

Rey, Florencia

# Un acercamiento a las problemáticas de las curtiembres en Florencio Varela: percepción de la población y un método de P+L

2020

*Instituto: Ciencias Sociales y Administración*

*Carrera: Licenciatura en Gestión Ambiental*



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.  
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 4.0  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

*Cita recomendada:*

Rey, F.C. (2020) Un acercamiento a las problemáticas de las curtiembres en Florencio Varela: percepción de la población y un método de P+L [tesis de grado Universidad Nacional Arturo Jauretche]

Disponible en RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital UNAJ <https://biblioteca.unaj.edu.ar/rid-unaj-repositorio-institucional-digital-unaj>



Instituto de Ciencias Sociales y Administración

**“UN ACERCAMIENTO A LA PROBLEMÁTICA  
DE LAS CURTIEMBRES EN FLORENCIO  
VARELA: PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN Y  
UN MÉTODO DE P+L”**

**Florencia Cristina Rey**

**Dra. Laura María Isabel López**

**Trabajo Integrador Final para título de grado**

**Licenciatura en Gestión Ambiental**

*Julio 2020*

*Florencio Varela, Buenos Aires, Argentina.*

## INDICE DE CONTENIDOS

1.0 Resumen	5
2.0 Presentación	6
3.0 Introducción	7
4.0 Objetivos	8
4.1 Objetivo General	8
4.2 Objetivos Específicos	9
5.0 Problemáticas	10
6.0 Marco conceptual	13
7.0 Marco normativo	14
8.0 Antecedentes	20
8.1 La Rotonda, un barrio en crisis ambiental	20
8.2 Implementación Nacional de método de P+L para curtiembre	23
8.3 Implementación internacional de métodos de P+L para curtiembre	26
9.0 Metodología	30
10.0 Desarrollo	36
10.1 Ubicación	36
10.2 Descripción del proceso de curtido	39
10.3 ¿Por qué evaluar la percepción de la población?	54
11.0 Presentación de datos y resultados	56
11.1 Método de P+L a través de recuperación de proteínas de un efluente de curtiembre	56
11.1.1 Caracterización físico-química de un efluente de pelambre de la industria curtidora	56
11.1.2 Eliminación de proteínas por precipitación ácida	57
11.1.3. Caracterización e identificación de las proteínas recuperadas	61
11.2 Resultados de la percepción ambiental y sanitaria de los vecinos del Barrio La Rotonda	63
11.2.1 Datos de las encuestas a los habitantes.	64
12.0 Conclusiones	73
13.0 Anexos	75

13.1 Anexo I	75
13.1.1 Glosario	75
13.2 Anexo II	79
13.2.1 Curvas de calibración	79
13.2.2 Modelo de encuesta	83
14.0 Bibliografía	86

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efluentes generados dentro de una curtiembre. ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 2. Foto del arroyo Las Conchitas	12
Figura 3. Una de las manifestaciones de los vecinos.	22
Figura 4. Fulones, pieles curtidas y efluentes.	24
Figura 5. Área Metropolitana de Buenos Aires.	36
Figura 6. Curtiembres vigentes en el Partido de Florencio Varela. ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 7. Barrio La Rotonda, Florencio Varela. ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 8. Esquema de las etapas de producción.	40
Figura 9. Esquema de remojo. ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 10. Secado del cuero.	52
Figura 11. Residuos producidos en cada etapa del proceso de curtición.	54
Figura 12. Medición de pH en el laboratorio del CITEC.	57
Figura 13. Precipitación	58
Figura 14. Precipitación de proteínas- Separación por centrifugación.	58
Figura 15. Efecto del pH en la eliminación/recuperación de proteínas	59
Figura 16. Disminución de DQO después de la recuperación de proteínas ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 17. Equipo Mini-Protean III (Bio-Rad).	61
Figura 18. Electroforesis de las proteínas recuperadas ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 19. Porcentaje del resultado de la provisión y procedencia del agua	65
Figura 20. Porcentaje del destino de efluentes domiciliarios.	65

Figura 21. Nivel de enseñanza educativa del barrio.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 22. Porcentaje de años que habitan vecinos y vecinas en el barrio.	66
Figura 23. Conocimiento de los y las habitantes sobre el arroyo Las Conchitas.	67
Figura 24. Percibimiento de olores extraños o nauseabundos.	68
Figura 25. Problemas de salud en familiares.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 26. Conocimiento sobre las industrias que generen consecuencias en La Rotonda	69
Figura 27. Porcentaje de vecinos y vecinas que accionan a mejorar la calidad de vida del barrio.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 28. Percibimiento de los y las habitantes sobre quienes tienen el deber de control y remediación del barrio.	71
Figura 29. Curva de calibración para proteínas	80
Figura 30. Curva de calibración DQO	83

### INDICE DE TABLAS

Tabla .1 Parámetros de la normativa utilizados como base de los análisis en el trabajo.	20
Tabla 2. Resultados de la recuperación de proteínas por electroforesis	63
Tabla 3. Mediciones de muestras para espectrofotómetro.	79
Tabla 4 Resultados de la medición (promedio de dos determinaciones)	79

## **AGRADECIMIENTOS**

Haber caído en la Universidad Pública, nada menos que en la Universidad Nacional Arturo Jauretche, en el distrito donde nací y crecí, parecía algo que solo podía imaginar. Por ello, no creo que sea un logro propio neto, sino hubiese sido en conjunto y quiero agradecer.

A Laura, por su excelente predisposición, tomarse su tiempo, y haber aceptado ser mi tutora a pesar de pertenecer a otro instituto, tener que amoldarse a las pautas del trabajo e ir aprendiendo juntas sobre ambas áreas, pero por sobre todo haberme dado tanto conocimiento en su materia, haberme otorgado espacio en su trabajo y ser tan paciente y dispuesta a que todo esto haya concluido.

A todos y todas mis compañeros y amigos de cursadas, donde hay una enorme calidad humana y ganas, sobre todo mucho esfuerzo, de seguir construyendo y renombrando a La Jauretche. También, varios de ellos me han otorgado información para volcar en este trabajo y dado consejos.

