



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

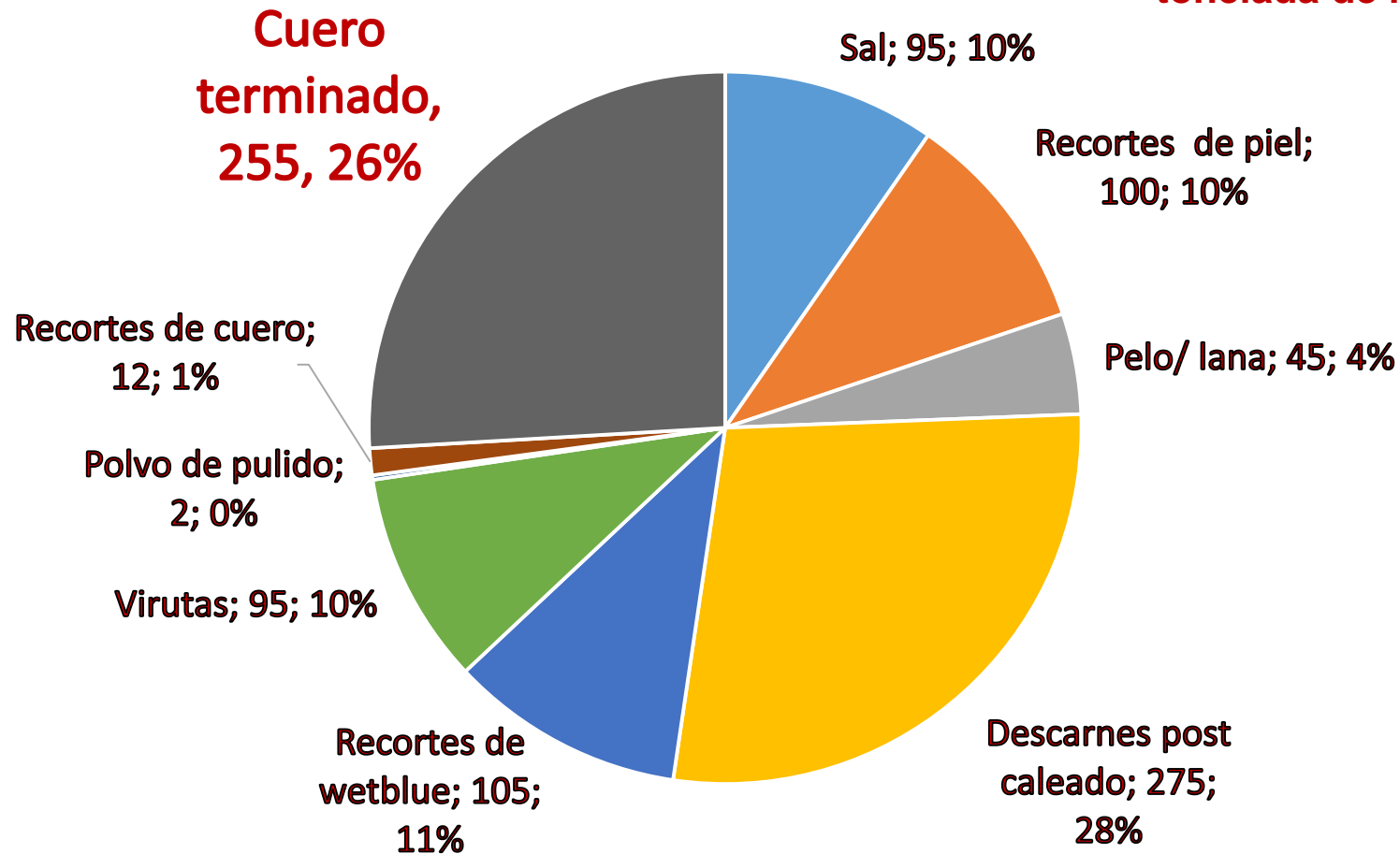
- La fabricación del cuero se hace sobre todo usando el agua como medio para la reacción de los productos químicos con el cuero
 - Eliminación de materiales de preservación de pieles.
 - Eliminación de proteínas no deseadas y materia inter-fibrina de pieles.
 - Descarga de productos químicos no utilizados / 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



