



Tendencias y Soluciones para curtiembres sostenibles

Viswanathan Munusamy
(Experto Internacional ONUDI en
curtiembre sostenible (India))

23 de junio de 2017
Paraninfo de la Universidad Nacional de San Agustín
- Arequipa -

Fabricación de cuero

- Limpieza de la piel (retiro de material interfibrilar no deseado) a través de una serie de operaciones preparatorias
- Conservación permanente mediante bronceado
- Adición de propiedades estéticas y funcionales durante las etapas post-curtido

Fuentes de contaminación

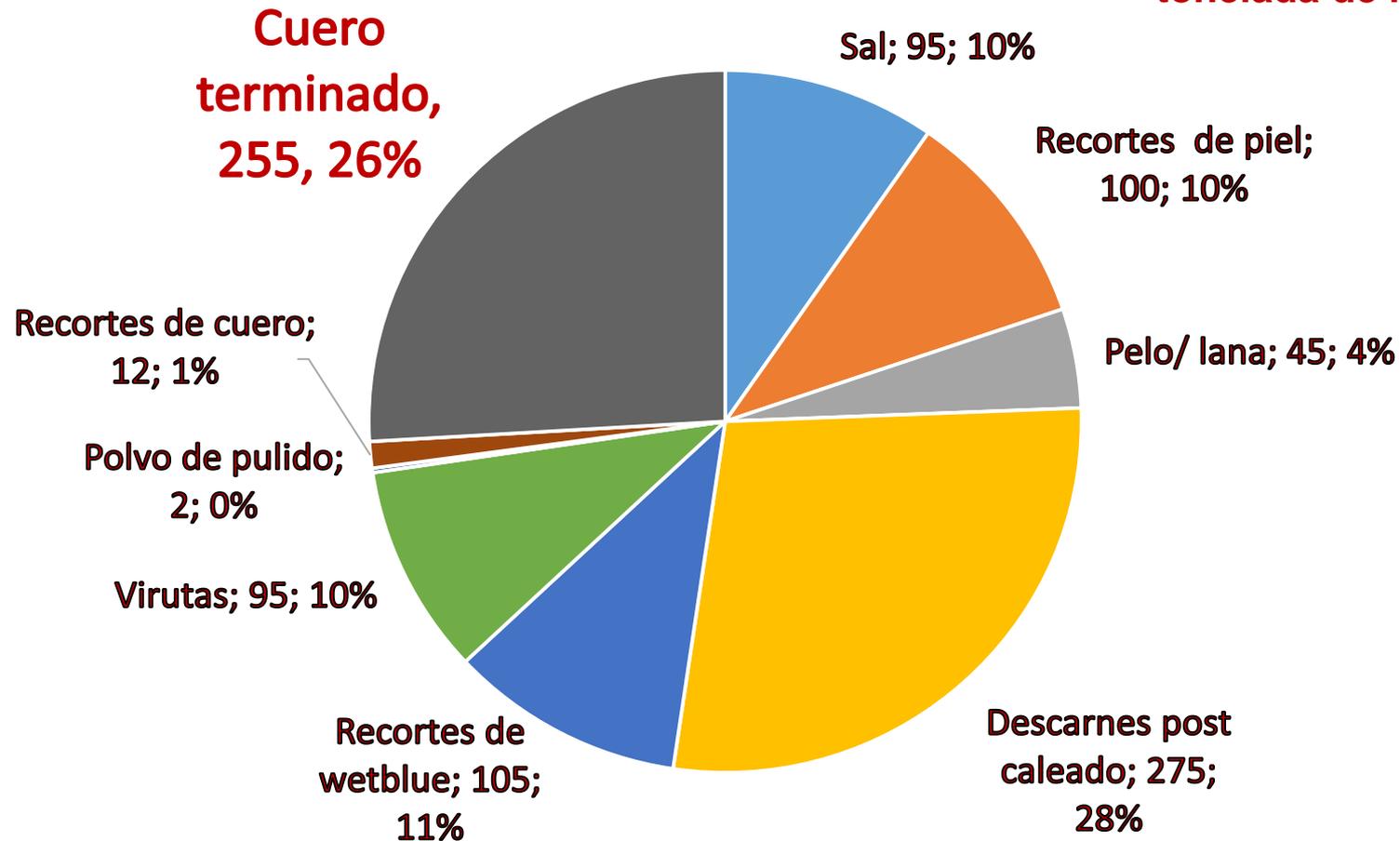
- La fabricación del cuero se hace sobre todo usando el agua como medio para la reacción de los productos químicos con el cuero
 - Eliminación de materiales de preservación de pieles.
 - Eliminación de proteínas no deseadas y materia inter-fibrina de pieles.
 - Descarga de productos químicos no utilizados / no absorbidos
 - Sales neutras que se forman a partir de la reacción del producto químico con la piel.
 - Algunas impurezas presentes en los productos químicos que ingresan y no están implicados en el procesamiento de cuero, por ejemplo, sales neutras en productos químicos de post-curtido.

Balance de masa aproximado en el proceso de curtido

INGRESO	SALIDA
Materia prima <i>1000 kg</i>	Cuero <i>210 m²</i>
Agua <i>35 m³</i>	Agua residual <i>32 m³</i>
Productos químicos <i>452 kg</i>	Residuos sólidos <i>637 kg</i> <i>Lodos de la planta de tratamiento: 420 kg @</i> <i>30% DS (sólidos secos)</i>

Producción de cuero y residuos sólidos

**Cantidades en kg por
tonelada de materia
prima**



Características de aguas residuales de las curtiembres y límites establecidos

Parámetro	Concentración en el Efluente	Límites generalmente prescritos (India)
pH	7.0-9.0	6-9
DBO 5 a 20°C (Total)	1,200-3,000 mg/l	30 mg/l (Para descarga de superficie interior, diferente para otros)
DQO (Total)	2,500-8,000 mg/l	250 mg/l
Sulfuros (como S)	30-150 mg/l	2 mg/l
Sólidos Totales Disueltos (STD)	9,000-18,000 mg/l	2,100 mg/l (Aplicable en ubicaciones seleccionadas)
Sólidos suspendidos (SS)	2000-5000 mg/l	100 mg/l
Cloruros (como Cl)	6000-9500 mg/l	1000 mg/l, 600 mg/l para riego
Sulfato (como SO ₄)	1600-2500 mg/l	1000 mg/l
Cromo (como Cr Total)	120-200 mg/l	2 mg/l



