -15,921 · TIR 2.6%	USD -1.44 M · TIR 8.4%
B · Fondo por tamaño	USD -402 · 50%, no viable	USD -0.44 M · 20%, tope USD 1 M
C · Préstamo de impacto	USD -9,360 · DSCR -0.28	USD -0.06 M · DSCR 0.17
Precio de equilibrio	49% sobre el precio base	5% sobre el precio base
Brecha dominante	Inocuidad y venta a panaderías	Compradores de WPC80 con contrato

DINERO

La MYPE necesita el fondo y un mejor precio para existir. La gran empresa necesitaría un fondo de USD 1.44 millones o un WPC80 5% más caro.

RIESGO

Los dos pasan meses sin vender, y en ese tiempo ningún préstamo se paga. La MYPE prueba con maquila y la gran empresa con planta móvil y cartas de intención.

En la MYPE, el fondo **acerca un piloto a un negocio**, pero no basta. En la gran empresa decide el precio de la proteína.

Resultado H02 y H06 de los dos casos, escenarios A, B y C. Caso MYPE: página p. 4. Caso gran empresa: página p. 15.

SUPUESTOS, FUENTES Y DESCARGAS

Cada cifra tiene una fuente o una etiqueta, y cada supuesto se cambia en el libro.

CASO	MYPE	VALOR	ESTADO	FUENTE O PRÓXIMO PASO
Bagazo y humedad		21 kg por hl, 78% de agua	DATO VERIFICADO	MDPI Foods (2025)
Harina, referencia regional		USD 1.2 a 1.8 por kg	REFERENCIA	BagHarina, Uruguay
Precio neto de IGV		USD 2,391 por t de harina	SUPUESTO	Validar en el piloto
Proceso por t húmeda		USD 105: GLP, luz, bolsas	SUPUESTO	Balance de humedad
Equipo y adecuación		USD 22,609 más 15%	SUPUESTO	Dos cotizaciones
Fondo no reembolsable		50%, tope USD 52,174 (S/ 180,000)	REFERENCIA	Bases de concursos

CASO	GRAN EMPRESA	VALOR	ESTADO	FUENTE O PRÓXIMO PASO
Suero y proteína		9 L por kg de queso, 0.6%	DATO VERIFICADO	UNAL
WPC80 de largo plazo		USD 12,000 por t	SUPUESTO	Serie USDA 2015 a 2025
WPC80, octubre de 2026		USD 22,000 a 25,500	DATO VERIFICADO	USDA AMS
Suero a porcicultores y queseras		USD 0.024 por L (COP 80) más flete	SUPUESTO	Llamar a compradores
Planta con acopio		USD 14.4 millones más 15%	SUPUESTO	Cotización de presupuesto
Electricidad		COP 737 por kWh (USD 0.22)	REFERENCIA	Enel como proxy, Antioquia es EPM

DESCARGAS EN ENTREGABLES/CASOS/HERRAMIENTAS

- CC-02-Caso-de-valor-03-cerveceria-lima.xlsx
- CC-06-Indicadores-03-cerveceria-lima.xlsx
- CC-02-Caso-de-valor-04-lactea-antioquia.xlsx
- CC-06-Indicadores-04-lactea-antioquia.xlsx

Parámetros estándar de la H02 v2: USD, inflación 2.5%, impuesto 27%, contingencia 15%. Conversión: 3.45 PEN y 3,320 COP por USD. Notas de origen completas: build/casos/specs.

El coproducto que hoy se regala vale más cuando se junta.

Con los supuestos de hoy, ni la harina de bagazo ni la proteína de suero cubren su costo de capital, ni siquiera con el fondo estándar. Pueden rendir cuando una empresa organiza el flujo de sus vecinas, firma un precio mejor y consigue el fondo antes de comprar equipos. Use los libros de estos casos como punto de partida y reemplace cada supuesto con su dato.

HERRAMIENTAS USADAS EN ESTOS CASOS

HERR. 01

Desarrollo de modelo de negocio: ineficiencias y priorización de submodelos.

HERR. 02

Caso de valor: flujos, VAN, TIR, payback y escenarios de cada caso.

HERR. 05

Sinergias territoriales: acopio de bagazo y de suero entre vecinas.

HERR. 06

Indicadores: N1 a N8 con la regla de destino de alimentos.

INVITACIÓN

Circular Club diagnostica flujos de materiales, diseña modelos de negocio circulares y acompaña pilotos con métricas auditables, alineadas con la familia ISO 59000. Si su cervecería, láctea o gremio quiere probar uno de estos casos con sus datos, escríbanos.



BY REDESIGN LAB

Redesign Lab.

TRABAJEMOS SU CADENA

circularclub.la
circularclub@redesignlab.org
Lima y Bogotá

PUBLICACIÓN

Eddie Ajalcrista · Lorenzo Ortiz
2026

Referencias: Playbook Circular LatAm y su toolkit (Circular Club, 2026) · WBCSD, CTI v4.0 · USDA AMS Dairy Market News. Herramienta 02: adaptación de Redesign Lab a partir de Nordic Innovation.