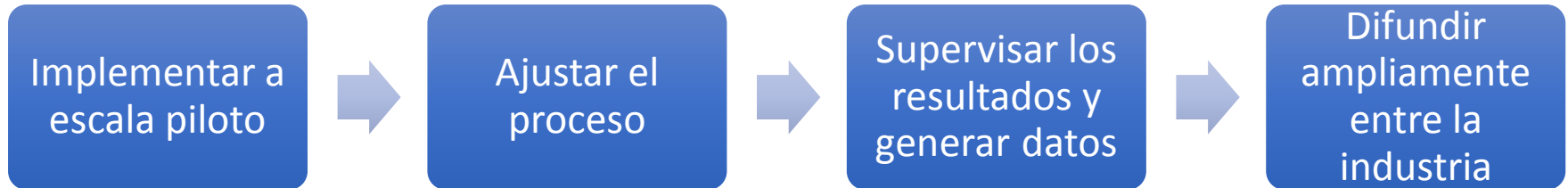
Kanpur, Uttar Pradesh, India

- 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



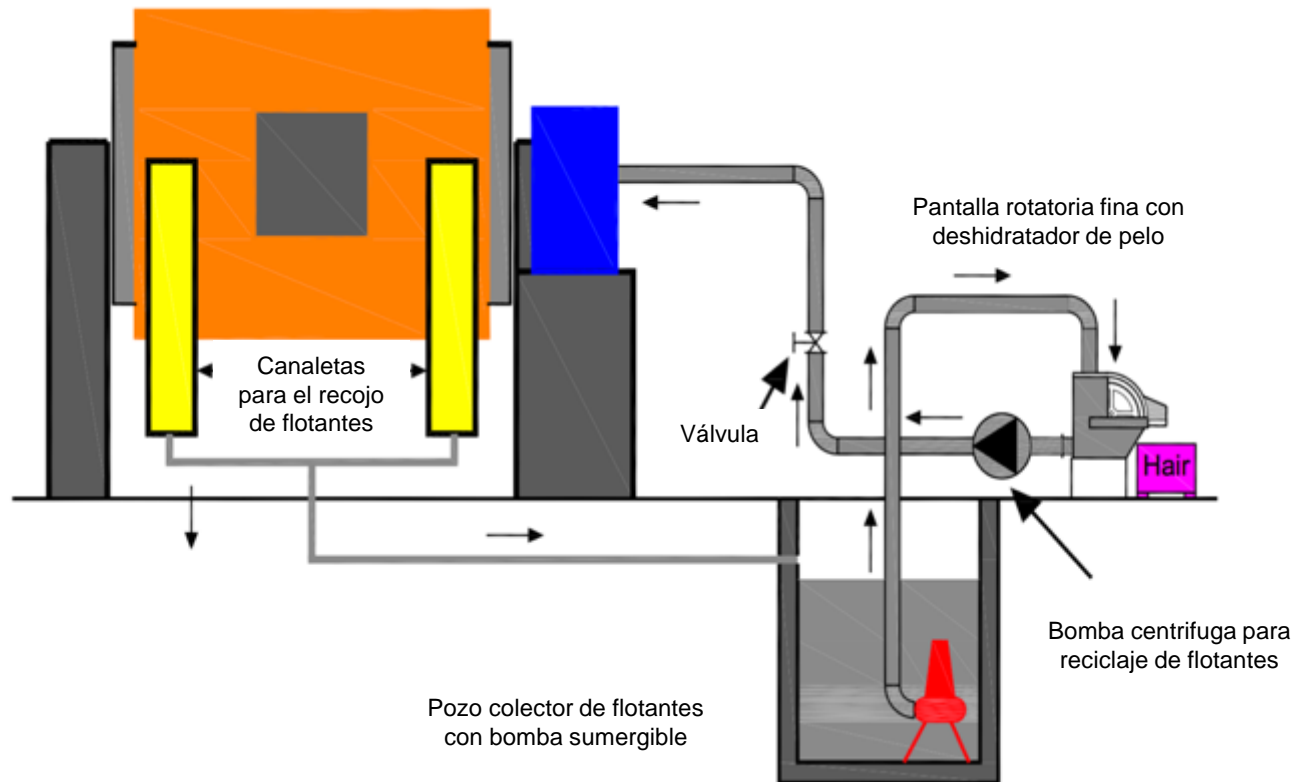
| PDU # | Tecnología limpia |
|-------|--------------------------------------|
| 1 | Recuperación de pelo en el pelambre |
| 2 | Mezclado y monitoreo del agua |
| 3 | Sistema de calefacción solar de agua |
| 4 | Sistema de calefacción solar de aire |
| 5 | Procesamiento de piel |
| 6 | Desalación |
| 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.