A los profesores y profesoras que siempre nos alientan con nuestros trabajos finales y están dispuestos a ayudarnos en este camino de formación. Gestión Ambiental tiene esa unión, fuerza y compañerismo que siempre sorprende, y de lo que estamos orgullosos.

Por último, a mi familia que tanto me alentó a llegar este gran objetivo y haber escuchado cada queja y desánimo, cuando parecía que no podría llegar.

Orgullosa de ser estudiante y egresada de la Universidad Pública.

## 1.0 Resumen

En el presente trabajo se visibilizaron problemáticas vecinales, ambientales y sanitarias generadas por un polo industrial de un barrio ubicado en Florencio Varela, perteneciente al AMBA<sup>1</sup>. En el marco de dicha problemática se propone un proceso de P+L<sup>2</sup> aplicable a un efluente de la industria curtidora, una de las industrias con mayor impacto ambiental negativo en la zona.

La situación barrial está en crisis ambiental debido a las consecuencias que generan las industrias, por ello un objetivo es implementar herramientas de gestión ambiental para mejorar la calidad de vida y ambiental del barrio La Rotonda. Para ello se evaluó en principio la percepción de la población, con el fin de observar los hechos y la realidad que tiene lugar en la comunidad. Los vecinos que han sido visitados para la evaluación, habitan el área de influencia de la curtiembre analizada –entre otras industrias-, y se los ha interrogado a través de encuestas para obtener datos concretos y certeros. El 80% de los encuestados manifestó percibir olores extraños y/o nauseabundos, problemáticas de salud y también manifestaron irregularidades provenientes del sector productivo industrial.

La industria del cuero es generadora de cantidades significativas de residuos industriales (sólidos, líquidos y gaseosos). Para evaluar una de las problemáticas consecuentes en este rubro, se trabajó específicamente en la caracterización de un efluente tipo del proceso productivo como es el obtenido en la etapa de pelambre. Para ello se emplearon ensayos físico-químicos que fueron llevados a cabo en el laboratorio del CITEC (Centro de Investigación de Tecnología del cuero). A partir de este efluente se investigó la implementación de nuevas prácticas para el aprovechamiento de material valioso y recuperable de estos desechos que podrían ser así reutilizados, disminuyendo notablemente la polución -que se generaría sin el uso de tal práctica- al cuerpo de agua y al entorno receptor de los contaminantes.

---

<sup>1</sup> Área Metropolitana de Buenos Aires

<sup>2</sup> Producción más limpia

Los resultados obtenidos indicaron que fue posible eliminar y recuperar más del 80% de las proteínas solubles del efluente original lo que generó una disminución considerable de la demanda química de oxígeno (DQO) del efluente, constituyendo una propuesta de P+L, que permite minimizar impactos negativos de los efluentes líquidos de la industria curtidora incorporando estrategias de la economía circular.

Este trabajo puede sentar las bases para otras investigaciones que le den continuidad y permitan otorgar más herramientas y soluciones tanto al sector productivo como a la población.

## **2.0 Presentación**

La temática del Trabajo Final Integrador surgió a raíz del otorgamiento de la Beca EVC – CIN<sup>3</sup> en el año 2018, que permitió mi incorporación al proyecto “Vulnerabilidad hídrica en el conurbano sur de Buenos Aires”. Dicha beca se desarrolló bajo la dirección de la Dra. Laura López, quien es Codirectora del Programa de Estudios en Ambiente y Territorio (UNAJ) y profesora del Instituto de Ciencias de la Salud, UNAJ, desempeñándose como investigadora independiente del CONICET<sup>4</sup> en el CITEC, dónde se han realizado actividades de laboratorio para desarrollar parte de este trabajo.

De esta manera, se decidió dar continuidad a la investigación y recopilación de datos que se había iniciado en el desarrollo de la beca. Por ello, dada la importancia que tiene la industria del cuero en la región, se implementó un esquema de información de datos a partir de lo que perciben los vecinos del barrio donde hay un polo importante de industrias y la presentación de un método de tecnología limpia para la producción de manera que sea beneficioso para el entorno.

---

<sup>3</sup>Estímulo a la Vocación Científica- Consejo Intersuniversitario Nacional

<sup>4</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas



### **3.0 Introducción**

El cuero es un producto emblemático de Argentina, sin embargo, el público en general no suele conocer las características de la actividad. Cuando el país se impulsó en la industria curtidora, fue el mayor exportador de cuero curtido en el mundo, aportando importantes divisas a la economía local. Hoy en día, ha bajado su posición de privilegio, pero sigue ocupando un lugar de importancia.

En el siglo XIX aparecieron las primeras curtiembres artesanales, siendo una de las primeras fábricas. En el siglo XX se desarrolla una importante industria curtidora principalmente orientada al mercado local y a la exportación de cueros crudos. En la década de 1970 se toman medidas para proteger la materia prima, y se amplía la industria para procesar prácticamente todos los cueros obtenidos de la faena. Sin embargo, el mercado del cuero ha ido disminuyendo desde entonces, una de las causas más importantes es que la faena de ganado ha ido declinando, por lo que se ha reducido la materia prima para la producción del cuero (las pieles son un subproducto de la actividad frigorífica). Actualmente se suma otro problema y es que muchas curtiembres han cerrado por problemas económicos.

Según la C.I.C.A.<sup>5</sup> el sector está integrado por más de 200 establecimientos fabriles. Que están capacitados para procesar anualmente más de 16 millones de cueros vacunos, concentrándose las operaciones en las provincias de Buenos Aires y Santa Fe, aunque existen establecimientos en San Luis, Mendoza, La Rioja, Salta, y en menor proporción entre otras provincias.

Alrededor del 60% de las curtiembres de nuestro país se ubica en la provincia de Buenos Aires. La Asociación de Curtidores de la Provincia de Buenos Aires (ACUBA) agrupa a firmas de la zona sur del primer anillo del gran Buenos Aires, en total tiene alrededor de 40 socios. Existe una gran cantidad de pequeñas curtiembres, estas PyMEs trabajan con una escala reducida de producción, bajo

---

<sup>5</sup>Cámara de la Industria Curtidora Argentina.

nivel de automatización y fuerte impacto ambiental. En tanto que la mayoría de las curtiembres de gran capacidad de producción cuentan con plantas propias de tratamiento de efluentes, y tienen certificaciones de calidad y ambientales desde fines de los '90 (Salvador, 2013).