Unidades piloto de demostración
(PDU, por sus siglas en inglés)
de Tecnologías de curtido más limpias
en el marco del
Proyecto de Desarrollo para el Cuero en
Kanpur
ONUDI



Industria de curtiembre en India

Principales grupos de
curtiembres en India



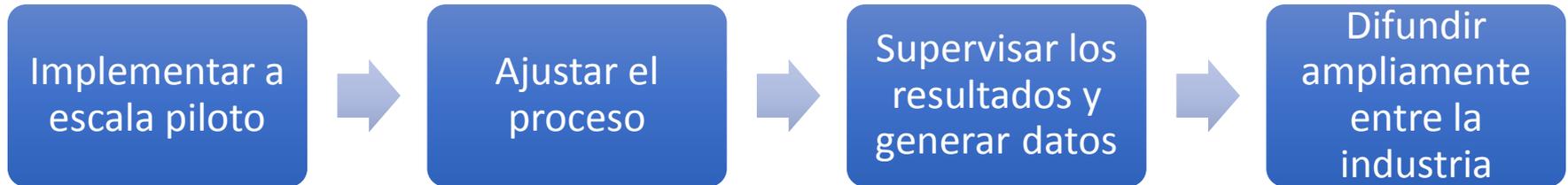
Kanpur, Uttar Pradesh, India

- Kanpur es una ciudad industrial - situada en las orillas del río Ganges en el estado de Uttar Pradesh en el norte de India.
- La cuenca del río Ganges alberga > 500 millones de personas -la mayor cantidad de población en cualquier cuenca hidrográfica.
- El río Ganges es considerado como un río Santo - Maha Kumbh. En él confluyen las cantidades más grandes de personas (en 2013 cerca de 120 millones de personas se bañaron en él), también ocurren encuentros anuales en menor escala.
- La ubicación está a sólo 120 km aguas abajo de Kanpur.
- Es prioritario para el Gobierno central y estatal asegurar su limpieza.

Industria de curtido en Kanpur

- Número de curtiembres: 460
- Gestión de residuos: 3 PTAR abastecen a 447 curtiembres, 13 curtiembres cuentan con plantas individuales de tratamiento de efluentes.
- El 90% de las curtiembres se encuentran en micro, pequeñas y medianas empresas (Mipyme).
- Las PTAR de las curtiembres se encuentran junto a la planta de tratamiento de aguas residuales de Kanpur.
- En la PTAR, el efluente tratado se mezcla con aguas residuales tratadas y se destina para riego.
- A lo largo de los años de expansión de las curtiembres, la capacidad de las PTAR han resultado insuficiente.
- La capacidad de una de las PTAR se está ampliando de 9,000 m³ / día a 20,000 m³ / día

Metodología para la implementación de tecnologías limpias - PDUs



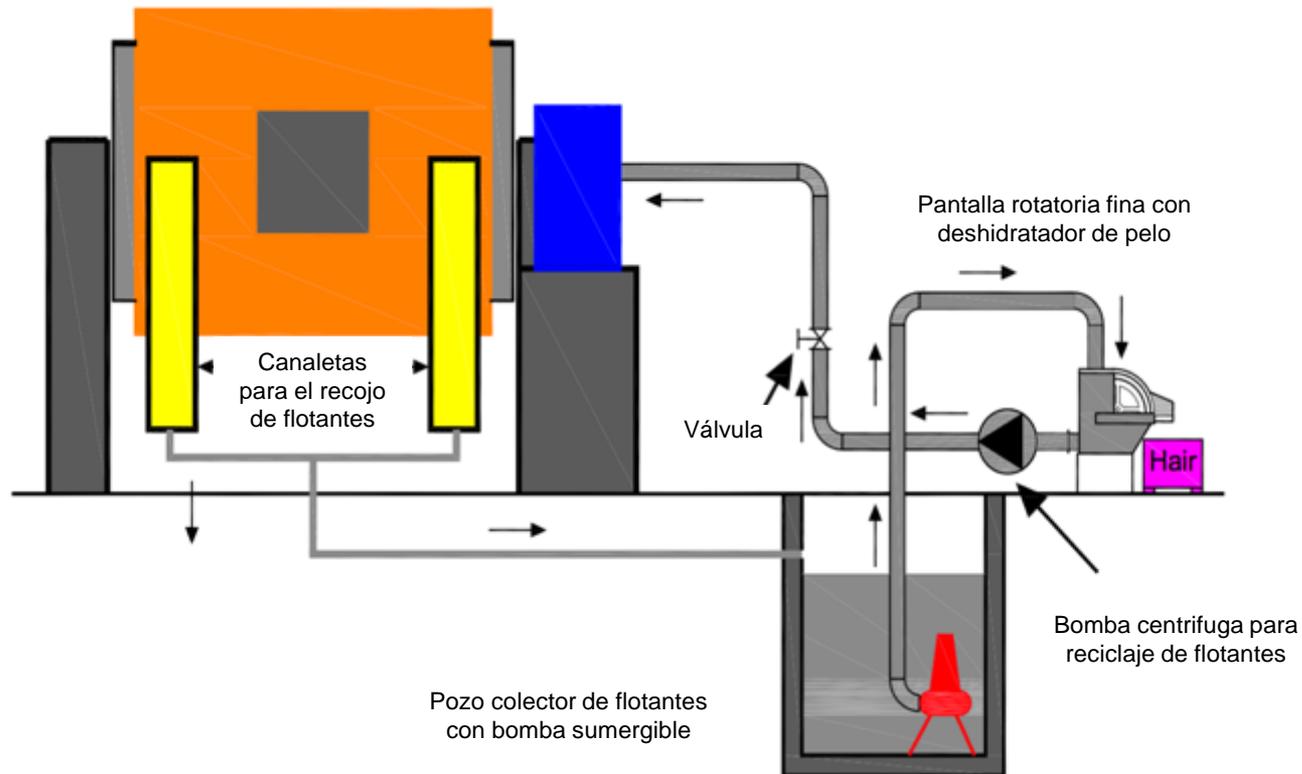
PDU #	Tecnología limpia
1	Recuperación de pelo en el pelambre
2	Mezclado y monitoreo del agua
3	Sistema de calefacción solar de agua
4	Sistema de calefacción solar de aire
5	Procesamiento de piel
6	Desalación
7	Reciclaje de agua de caleado
8	Ahorro de agua en máquina de doblaje

PDU1: Recuperación de pelo en el pelambre

- En el baño de cal (pelambre), el pelo se afloja y se desprende para luego ser separado por la máquina de filtros de pelo.
- En las pieles de bufalo de origen Indio, alrededor del 2% del pelo sobre el peso de las pieles es filtrado.
- Para las pieles de vaca, el porcentaje es similar, también alrededor de 2% sobre el peso de las pieles.
- La eliminación del pelo ayuda a reducir la cantidad de sulfuro.