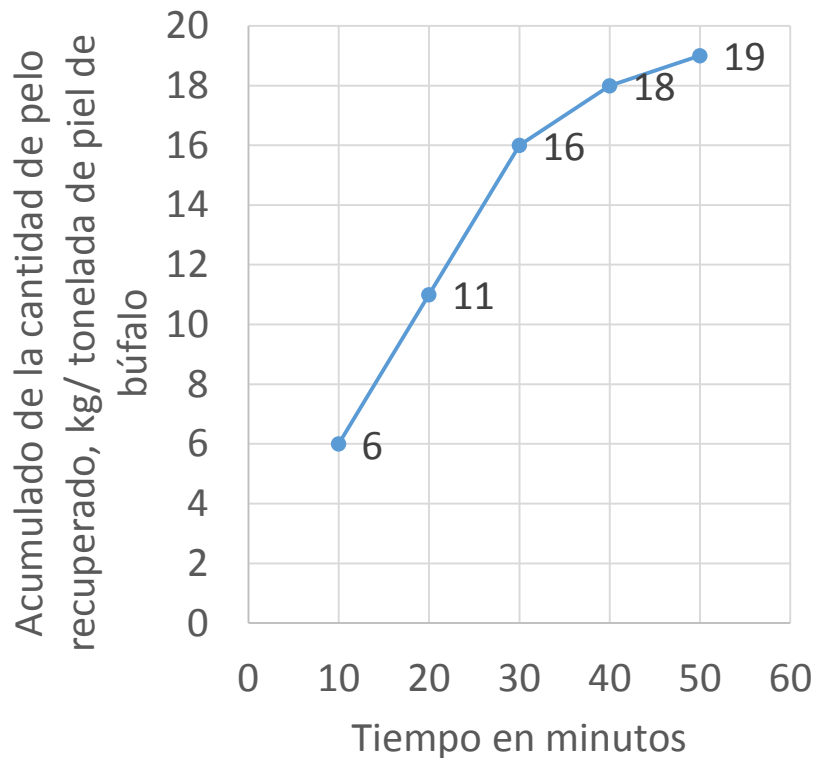


PDU1: Recuperación de pelo

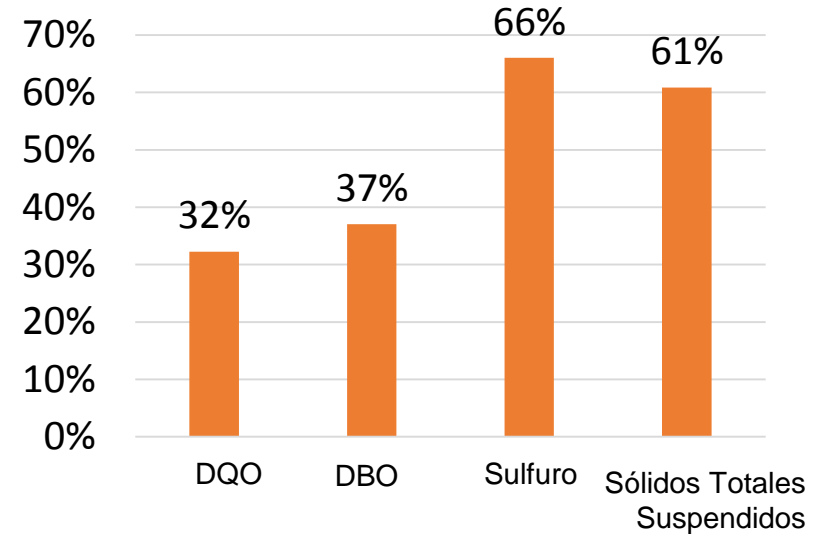


Rendimiento HSS

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

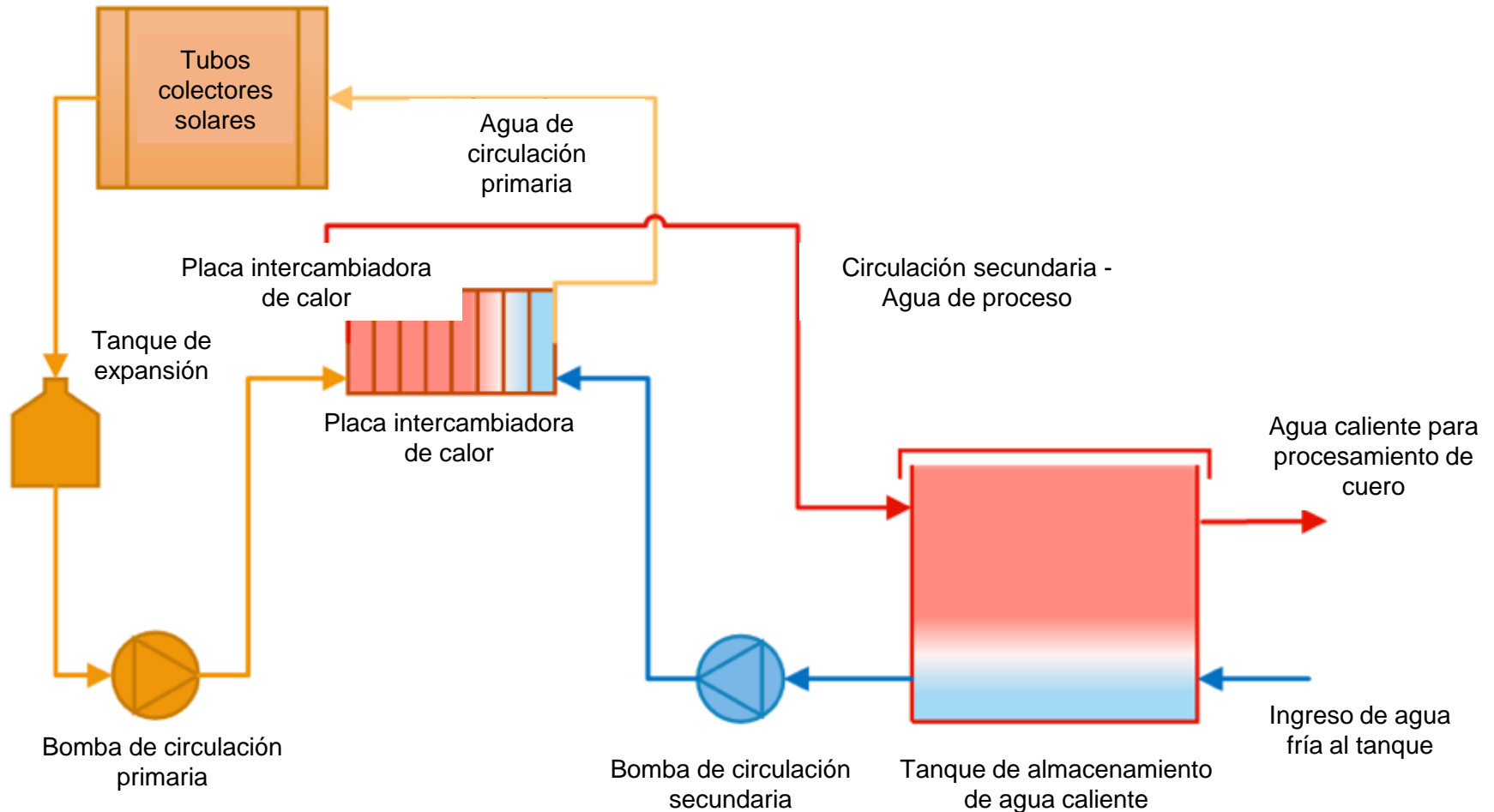
- La reducción del consumo de agua reduce el costo del tratamiento de efluentes y mejora la eficiencia del tratamiento.
- Implementación de medición de agua, en 3 curtiembres, logró la reducción de 15 a 22% del consumo de agua.
- Consistencia en la calidad del cuero y la calidad del lote.
- Reducción 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