La empresa curtidora está dominada por un grupo de grandes empresas que concentran la mayor parte de la producción y el 80% de las exportaciones de cuero semiterminados y terminados. El restante 20% del mercado local es abastecido por múltiples curtiembres medianas y chicas, que proveen al mercado interno en la industria del calzado, marroquinería y ropa de cuero.

El primer grupo, conformado por una pequeña cantidad de grandes curtiembres, se ha adaptado a las exigencias de calidad de sus productos para así competir en mercados externos. Las manufacturas del cuero son productos con alto valor agregado y el cuero argentino ha alcanzado los niveles de calidad requeridos internacionalmente. En muchos casos estas industrias aprovechan la legislación local más laxa que la vigente en muchos de los países a donde destinan sus productos, para evitar implementar estrictos controles de sustancias químicas peligrosas en los procesos productivos y sus vertidos.

## **4.0 Objetivos**

### **4.1 Objetivo General**

El enfoque de este trabajo está dirigido a detectar las problemáticas y los impactos socio-ambientales de las curtiembres, fundamentalmente relacionados con los efluentes generados y la percepción de la población que vive en la zona de influencia de la industria. Interpelando al círculo vecinal mediante entrevistas con preguntas específicas para adquirir su visión en tanto si observan, intuyen o perciben posibles consecuencias por la curtiembre y problemas notorios en su

entorno, para obtener resultados y datos de cómo impactan esos posibles efectos en su barrio y a los mismos encuestados.

Por otra parte, se intenta aportar en P+L a través de una alternativa para integrar nuevas prácticas que permitan el aprovechamiento de material valioso y recuperable de los desechos líquidos de la curtiembre para ser reutilizado, además de disminuir notablemente la polución al cuerpo de agua receptor y al entorno.

#### **4.2 Objetivos Específicos**

- Identificar y describir todas las etapas del proceso de curtido. Obtener información relacionada con las técnicas nacionales e internacionales de P+L
- Realizar un relevamiento de las normativas para el sector
- Obtener datos a partir de encuestas y entrevistas a los vecinos en el área de influencia de la industria para tener resultados de su percepción
- Caracterizar a través de parámetros físico-químicos a un efluente de la curtiembre
- Aportar a una tecnología más limpia a través del tratamiento y recuperación de materiales valiosos de los efluentes: Recuperación, cuantificación y caracterización de proteínas a partir de los efluentes de curtiembre
- Avalar que mediante una producción más limpia se logra reducir el impacto ambiental de la industria beneficiando a la empresa y al entorno.

## 5.0 Problemáticas

En la revisión de diversos estudios científicos, sociales, ambientales y portales de noticias, se ha encontrado que la industria del cuero es señalada como una de las principales industrias que generan impactos negativos al ambiente y a la salud humana y fauna acuática principalmente, ocasionando olores desagradables y nauseabundos, con el agravante de las constantes críticas que son emitidas por parte de organismos no gubernamentales y de la población.

Ambientalmente, el proceso industrial de curtición del cuero ocasiona graves problemáticas. Tradicionalmente en el proceso del curtido son necesarios alrededor de 500 kilos de productos químicos para el procesamiento de una tonelada de cuero crudo; se estima que un 85% no se incorporan en el cuero acabado y son eliminados con los efluentes. La producción también requiere la eliminación de la mayoría de los componentes de la piel cruda, de la cual se termina aprovechando únicamente el 20% del peso; el otro 80% se descarta como residuo. Como consecuencia directa, se generan importantes volúmenes de residuos sólidos, efluentes líquidos y gaseosos con una combinación extremadamente compleja de compuestos orgánicos e inorgánicos que hace que el sector sea altamente contaminante.

Las curtiembres que utilizan cromo como parte del proceso de curtido, forman parte de las industrias más problemáticas. El efluente del proceso de curtido es de naturaleza compleja y contiene, entre otras sustancias, cromo trivalente en concentraciones tan altas como 2-3g/L<sup>6</sup>. Habitualmente se realiza un tratamiento primario de dicho efluente (que posee un pH aproximadamente igual a 4), con alguna base (CaO o NaOH)<sup>7</sup> que logra alcalinizar y precipitar al metal y reducir la concentración del mismo en un orden de magnitud. Su toxicidad está en correspondencia con su número de oxidación; al cromo en forma trivalente no se le atribuye efectos tóxicos, mientras que es reconocida la toxicidad y actividad

---

<sup>6</sup> Gramos por litro

<sup>7</sup> Óxido de calcio e Hidróxido de sodio

cancerígena de la forma hexavalente (forma oxidada que puede derivar del cromo trivalente).

La polución de aguas constituye un problema ambiental importante, particularmente si los contaminantes involucrados son metales pesados ya que, a diferencia de los contaminantes orgánicos, tienen una persistencia casi indefinida en el ambiente (Garbisu & Alkorta, 2001). El cromo es un metal pesado con un riesgo potencial para la salud humana (Shanker & Venkateswarlu, 2011) y su concentración en aguas residuales debe permanecer por debajo de 2,0 ppm<sup>8</sup>.

Por otra parte, el sulfuro, que se utiliza para eliminar el pelo en el proceso denominado pelambre, cuando se transforma en ácido sulfhídrico es extremadamente nocivo para la salud. Bastan 20-50 ppm en el aire para causar un malestar agudo que conlleva a sofocación y a muerte por sobreexposición. (Greenpeace, 2012).



Otro impacto directamente identificable es la biodegradación de la materia orgánica descargada de los efluentes, fenómeno que consume el oxígeno disuelto del cuerpo

---

<sup>8</sup> Partes por millón

de agua receptor, este proceso se combina al alto contenido de sales y ácidos que contiene el efluente.

Una vez liberados al ambiente los tóxicos, generan un impacto negativo para la vida acuática, persisten en el ambiente y pueden acumularse en los tejidos y biomagnificarse (aumento de la concentración a través de la cadena alimentaria).