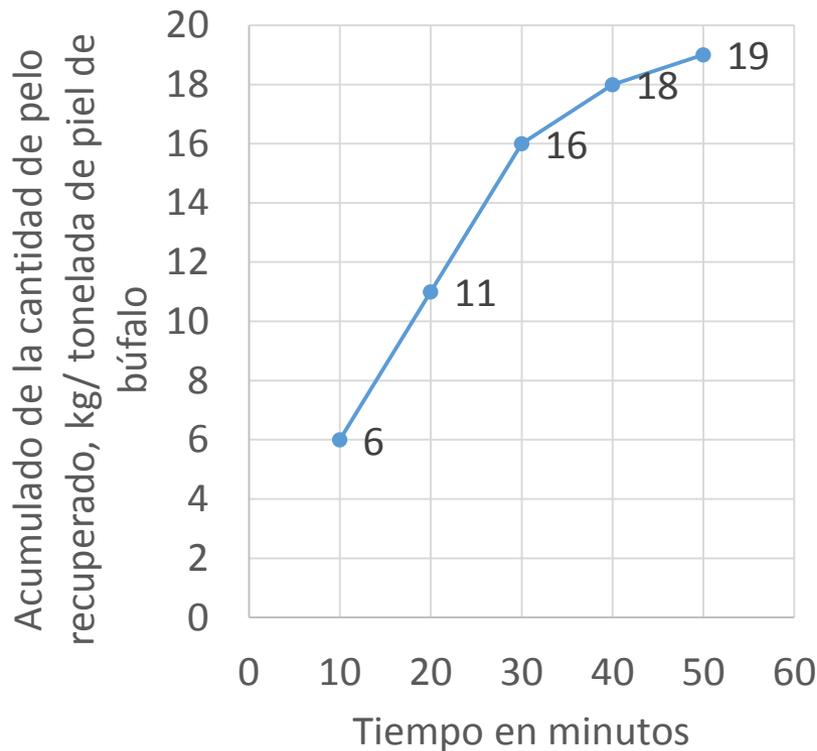


PDU1: Recuperación de pelo

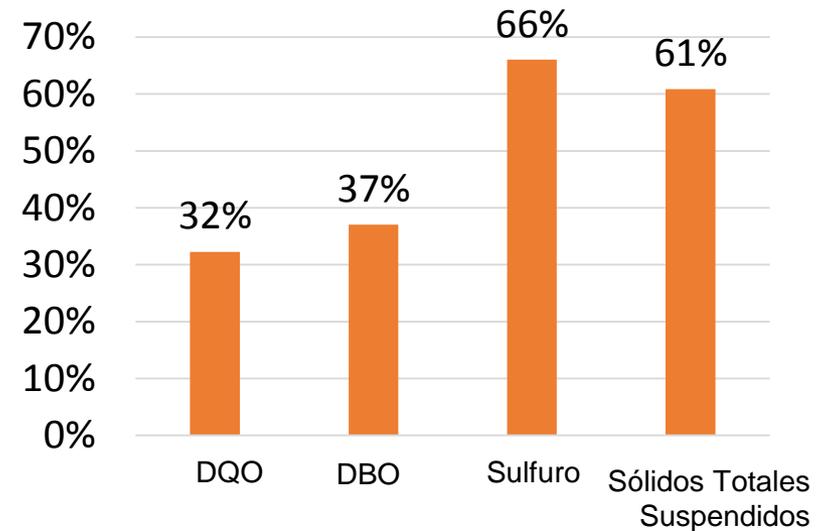


Rendimiento HSS

Acumulado de la cantidad de Pelo, kg/tonelada de piel



Reducción de la carga de contaminación en el caleado de las aguas residuales debido a la recuperación de pelo



PDU1: Recuperación de pelo

Costo de inversion	US\$ 19,300
Ahorros anuales (excluyendo los costos de operación y mantenimiento)	US\$ 5200
Periodo de recuperación de la inversión	3.7 años aproximadamente

PDU2: Mezclado y medición del agua

- En muchas curtiembres (Mipyme), el agua del proceso no es medida, sino que se observan desde el botal del proceso.
- Los consumos de agua siempre terminan siendo mayores que el requerimiento especificado

Etapa del proceso	Botal de proceso	Requerimiento de flotación (según especificación)	Uso actual	Uso excesivo sobre el requisito especificado
Pelambre	Paletas	150 a 200%	200 a 216%	+50 a +66%
Curtido	Tambores	70 a 150%	120 a 200%	+50 a +130%
Tambores post-curtido	Tambores	100 a 150%	220 a 300%	+70 a +200%

PDU2: Mezclado y medición del agua

Tenemos tres tipos de sistemas de medición del agua:

(A) Medidores de caudal (Jajmau), marca: Kranti

(B) Medidor de flujo electromagnético con control por lotes, marca: Kushal

(C) Sistemas automáticos de mezcla de agua, marca: Huni





Métodos de medición de agua

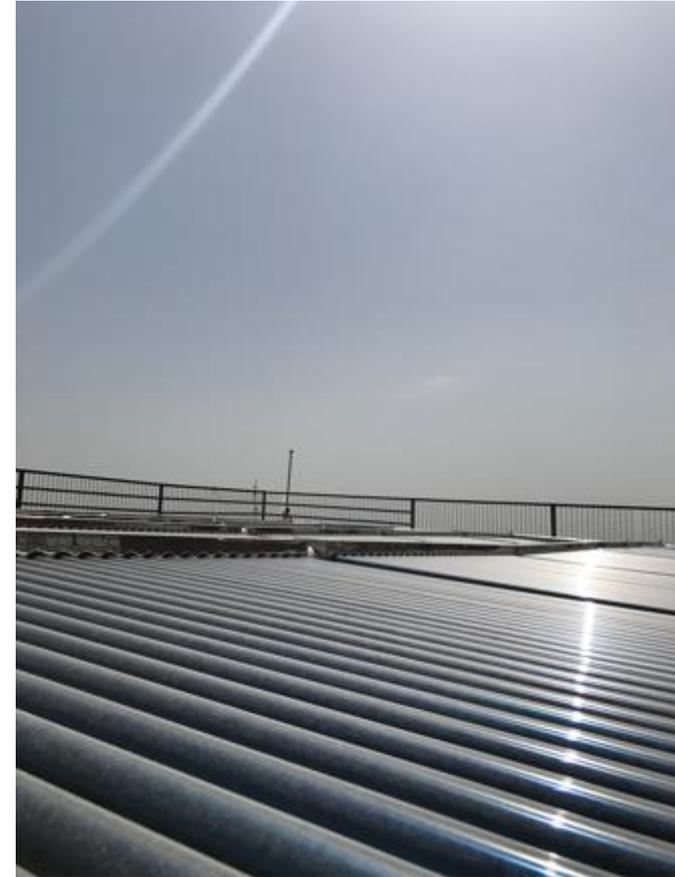
Parametro	Medidor de caudal	Medidor Electromagnetico	Mezclador automático de agua con sistema de acción
Tipo	Mecánico	Electromagnético	Electromagnético, controlado por PLC
Precisión	Promedio	Muy bueno	Muy bueno
Posibilidad de error manual	Alto	Alto	Muy bajo
Facilidad de operación	Requiere control manual	Fácil	Muy fácil
Vida útil	Baja (se requieren filtros)	Alta	Alta
Inversión (para curtiembres con 8 botales)	US\$ 1300	US\$ 4800	US\$ 16000

Beneficios

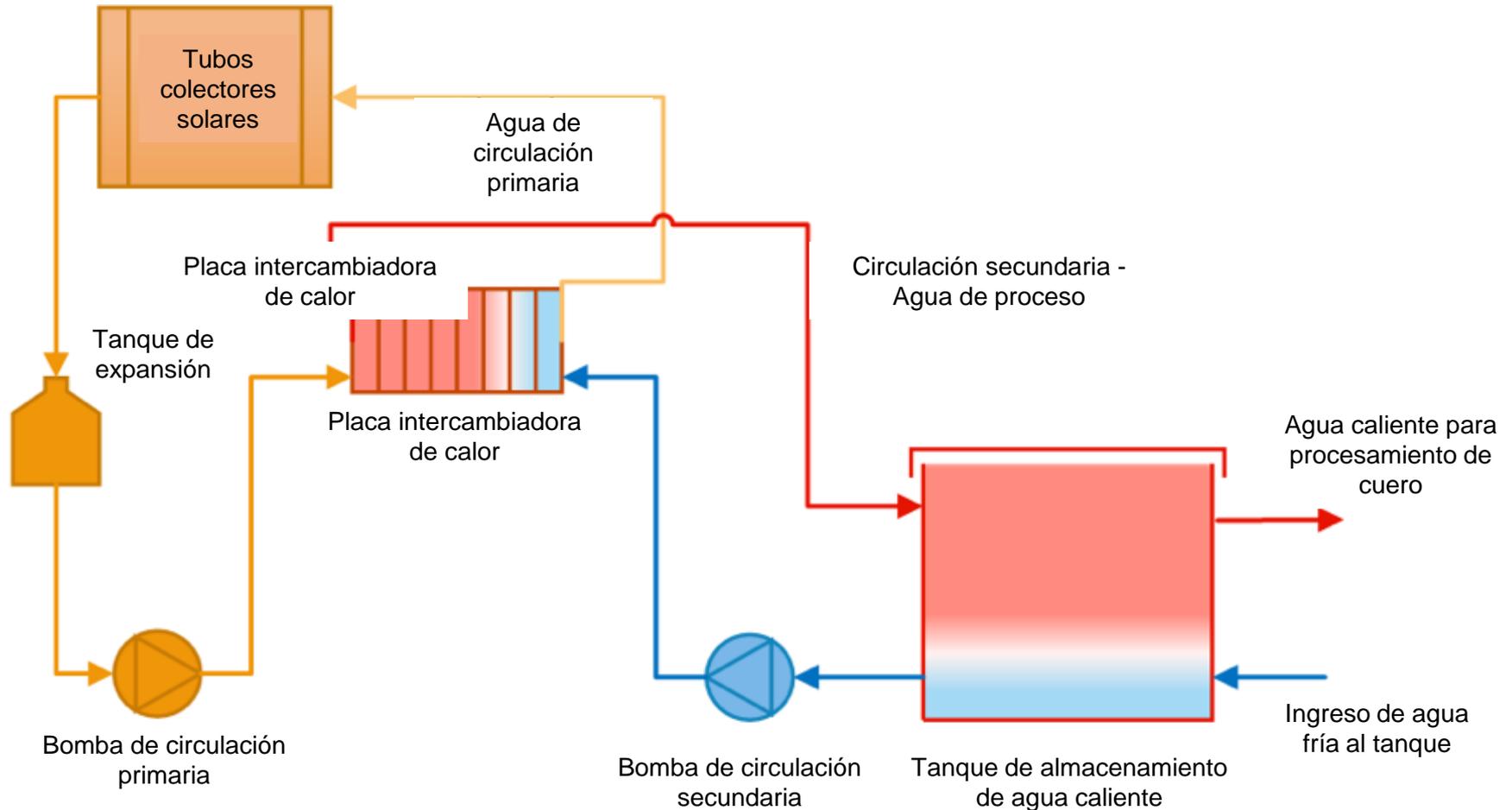
- La reducción del consumo de agua reduce el costo del tratamiento de efluentes y mejora la eficiencia del tratamiento.
- Implementación de medición de agua, en 3 curtiembres, logró la reducción de 15 a 22% del consumo de agua.
- Consistencia en la calidad del cuero y la calidad del lote.
- Reducción de la cantidad de productos químicos, particularmente los productos químicos usados después del curtido.
- Reducción de la explotación de recursos naturales