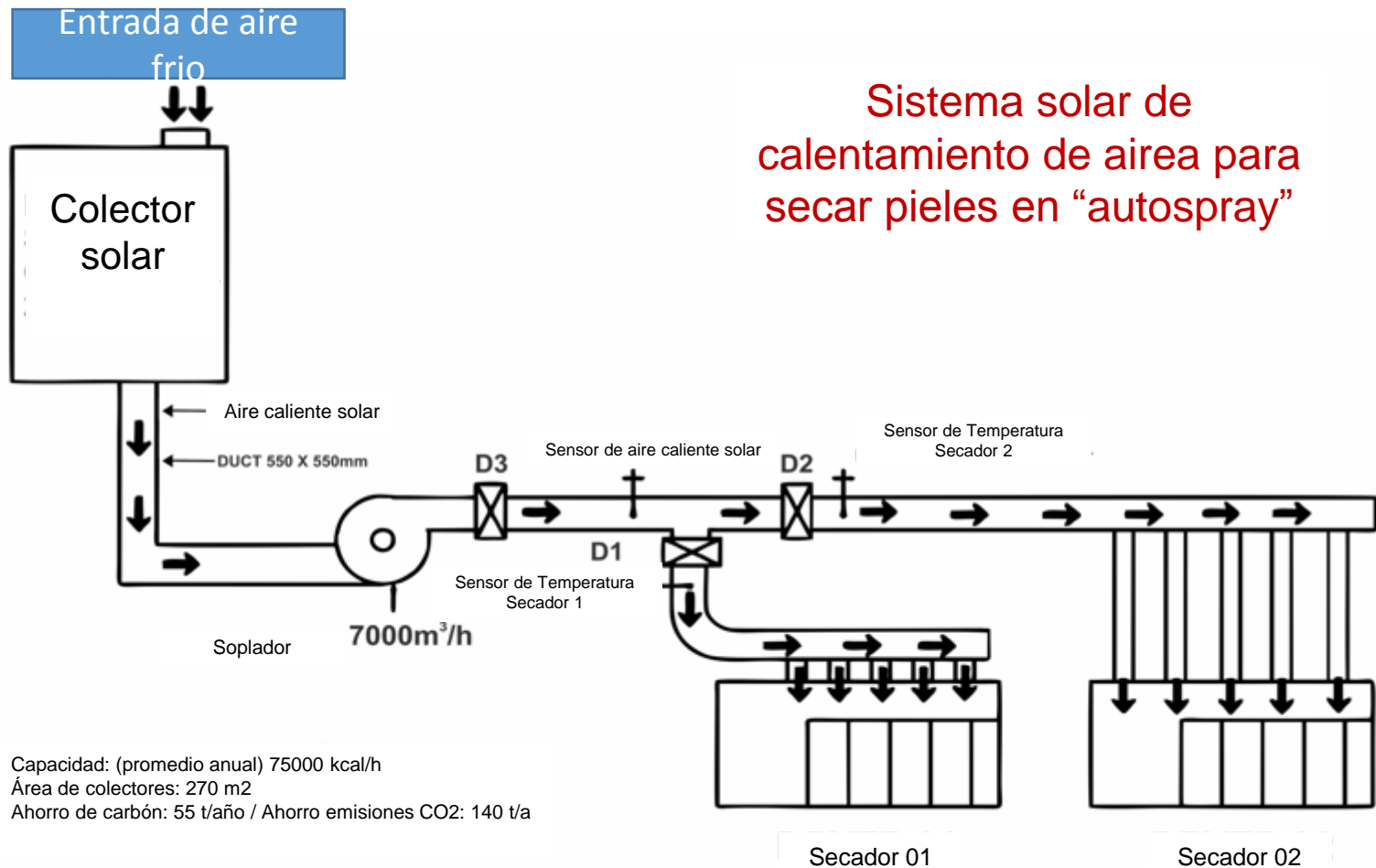
Sistema solar para calentar agua

| 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/m ² de cuero | | |
| Ahorro de energía debido al uso de sistema solar para calentar agua | 6.6 MJ/ m ² 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 Autosprayer (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 |