Además de la contaminación de agua y visual que se puede generar en el cuerpo de agua receptor debido gran parte al incumplimiento de los parámetros de vuelcos -en este caso el arroyo Las Conchitas- también genera molestias odoríferas por parte de los efluentes gaseosos provocados por la industria curtidora. Estos efluentes gaseosos también tienen como efecto particular repercutir las vías respiratorias en la mayoría de los vecinos.



**Figura 2 Foto del arroyo Las Conchitas, principal receptor de efluentes industriales en La Rotonda. Fuente: Brito, C. (compañero de carrera)**

El barrio, tiene muchas inquietudes, donde los vecinos y vecinas están en una lucha constante con el sector productivo y organizaciones de control, ya que las problemáticas de salud entre ellos son numerosas y la calidad de vida es baja por el alto nivel de polución en la zona.

## **6.0 Marco conceptual**

El concepto y aplicación de desarrollo sostenible es la base fundamental para el desarrollo de este trabajo. Definimos entonces al desarrollo sostenible como la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales. En este ámbito industrial, la aplicación de una tecnología de P+L, es una estrategia que integra la dimensión ambiental con un enfoque preventivo y de administración eficiente de recursos con el objetivo de reducir riesgos, mejorar el cumplimiento legal y aumentar la competitividad de las empresas

En este contexto debemos considerar que la industria del cuero a través del complejo proceso tecnológico del curtido genera una variedad de desechos que resultan contaminantes para el ambiente.

El estudio sobre un caso concreto en el conurbano sur de la Provincia de Buenos Aires de cómo se manifiesta, o cómo resuelven los actores –fundamentalmente, pero no exclusivamente- la articulación entre los problemas ambientales, de salud, los económicos y los institucionales, es primordial para avanzar en la construcción de conocimiento que sirva de base para minimizar la generación de los efectos no deseados.

Por otra parte, los cursos de agua superficial que escurren en la cercanía de los centros urbanos tienen como principal fuente de contaminación el vuelco directo de

efluentes industriales. Se considera el riesgo poblacional como la interacción de la amenaza dada por el grado de deterioro del recurso hídrico y la vulnerabilidad social a la contaminación acuática superficial y de los acuíferos de los que se abastece de agua potable la población.

Una producción más limpia resulta fundamental para la promoción del desarrollo sostenible. Incentivando la implementación de procesos que permitan beneficios en el ambiente a través del ahorro de energía, disminución en el uso de agua, optimización en la cantidad de materia prima empleada, mermo y mejora en la calidad de efluentes y la consiguiente mejora en la competitividad empresarial (Escobar R., 2011).

La aplicación de las herramientas de gestión ambiental permite evaluar el comportamiento de la comunidad, el sector productivo y la administración local, y las sinergias positivas y/o negativas que crean con el ambiente natural.

## **7.0 Marco normativo**

### **1. Artículo N° 41 de la Constitución Nacional Argentina**

Todos los habitantes tenemos derecho a vivir en un ambiente sano, además las autoridades se responsabilizan de proveer protección al mismo en todos sus aspectos. Si se genera daño ambiental, hay obligación de recomponerlo según la ley.

Está prohibido el ingreso de residuos peligrosos y radioactivos al país. Presupuestos mínimos los dicta la nación para la protección del ambiente, las provincias deben complementarlas.

### **2. Ley Nacional N°25.675 General de Ambiente**

Presupuestos mínimos de protección. La Nación debe asegurar la preservación, conservación, recuperación y mejoramiento de la calidad de los recursos ambientales, tanto naturales como culturales, según las actividades humanas.



Asegurar la buena calidad de vida de futuras generaciones con perspectiva de desarrollo sostenible en todos los aspectos, y también asegurar información pública de los aspectos ambientales. La implementación de las obligaciones y responsabilidades deben ser a nivel nacional y regional con mecanismos para la minimización de riesgos ambientales, prevención y mitigación de riesgos ambientales.

### 3. **Ley Nacional N° 25.688** Régimen de gestión ambiental de aguas.

En la presente ley la autoridad de aplicación deberá:

- a) Determinar los límites máximos de contaminación aceptables para las aguas de acuerdo a los distintos usos;
- b) Definir las directrices para la recarga y protección de los acuíferos;
- c) Fijar los parámetros y estándares ambientales de calidad de las aguas;
- d) Elaborar y actualizar el Plan Nacional para la preservación, aprovechamiento y uso racional de las aguas, que deberá, como sus actualizaciones ser aprobado por ley del Congreso de la Nación.

### 4. **Ley Nacional N° 24.051** Residuos peligrosos.

Es considerado residuo peligroso todo residuo que pueda causar daño a seres vivos, contaminar el suelo, agua, atmósfera o ambiente en general. En este trabajo se seleccionan las siguientes clasificaciones. Y18. Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales. H16.1. Tóxicos (venenosos) agudos: Sustancias o desechos que pueden causar la muerte o lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel. H11 Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos): Sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogenia. H 12 Ecotóxicos: Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o

retardados en el medio ambiente debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.

Se consideran los generadores de dichas sustancias como toda persona física o jurídica que, produzca residuos calificados como peligrosos. Deben adoptar medidas para reducir la cantidad de desechos que producen; separar y no mezclar los residuos peligrosos entre sí; envasarlos, identificarlos, numerarlos y fecharlos; y entregarlos a transportistas autorizados cuando no los pudieran tratar ellos mismos.

En cuanto a los transportistas de residuos peligrosos deben inscribirse, declarar tipos de residuos que transportarán, vehículos y contenedores a ser utilizados, certificar conocimientos en caso de emergencia y tener una póliza de seguros con una suma suficiente que cubra los posibles daños que pueda ocasionar.

En esta ley describe a las plantas de tratamiento como aquellas en las que se modifican las características físicas, la composición química o la actividad biológica de cualquier residuo peligroso, de modo tal que se eliminen sus propiedades nocivas, o se recupere energía y/o recursos materiales, o se obtenga un residuo menos peligroso, o se lo haga susceptible de recuperación, o más seguro para su transporte o disposición final. Para la disposición final debe ser especialmente acondicionados para el depósito permanente de residuos peligrosos en condiciones exigibles de seguridad ambiental.