PDU3: Sistema solar para calentar agua

- Capacidad:
7000 litros
por día @
60°C de
promedio
anual
- Área: 192
m²
- Tipo de
colectores:
Tubos de
evacuación



PDU3: Sistema solar para calentar agua



Sistema solar para calentar agua

Descripción / parámetro	Diciembre 2016	Marzo 2017	Abril / Mayo 2017
Volumen de agua caliente del sistema	2,000–3,000 litros	6,000–7,000 litros	8,000–9,000 litros
Ahorro de carbón (anual) ^		45 toneladas	
Reducción de emisiones de CO2		115 toneladas	
Costo de inversión (7000 l/d)		US\$ 27500	
Período de recuperación de la inversión		4.5 años	

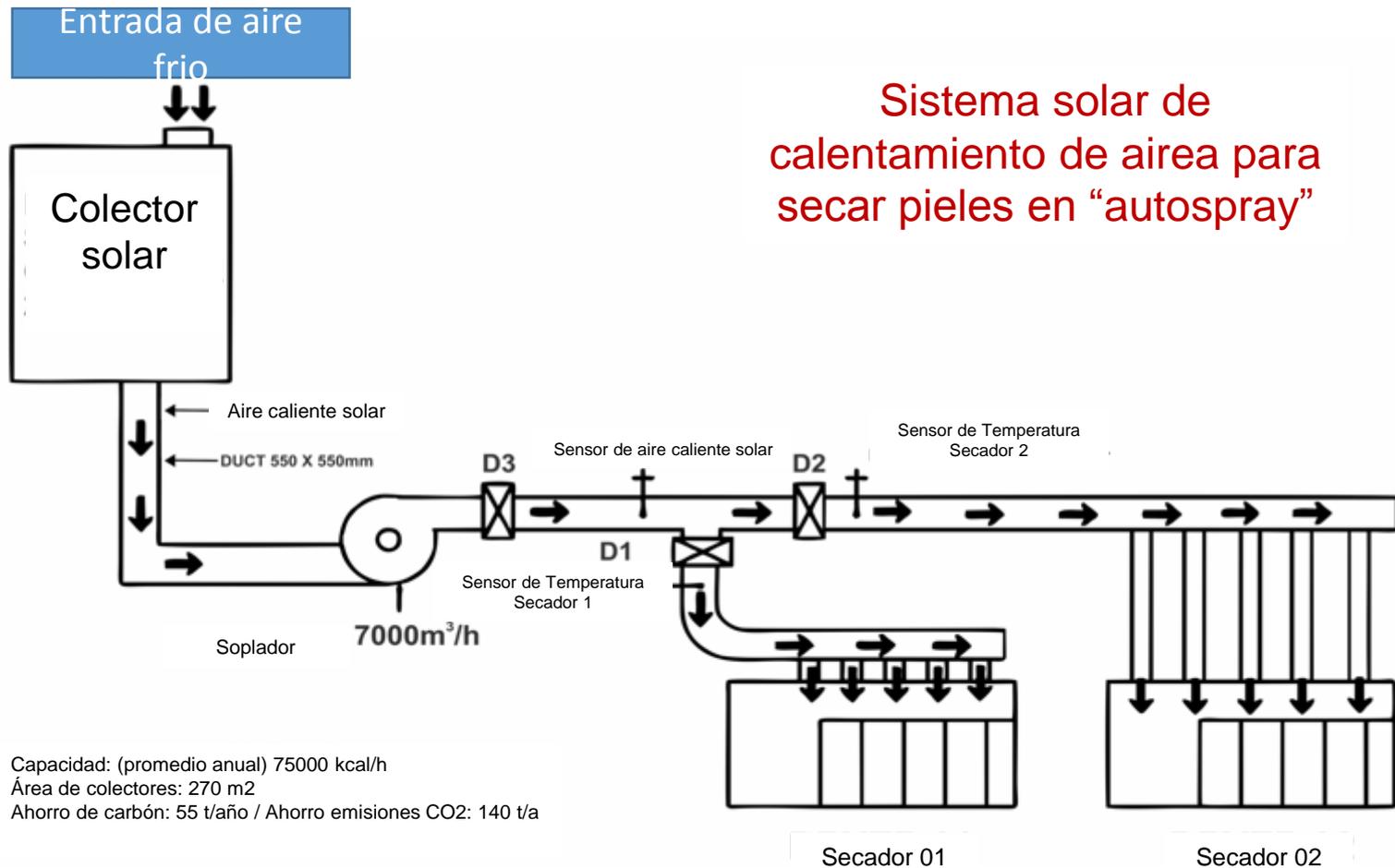
Consumo específico de energía en la producción de cuero (promedio) 54 MJ/m² de cuero

Ahorro de energía debido al uso de sistema solar para calentar agua 6.6 MJ/ m² de cuero terminado
12%

PDU4: Sistema solar para calentar agua



Sistema solar para calentar aire



- Capacidad: (promedio anual) 75000 kcal/h
- Área de colectores: 270 m²
- Ahorro de carbón: 55 t/año / Ahorro emisiones CO₂: 140 t/a

Sistema solar para calentar aire

- Capacidad: 75,000 kcals/hora de promedio annual
- Area: 270 m²
- Tipo de colector: Cámara capsulada de aluminio
- Ahorro de energía: 847 GJ/año
- Reducciones de CO₂: 114 toneladas por año
- Ahorro de 10 MJ de energía por m² de cuero (20% reducción en la energía total)
- Ahorro de carbón: 71 toneladas anuales
- Inversión para un Autospray (Maquina de acabado de cuero): US\$ 35,000
- Período de recuperación de la inversión: 4 años

PDU5: Procesamiento de pieles refrigeradas

- Se utilizan entre 300 y 400 kg de sal común para la preservación de 1 tonelada de materia prima.
- Solo un 15 - 20% puede ser removida por desalación
- Los efluentes de las curtiembres presentan alto contenido de STD, debido a la sal utilizada para el remojo de las pieles.
- Reducción de sólidos totales disueltos: mínimo 300 kg por tonelada de piel.