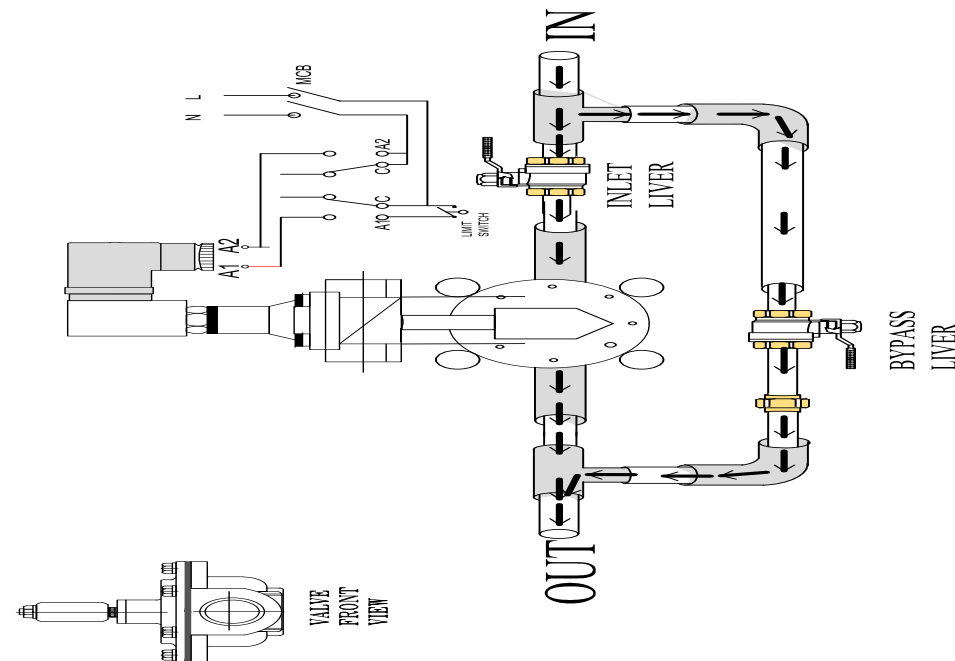
PDU7: Reciclaje del agua de caleado

- 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



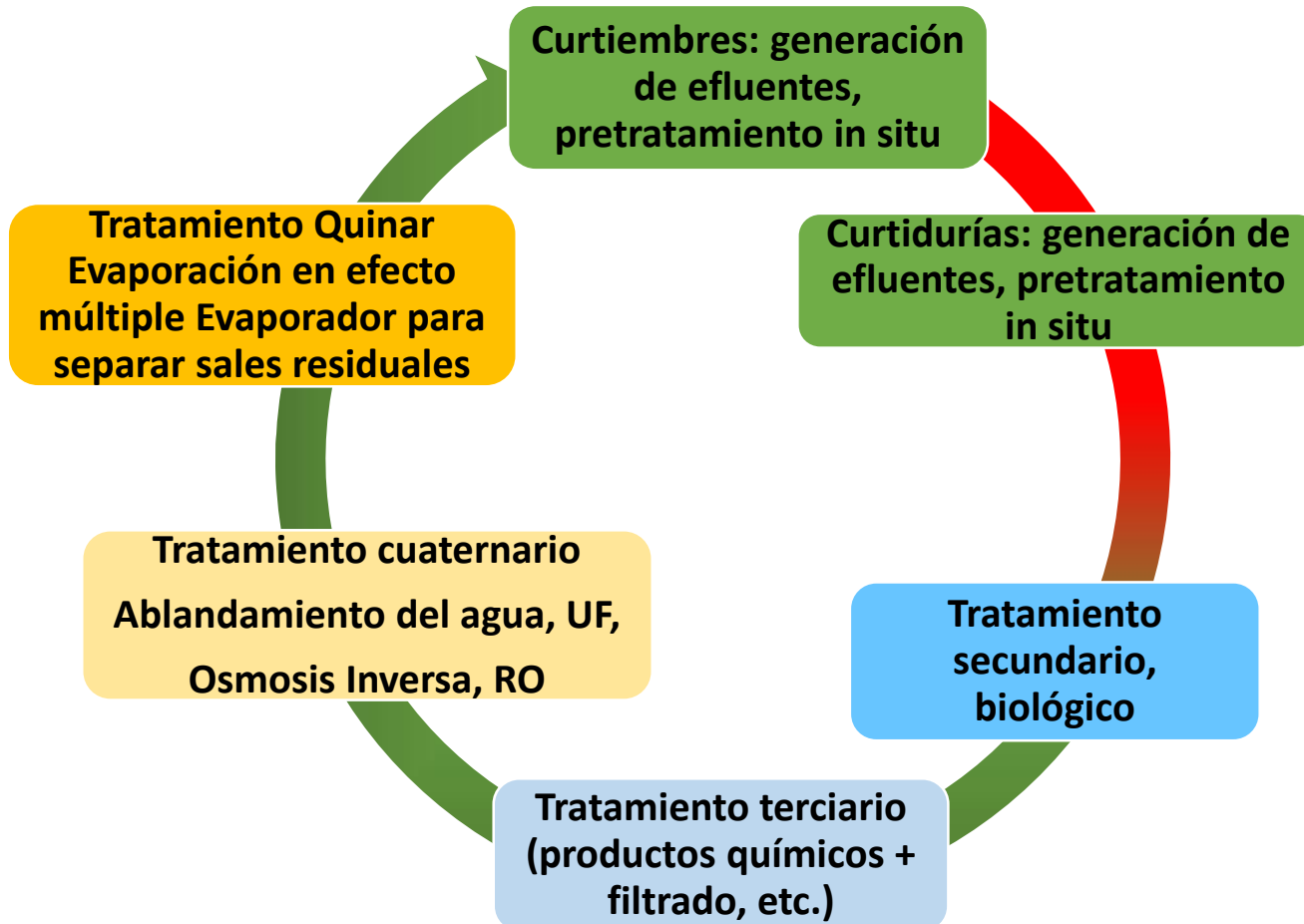
Sulfato



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**

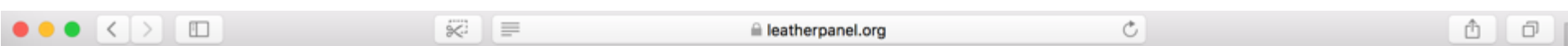
Compañías con
certificación LWG en
India: 72 (Abril 2017)
Tamil Nadu: 65
Otros: 7

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 -