#### 5. **Ley Provincial N° 11.723** Ley Integral del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

Tiene por objeto la protección, conservación, mejoramiento y restauración de los recursos naturales y del ambiente, en la Provincia de Buenos Aires. La misma, obliga a que el Poder Ejecutivo Provincial y los Municipios, garanticen los derechos ambientales y los principios de política ambiental; al mismo tiempo que cada emprendimiento industrial cuente con una evaluación de impacto ambiental. También declara que aquellas instituciones o actividades que produzcan algún

efecto nocivo al ambiente en la provincia deben poseer una Declaración de Impacto Ambiental.

Las autoridades provinciales deben inspeccionar, diseñar procedimientos para la evaluación ambiental y determinar parámetros para que la actividad genere el menor impacto posible al ambiente.

Las normas técnicas ambientales determinarán los parámetros y niveles guías de calidad ambiental de los cuerpos receptores que permitan garantizar las condiciones necesarias para asegurar la calidad de vida de la población, la perdurabilidad de los recursos naturales y la protección de todas las manifestaciones de vida

Implementa políticas para la protección y mejoramiento del recurso agua, en las que propone un tratamiento integral de los sistemas hidráulicos y del ciclo hidrológico; economía del recurso; coordinación entre organismos de aplicación involucrados en el manejo del recurso, además de participación de los usuarios; catastro de los cuerpos de agua de la provincia; establecer y evaluar patrones de calidad de aguas y/o niveles guías de los cuerpos receptores (ríos, arroyos, lagunas, etc); definir criterios de calidad del aire en función del cuerpo receptor; determinar los niveles permisibles de emisión por contaminantes y por fuentes de contaminación. Controlar las emisiones industriales que puedan ser nocivas para los seres vivos y el ambiente teniendo en cuenta los parámetros de la norma; coordinar y convenir con los municipios.

#### 6. **Ley Provincial N° 5965** Protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera.

Las descargas directas o indirectas a cursos o fuentes de agua donde la temperatura no debe pasar de los 45 grados, el pH debe estar entre 6, 5 y 10, pudiendo llegara hasta 11 se neutraliza con cal. Los sólidos sedimentales tienen que estar reducidos y las descargas no deben tener sustancias flotantes que puedan modificar al cuerpo receptor (si el cuerpo receptor admitiera sustancias de este

tipo, el máximo total admisible será de 150 mg. por litro). El efluente debe ser incoloro e inoloro. Las industrias deben tener un tratamiento previo para que todas estas características se cumplan.

No se permitirá expeler a la atmósfera efluentes gaseosos como gases nocivos o irritantes u otros tipos de residuos aeriformes, que causen o puedan causar perjuicio, detrimento o hacer peligrar el bienestar, la salud o seguridad de las personas, bienes o cosas.

#### 7. **Ley Provincial N° 11.720.** Residuos Especiales.

El principal objetivo, es la disminución de la cantidad de residuos especiales generados, en todos los procesos, a la par de la promoción del uso de tecnología adecuada para su tratamiento. Específicamente para este trabajo se encuentran dentro de la presente ley, en los anexos la sustancia Y número 21 el compuesto de cromo hexavalente, y el H10 la liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua: Sustancia o desechos que, por reacción con el aire o el agua, pueden emitir gases tóxicos en cantidades peligrosas.

#### 8. **Ley Provincial N° 14343.** Regula la identificación de los Pasivos Ambientales.

Si la industria produce pasivo ambiental, en el establecimiento o en terrenos adyacentes, debe hacerse responsable de su remediación. Esto es conjunto de los daños ambientales, en términos de contaminación del agua, del suelo, del aire, del deterioro de los recursos naturales y de los ecosistemas, que se generan durante su funcionamiento que constituyan un riesgo permanente y/o potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad, en caso de ser abandonado por el responsable. Regula la identificación de los pasivos ambientales, y obliga a recomponer sitios contaminados o áreas con riesgo para la salud de la

población, con el propósito de mitigar y recomponer los impactos negativos en el ambiente.

**9. Ley provincial N° 14370.** Registro de Establecimientos Industriales.

Estos establecimientos deben empadronarse inscribiéndose en el Registro Ambiental de Establecimientos Industriales de la provincia de Buenos Aires, que contendrá la totalidad de las declaraciones juradas relativas al empadronamiento, documentación e información asociada.

**10. Decreto 531/19.** Radicación y categorización de Industrias.

Este decreto designa como autoridad de aplicación a OPDS para dictar las normas interpretativas, complementarias y aclaratorias según corresponda. La normativa establece la clasificación de establecimientos industriales que se determina según el Nivel de Complejidad Ambiental (NCA).

**11. Decreto N° 831/93.** Reglamentario de la Ley N° 24.051.

Las actividades de generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos, desarrolladas por personas físicas y/o jurídicas, quedan sujetas a las disposiciones de la Ley N° 24.051 y del presente Reglamento. El decreto se dirige a los residuos que se generen dentro de la jurisdicción nacional, cuando se trate de residuos que deban ser transportados dentro o fuera de un territorio o provincia en cualquier medio; que puedan afectar al ambiente o personas directa o indirectamente más allá de la jurisdicción local en la que se generó. Además, cuando la autoridad de aplicación disponga medidas de higiene y/o seguridad cuya repercusión económica aconseje uniformarlas en todo el territorio nacional a fin de garantizar su efectivo cumplimiento por parte de los administrados.

**12. Decreto N°1074/18.** Reglamentario de la ley N° 5965. Generación de emisiones gaseosas.

La industria debe tener la Licencia de Emisiones Gaseosas a la Atmósfera (LEGA), conforme las pautas establecidas en la normativa vigente ante la Autoridad de Aplicación, que permita evaluar y controlar el impacto sobre la calidad del aire y el ambiente. Está obligada a cumplir las normas de calidad de aire y valores establecidos en el presente Decreto y resoluciones complementarias. Para aplicar a la industria curtidora, como principal emisión gaseosa, se considera que el ácido sulfhídrico tiene que cumplir con 2ug/m<sup>3</sup> 8 horas

**13. Reglamento N° 336/03.** de la Autoridad del Agua (ADA)

En el presente reglamento enumera los parámetros admisibles para vuelcos de efluentes, para este documento se basaron algunas de los mismos para tener como guía de base para los análisis.