Procesamiento de pieles refrigeradas

Parámetro	Chilling	Salado húmedo
Requerimiento energético	50 unidades para refrigeración + 50 unidades para almacenar 15 días en contenedores refrigerados = 100 unidades	Nulo
Requerimiento de sal	Nulo	300 kg
Costo de preservación	US\$ 13 / tonelada	US\$ 15 / tonelada
Gasto de capital	Habitaciones de enfriamiento Almacén frigorífico y Contenedores refrigerados	Nulo
Días de almacenamiento	Limitado a 15 días	Alrededor de 45 días

PDU6: Desalado

- Recuperación de sal: 60 a 90 kg/t de materia prima
- Reducción de STD a 25000: mg/l



- Reducción general de STD: 15-20%
- Tambor desalinizador de jaula: US \$ 15000
- Máquina desaladora: US \$ 3900

Desalado

Costo de inversión (capacidad de 2 toneladas por día)	US\$ 3900
Costo de operación	US\$ 430 por año
Ahorro de costos (ahorro en costos derivados de las aguas residuales)*	US\$ 7,600 por año*
Ahorro anual neto	US\$ 7,170 por año
Período de recuperación de la inversión	0.5 años

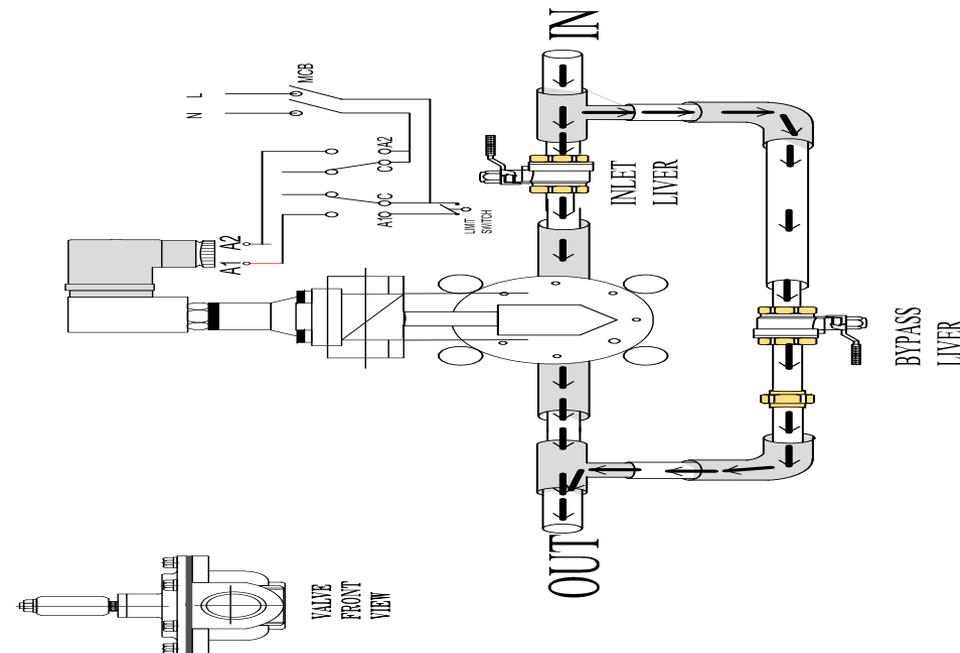
PDU7: Reciclaje del agua de caleado

- Recuperación del agua de caleado : 80% de 125% de flotación
- Reducción en el consumo de agua: menos de 800 l/tonelada
- Ahorro en el consumo de productos químicos- cal:0.3-0.5%
- Ahorros anuales en el consumo de agua: más de 600 m³
- Costo de inversión: US\$ 11,000
- Período de retorno de la inversion: 3.8 años



PDU8: Control de agua en la máquina de descarnado

- Requerimiento de agua en la máquina de descarnado varía de 4,000 a 6,000 litros por tonelada de materia prima.
- Consiste en una válvula selenoide, relé, interruptor de límite*, válvula mariposa.
- Tiempo de inactividad de la máquina: 50%
- Ahorro de agua: 50%, 2 KL/tonedala de materia prima
- Inversión: US\$ 300
- Período de retorno de la inversión: 100 a 200 días



PDU8: Control de agua en la máquina de descarnado



Posible reducción de la contaminación

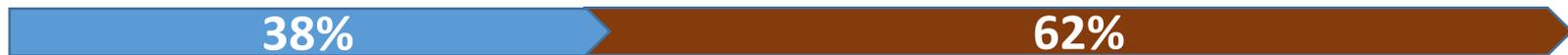
Por la adopción de todas las posibles tecnologías limpias

El remanente se destina a la Planta de tratamiento de efluentes

Sólidos Totales Suspendidos



Demanda Química de Oxígeno



Demanda Bioquímica de Oxígeno



Cromo



Sólidos Totales Disueltos



Cloruros



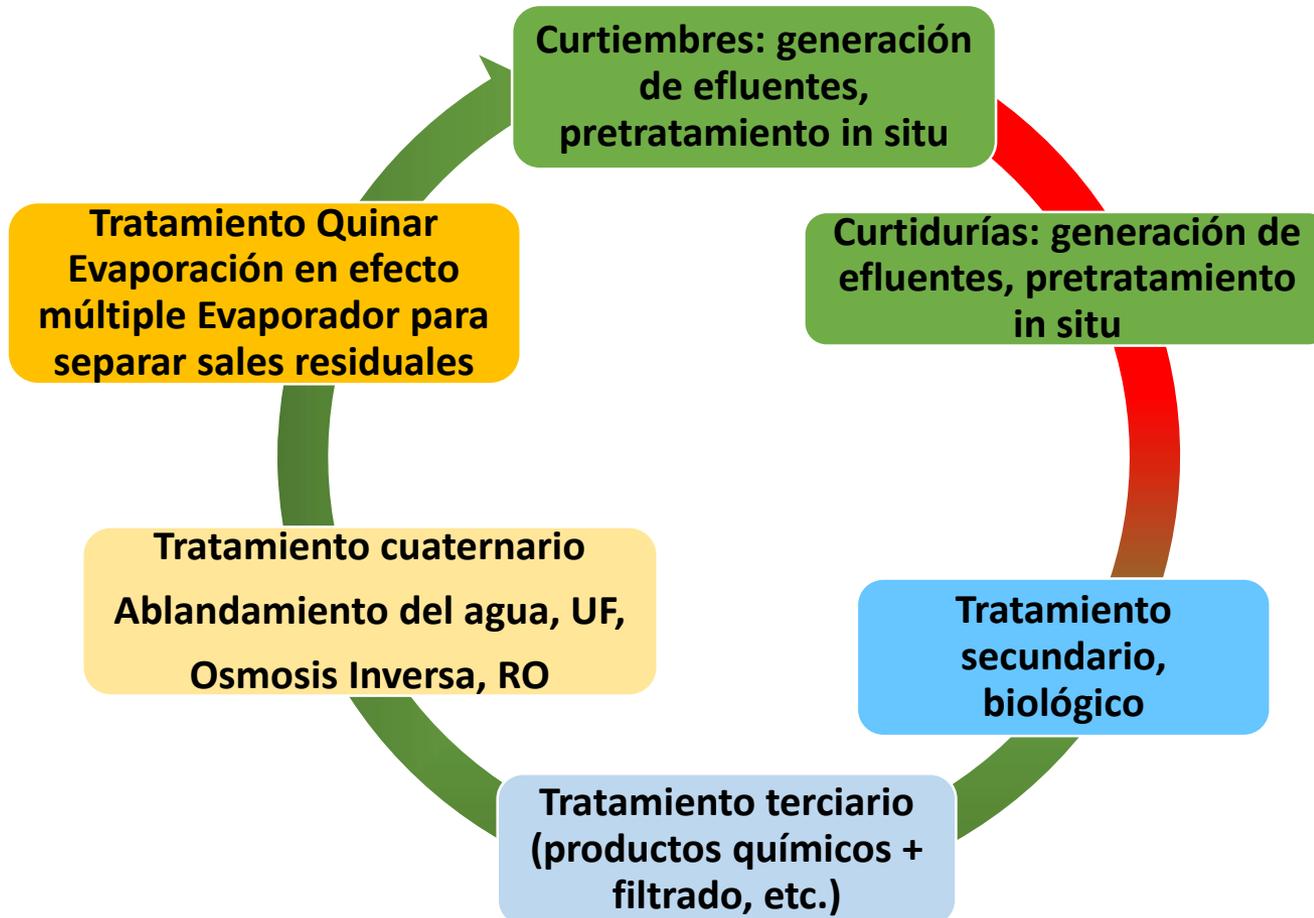
Sulfato



Tratamiento de efluente – Caso de estudio Tamil Nadu

- Normas estrictas para los efluentes tratados - particularmente STD, Cloruros y Sulfatos.
- No fluye agua en el río- el río Palar está seco durante 11 meses en un año, tiene flujos a un nivel muy bajo durante 1 mes intermitentemente.
- Demanda de agua de buena calidad. El agua de proceso para las curtiembres es transportada desde el lecho del río Palar.
- Disponibilidad de agua – escasez de agua
- No hay unidades municipales de tratamiento de aguas residuales cerca de las zonas de curtiembre (una PTAR en Chennai descarga a la planta de tratamiento de aguas residuales municipales después del tratamiento primario y secundario)
- Se aplicaron sistemas Descarga Líquida Cero (ZLD, por sus siglas en inglés)

Esquema del flujo de agua en las plantas de tratamiento ZLD



Pre-tratamiento en curtiembres



Tratamiento primario



Tratamiento secundario



Tratamiento terciario



Ósmosis inversa



Evaporación de la salmuera



Recuperación de agua

Parámetro	Agua recuperada
pH	7.0 – 7.5
Sólidos Totales Disueltos	500 – 700 mg/l
Dureza	< 20 mg/l
DQO	< 25 mg/l
DBO	< 5 mg/l



Desafíos

- Altos costos de operación (US\$ 7.3 /m³)
- La sal remanente se acumula, la solución de reuso aún no está disponible
- Alto consumo de energía

✓ El consumo y los costos de la energía eléctrica subieron casi

3x



✓ El consumo total de energía (eléctrica y térmica) aumentó casi

15x



✓ El costo total de la energía (eléctrica y térmica) aumentó alrededor de

4.5x



✓ Las emisiones de CO₂e aumentan aproximadamente

6x



Beneficios

- Conformidad con las "obligaciones de cumplimiento"
- Descarga Líquida Cero (ZLD, por sus siglas en inglés) - ahorro de extracción de agua subterránea
- Cero descarga de sales en el ambiente: hasta el momento, se han evitado aprox. 50,000 toneladas de sales en la descargas al ambiente en Tamil Nadu.
- Si se calcula sobre la base de agua subterránea de 2,100 mg/l de STD, la ZLD ha salvado a 15 billones de litros de agua de la contaminación.
- La concentración de STD en las aguas subterráneas cerca de las curtiembres está en retroceso. Es decir, se reduce año a año (CPCB, CGWB, e investigaciones)
- Agua de proceso de buena calidad puede ser recuperada entre 85 a 90% de los efluentes crudos.
- Ahorros en productos químicos - 5 a 10% de ahorro en tintes, sintanos y grasas.