**Tabla 1 Parámetros de la normativa utilizados como base de los análisis en el trabajo.**

<u>Parámetro</u>	<u>Unidad</u>	<u>Código técnico analítica</u>	<u>Cuerpo de agua superficial</u>	<u>Absorción por el suelo</u>
Temperatura	°C	2550 B	≤45	≤45
pH	upH	4500 H+ B	6,5-10	6,5-10
D.Q.O	mg/l	5220 D	≤250	≤500
Cromo total	mg/l	3111 B y C	≤2,0	≤2,0
Cromo hexavalente	mg/l	3500 Cr D	≤2,0	ausente

## **8.0 Antecedentes**

### **8.1 La Rotonda, un barrio en crisis ambiental**

Esta zona del distrito de Florencio Varela es destacada por sus numerosas problemáticas, causas judiciales y hasta mediáticas. En el año 1997 fue cuando se declaró en Emergencia Sanitaria y llegó en abril del 2006 mediante la Resolución N° 1127/06 de la Secretaría de Política Ambiental Bonaerense, hoy OPDS, la Crisis Ambiental extendiéndose a toda la cuenca del Arroyo Las Conchitas (que a 500 metros cruza el barrio) que presenta una contaminación biológica debido al vuelco de efluentes cloacales e industriales. Los vecinos han tratado constantemente de gestionar reclamos y justificar las consecuencias de los impactos ambientales que generan las problemáticas de salud que se habían presentado en menores de edad y personas en la zona de riesgo.

Desde sus comienzos (hace unos 50 años aproximadamente), la zona era residencial, pero a medida que se fueron instalando las grandes industrias, fue zonificada como industrial, donde nacieron las problemáticas que afectaban, y siguen afectando actualmente, a los vecinos. Desde ese entonces, donde el área fabril llegó para quedarse, la comunidad ha declarado que el agua de la red no se puede consumir, y si se ha consumido han surgido numerosos casos de gastroenteritis –dentro de los efectos más “leves”-. Además, han testimoniado que se diagnosticaron distintos tipos de cáncer, pérdidas de embarazo, retrasos madurativos, entre otros problemas sanitarios, resultan ser situaciones regulares entre la población que habita allí.

En el 2001 los vecinos hicieron un gran reclamo luego de varios intentos e insistencias, y a pesar de tener conflictos con autoridades, lograron el cierre de una de las industrias que recicla baterías, pero al poco tiempo volvieron a habilitarla para su reapertura duplicando su producción.

En el 2006, la Organización Para el Desarrollo Sustentable (OPDS), crea el comité de 'crisis ambiental' para así empezar con las remediaciones de aire, agua y suelo. A partir de entonces, diversos organismos han realizado estudios de laboratorio para analizar los parámetros, esto permitió detectar contaminantes provenientes de la zona industrial que afectaban gravemente a los vecinos y al arroyo Las Conchitas. Pero, a fin de ese mismo año, se cierra el comité de crisis ambiental.

Los estudios físicos y químicos en el barrio siguieron realizándose, pero la situación ambiental sigue en las mismas condiciones, aunque afirman algunos vecinos que también declaran que la calidad de vida es cada vez peor. Año tras año los análisis demuestran valores más altos en los parámetros permitidos de los contaminantes en el ambiente del barrio, consecuente a esta crisis ambiental, los estudios clínicos no son nada alentadores en los jóvenes y niños y niñas, reflejando el enorme impacto negativo en la salud.

A pesar de todo, un grupo de vecinos y vecinas sigue con casos judiciales y demandas jurídicas a las industrias, quienes no reconocen los enormes impactos negativos que causan<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Entrevista a una vecina, realizada en la Escuela Secundaria N° 42.



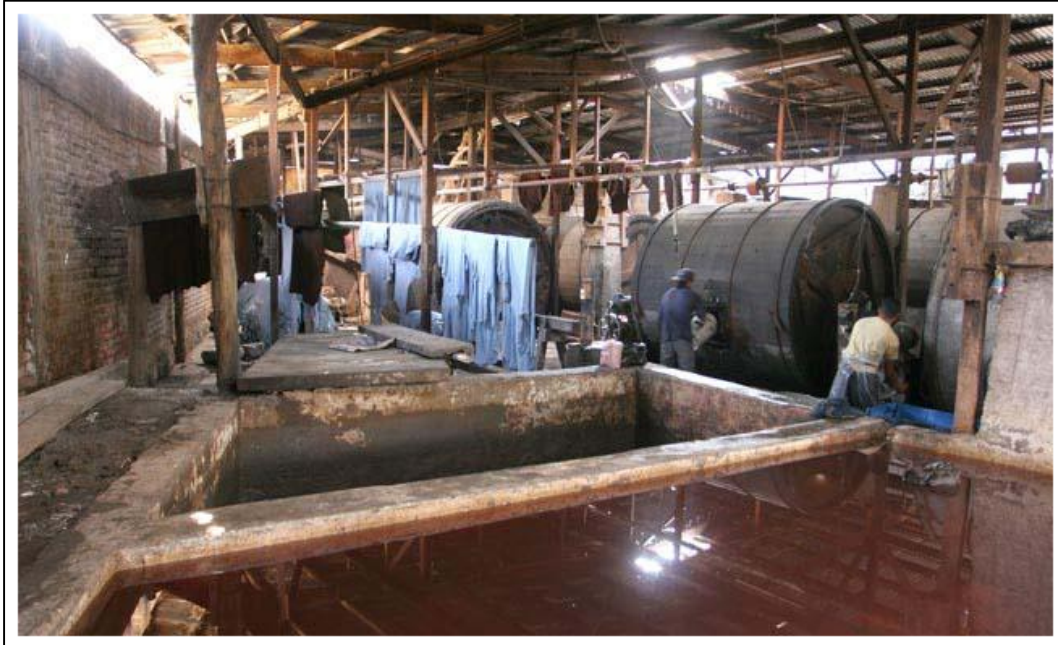


Figura 3 Una de las manifestaciones de los vecinos. (Fuente: [infosurdiario.com.ar](http://infosurdiario.com.ar))

## 8.2 Implementación Nacional de método de P+L para curtiembre

En Argentina, hay una política de Estado de Producción más limpia (P+L) para alcanzar un desarrollo sostenible, que promueve una mejora en innovación ambiental y económica para la unidad productiva. P+L busca llevar a cabo los aspectos del uso eficiente del agua, de la energía y la materia prima, la utilización de procesos químicos óptimos, la recirculación y reutilización de desechos y la sustitución de sustancias peligrosas.