**Artículo científico
acerca del ZLD
disponible en:
www.leatherpanel.org**

Compañías con
certificación LWG en
India: 72 (Abril 2017)
Tamil Nadu: 65
Otros: 7

Residuos sólidos y subproductos

Tipo de residuo	Uso
Retazos de piel	Goma, gelatina, pienso para animales
Sal	Reúso en re-salado
Pelo	Fieltro, macetas, fertilizantes, queratinas hidroxiladas
Residuos del descarte	Goma, gelatina, pienso para animales, sebo, fertilizantes, biogás.
Cortes de Wetblue	Tableros de cuero, proteína hidrolizada
Virutas de cromo	Tableros de cuero, proteína hidrolizada
Polvo de pulido	No tiene uso, se dispone en rellenos de seguridad
Tortas teñidas	Parches y pequeños artículos de cuero



Un vistazo a www.leatherpanel.org

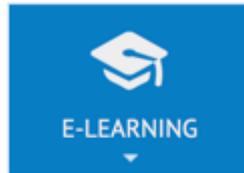




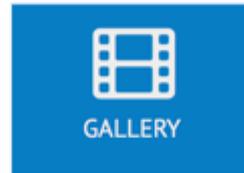
HOME



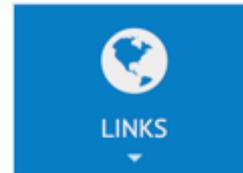
PUBLICATIONS



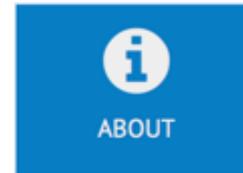
E-LEARNING



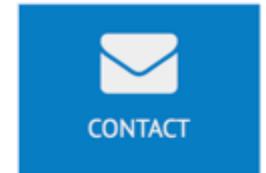
GALLERY



LINKS



ABOUT



CONTACT

Home

Welcome to leatherpanel.org

The [UNIDO](#) Leather and Leather Products Industry Panel (henceforth referred to in the short form as the Leather Panel) is the UNIDO global forum for technical assistance programmes dealing with the leather-based industry sector. The Leather Panel provides information on good practices in small-scale manufacturing as well as professional training and pollution control procedures in the leather, footwear and leather products industries.

This website – www.leatherpanel.org – offers access to information, publications, UNIDO technical assistance programmes and links to leather-related industries.

The leather sector in developing countries has expanded substantially in recent decades. This was caused in part by a gradual relocation of production facilities, initially shoe-uppers, but followed by leather processing (tanning) and footwear manufacturing, to countries with lower labour costs. While developing countries are witnessing a greater proportion of leather goods manufacturing, the performance of the leather sector in many developing countries is still negatively affected by several factors, most notably shortage of high-quality raw material, inadequate manufacturing skills and technical knowledge base as well as environmental issues and trade barriers.

Technical assistance projects implemented to date by [UNIDO](#) in the leather and leather products sector have covered a wide range of activities such as improved flaying, preservation and collection of raw hides and skins; leather processing (tanning);

Publications

[Trends](#)

[Hides & Skins](#)

[Leather processing](#)

[Leather Products](#)

[Cleaner Technologies](#)

[Solid Wastes](#)

[Tannery Effluent Treatment](#)

[Training](#)

[Trade](#)

feedback

Materiales de aprendizaje *on-line* de ONUDI

Terminado

- Introducción al tratamiento de los efluentes de la curtiembre - 5 módulos
- Cómo tratar el gas de sulfuro de hidrógeno: Inglés, Hindi
- Primeros auxilios en el lugar de trabajo - 8 módulos
- [Www.leatherpanel.org](http://www.leatherpanel.org), www.institute.unido.org
- Informes técnicos: 24 subidos en el portal
- 23% de los usuarios eran de la India durante diciembre de 2016

En marcha

- Fabricación sostenible de cuero - 5 módulos
- Pruebas de cuero - Físico y químico
- Análisis de efluentes

Material de aprendizaje *on-line*

Introduction to the treatment of tannery effluents
What every tanner should know about effluent treatment

Module 2
Treatment within tannery compound

**FIRST AID:
THE FIRST AID KIT**

This eLearning module focuses on the essential items that should be in the First Aid Kit of all workplaces in the leather and footwear industries.

Learners will gain awareness of:

- the main essential items that should be in the First Aid Kit
- how best to use each item in the First Aid Kit

How to deal with HYDROGEN SULPHIDE GAS (H₂S)

This eLearning module explains the dangers of hydrogen sulphide gas in tanneries and the safety measures to deal with these dangers.

The objectives of this module are:

- to be able to identify H₂S
- to understand the formation & location of H₂S
- to be aware of the danger and health effects of H₂S
- to know the correct safety measures

INTRODUCTION TO LEATHER MANUFACTURE

This eLearning module provides an overview of the leather making process. The learning objects are as follows:

- To recognise terms used in the leather industry
- To identify the most commonly used raw materials and end use
- To identify various stages and the role of each of the stages including checks and inspection
- To appreciate the role and structure of quality specifications including restricted substances

Resumen de análisis de costo beneficio

Nombre de la tecnología	Código	Costo de inversión, US\$/t	Costo de operación, US\$/t	Ahorro de costos, US\$/t
Procesamiento de pieles refrigeradas	CT-10	3226	2.66	20.32
Preservación baja en sal	CT-11	0	24.19	8.06
Desalación de la materia prima	CT-20	2903	3.23	9.68
Reutilización de sal	CT-21	3226	0.85	2.03
Medición del agua	CT-30	3226	0.65	6.32
Inmersión en corriente contraria	CT-40	4839	1.13	2.90
Limpieza en tambor y encalado de tambores	CT-41	6452	2.10	4.84
Reciclaje de efluente de caleado	CT-50	2016	0.00	1.52
Control del agua de descarnado	CT-51	484	1.61	0.97
Reciclaje del agua de descarnado	CT-52	2016	0.00	1.52
Reciclaje de agua de lavado de piel	CT-53	2016	0.00	2.19
Remoción de pelaje segura	CT-54	5242	2.58	4.65
Remoción de pelaje con enzimas	CT-55	0	4.84	6.45

Resumen de análisis de costo beneficio

Nombre de la tecnología	Código	Costo de inversión, US\$/t	Costo de operación, US\$/t	Ahorro de costos, US\$/t
Mejora del cromado convencional mediante la optimización de los parámetros del proceso	CT-60	4839	0.00	14.52
Recuperación y reutilización del cromo	CT-62	3871	2.90	9.68
Reutilización del sobrenadante de la unidad de recuperación de cromo en el "pickling"	CT-63	1613	0.00	2.90
Optimización de los parámetros del proceso (tiempo, pH, nivel del flotador, temperatura)	CT-70	16129	5.65	19.35
Tratamiento de efluentes (contaminantes orgánicos -sin tratamiento de sales)	ET-10	67742	18.06	Cumplimiento legal



Preguntas?





**¡Gracias por su
atención!**

E-mail:

v.munusamy@unido.org

23 de junio de 2017
Paraninfo de la Universidad Nacional de San Agustín
- Arequipa -