La mejora en el uso del agua a través de su optimización trae aparejada la reducción en el consumo de productos químicos usados en el proceso. Uno de las mayores pérdidas de agua son los lavados con agua corriente a boca abierta (casi el 50% de la producción), entonces se puede realizar el proceso con lavado batch (boca cerrada). O también, el ahorro del agua mediante técnicas con flotes cortos debiendo adaptar el equipamiento existente para poder utilizar dicha técnica. La incorporación de nueva maquinaria con fulones de última generación para trabajar con flotes cortos y combinarlos con lavado por batch, permite alcanzar el 70% de ahorro de agua comparado con el proceso convencional. También se puede reutilizar el agua de desagüe para usos secundarios como lavados de pisos, algunas maquinarias, etcétera.



**Figura 4 Fulones, pieles curtidas y efluentes. Fuente:**  
<http://bombascompresoresencurtiembres.blogspot.com>

Los efluentes de curtiembre son habitualmente sometidos a un tratamiento mecánico seguido por un tratamiento físico químico, que involucra la oxidación del sulfuro y la precipitación del cromo. La coagulación y la floculación remueven un porcentaje sustancial de la demanda química de oxígeno (DQO) y los sólidos suspendidos que no fueron retenidos en el tamizado. Luego de estos procesos, el efluente de las curtiembres es fácilmente biodegradable en plantas de tratamiento biológico aeróbico. Por último, el lodo resultante se puede deshidratar mediante diferentes equipos: filtro de prensa, filtro de bandas o centrifugas.

Los residuos y lodos orgánicos producidos en el tratamiento de aguas residuales pueden ser procesados para compostaje y luego utilizados en agricultura. También pueden ser digeridos anaeróbicamente para generar biogas y luego enviar los lodos procesados y deshidratados a relleno o tratamiento térmico. Por supuesto que depende de la composición de los lodos, si tienen contenido de cromo o no, y se determina para cada caso según regulación nacional. Otros residuos pueden

requerir tratamientos fuera de la curtiembre, como la eliminación de sal, solventes orgánicos y otros agentes químicos utilizados en el proceso, auxiliares, limpiadores, barros de terminación, sólidos de reducción, purificación, de aire (carbón activado) y material de empaque. En cuanto a las emisiones atmosféricas esta industria genera pequeñas cantidades, pero están fuertemente asociadas con olores y problemas de salud: solventes orgánicos, sulfuro de hidrógeno y amoníaco representan el mayor problema. Los residuos de solventes orgánicos son generados en las operaciones de terminación, para disminuirlos se deben tratar en unidades depuradoras especialmente diseñadas. Además, para reducir la generación de olores, se debe optimizar el proceso de lavado con la adecuada remoción de sulfuros antes del desencalado.

En la etapa de pelambre o depilado, se emplea habitualmente sulfuro de sodio y por eso debe llevarse a cabo el tratamiento de los efluentes con sulfuros residuales. El pH de este efluente se mantiene alto, hasta que el sulfuro es oxidado, ya que un pH menor a 9.0 permite la generación de sulfuro de hidrógeno que es altamente tóxico. El depilado convencional (con  $\text{Na}_2\text{S}/\text{CaO}$ ) es uno de los pasos más contaminantes de las curtiembres. El depilado enzimático es sugerido como una alternativa eco-compatible al depilado convencional por mostrar significativa reducción en los residuos tóxicos generados. Así, las proteasas constituyen una herramienta biotecnológica adecuada para una P+L por parte de las curtiembres. Estudios sobre la implementación de un proceso de depilado enzimático fueron desarrollados en el CITEC (López et. al, 2017; Errasti et al., 2018).

Por último, las emisiones de amoníaco resultantes del desencalado y el teñido, también generan olores, por lo que se pueden utilizar ventiladores de extracción y mejores controles en los procesos.

### 8.3 Implementación internacional de métodos de P+L para curtiembre

Revisando diversos documentos, trabajos de investigación y tesis internacionales, se ha observado un gran abanico de técnicas de producción limpia generando un bajo impacto ambiental, económico y limpio para los trabajadores en la industria en estudio.

Téngase en cuenta que para comienzos del siglo XXI en muchos países – Bangladesh, Colombia, Ecuador, México- predominaban las curtiembres que funcionan como empresas familiares de subsistencia y en escenarios más afortunados, las catalogadas como pequeñas y medianas empresas. Resulta que para una pequeña curtiembre el tener que moverse hacia prácticas limpias de producción, mayor eficiencia energética y menor huella de carbono, manteniendo la rentabilidad económica, puede constituir un reto que rebasa su capacidad individual. Por ello estas industrias, para alcanzar la sostenibilidad, deben considerar las dimensiones: individual <de cada curtiembre>, sectorial <encadenamiento del sector>, y la social <contexto institucional y político en el que se desenvuelve la empresa>. (Guerrero Useda, 2014)

En **Colombia**, un gran ejemplo del municipio de Villapinzón, para lograr la sustentabilidad ambiental de pequeñas empresas curtidoras tomaron como análisis diversos factores críticos de sostenibilidad y competitividad de manera jerárquica: procesos productivos, investigación y desarrollo, biodiversidad y ambiente, encadenamiento productivo, infraestructura logística y gobernabilidad y desarrollo institucional. Los laboratorios de cuero y las áreas de I+D (Investigación y desarrollo) de grandes curtiembres se orientan a mejorar el desempeño ambiental del curtido con cromo, mediante la optimización de las fases del proceso. En los últimos años se ha evaluado el desempeño de procesos de curtido con cromo que implementan estrategias orientadas a lograr procesos más limpios de producción en fases específicas. Algunas de las técnicas validadas exitosamente son de baja complejidad y costo:

- Invertir la secuencia del proceso convencional para una producción de cuero más limpia. Aquí el proceso tradicional pasa de 13 a 11 operaciones, simplificando el piquelado y el neutralizado y reduciendo la demanda de ácido sulfhídrico.
- Hacer recircular las aguas residuales del pelambre.
- Recuperar el cromo de las aguas residuales del curtido y reutilizarlo

La curtición orgánica que posibilita la recuperación y perfección de técnicas artesanales del proceso hace uso de extractos vegetales con los que se desarrollan agentes curtientes <taninos>. Al respecto el mayor número de estudios se relaciona con el castaño ácido, el castaño dulcificado, la mimosa, la tara y el quebracho como fuentes de ácido gálico.

Si algunas de las unidades de transformación de las pieles de origen animal de Villapinzón optaran por aplicar agentes curtientes de origen vegetal, sería necesario adelantar estudios que valoren técnica y operacionalmente el desempeño de agentes curtientes derivados de la corteza del encenillo –*Weinmannia tomentosa*-, especie nativa de los territorios andinos que crece a una altura de entre 2400 y 3700 metros sobre el nivel del mar y que en el pasado era utilizada de manera artesanal. En todo caso, antes de optar por una nueva alternativa tecnológica para la curtición, se recomendó a los curtidores la aplicación de estrategias metodológicas para apoyar la toma de decisiones, el acceso a información técnica sobre el desempeño y riesgo de las diferentes alternativas y la consideración de un amplio número de variables. En efecto, desarrollar y apropiar procesos productivos para obtener cueros diferenciados comporta el despliegue de acciones de vigilancia tecnológica, de investigación y de desarrollo, que aporten información para la toma de decisiones operacionales y para aprovechar posibles ventajas comparativas.

En **Bangladesh**, donde las curtiembres representan una gran base para su economía y con una buena reputación mundial, han analizado las grandes consecuencias en la gravedad de la salud poblacional y de los cuerpos de agua afectados por los desechos de la industria, se propusieron revertir estas situaciones. Este país tiene como objetivos la provisión de empleo y otorgar nuevas

oportunidades para las pequeñas y medianas industrias para trabajar económicamente y sustentablemente usando nuevas tecnologías y prácticas.

Una de las prácticas es la aplicación de una planta de tratamiento de efluentes que sea ambientalmente más aceptable, este proceso tiene múltiples etapas para purificar el efluente antes de su descarga. Su propósito es reducir o remover la materia orgánica, sólidos, nutrientes, y otros contaminantes. Los efluentes crudos emanados del proceso de wet blue, pasan de una cámara a un tanque ecualizador. Los sólidos suspendidos son separados de las aguas residuales. El tanque ecualizador tiene tres ejectores para homogeneizar el residuo y prevenir el decantamiento de los sólidos. El efluente del tanque ecualizador pasa a un tanque mezclador. La cal, el aluminio y los polímeros son agregados de acuerdo a los requerimientos para la sedimentación del lodo. El efluente del mezclador entonces es transferido al floculador clarificador (primario) para el asentamiento de los sólidos. Las sustancias inorgánicas (cromo) son precipitadas aquí.

Los sólidos colocados son transferidos hacia el lodo espesante. Los sobrenadantes del clarificador floculante pasan hacia el tanque aireador para un tratamiento biológico. El objetivo del tratamiento biológico es convertir materia orgánica soluble y sólidos coloidales no solubles en sólidos inertes y otros productos finales simples. Después del tratamiento biológico el sobrenadante es transferido a un segundo clarificante. La masa biológica es separada y colocada en una parte baja del clarificante.

El agua tratada es bombeada a través de un filtro de arena a presión para remover los sólidos finos que deben haber sido arrastrados por el agua. El agua ligeramente coloreada pasa por un filtro de carbón y luego es descargada en un cuerpo de agua. Los lodos del secado van a un vertedero fuera del área de fábrica y la temporada de lluvia, una centrifuga forma la "torta" de lodo.

En **Portugal**, el trabajo de investigación de Cristina S.C. Calheiros que llevó 10 años de estudios sobre la construcción de humedales para el tratamiento de aguas



residuales de curtiembres. Para este sistema de tratamiento no hay legislación para el diseño operacional de los humedales en el país.

Tomando en consideración la complejidad del tratamiento de aguas residuales necesario, la construcción de humedales con flujo superficial debe ser considerada. Cuando se trata de aguas residuales industriales como las del proceso del cuero, donde el proceso de producción varía según lo que requiere el cliente, donde este flujo superficial no tiene contacto alguno con animales ni humanos. Todos los humedales preparados para el tratamiento de aguas residuales fueron preparados para un flujo superficial horizontal, siendo alimentado por la gravedad. Las áreas de los humedales variaban entre 1.2 m<sup>2</sup> y 7<sup>2</sup> m<sup>2</sup>, y las cargas hidráulicas variaban entre humedales de acuerdo al proceso específico. Relativamente a la configuración del humedal, una diversificación de unidades y sistemas con dos escenarios y tras la alineación se ha resuelto.

Luego de varios ensayos durante sus 10 años de estudio, Calheiros et. al (2012), observó una buena actuación del humedal plantado con *Sacocornia spp*, y *Arundo donax* sobre la eliminación de nutrientes y plantas adaptadas en contaminación de aguas residuales de curtidoras provenientes de residuos del tratamiento convencional, sin embargo *A. donax* fue considerada la más prometedora para ser usada, ya que sus raíces son para la zona más profunda, crecen rigurosamente y tienen gran capacidad de consumo de nutrientes de Fósforo y Nitrógeno.

En fin, las plantas como *P. australis* y *T. latifolia*, que han demostrado proliferar cuando se alimentan de los mismos residuos de la industria curtidora, y *A. donax*, han demostrado tener la gran capacidad de consumir nutrientes (Calheiros 2009 y 2012) y otros metales contaminantes encontrados en los residuos de la curtiembre, siendo ser más eficientes al sistema de tratamiento. Además, este método ha demostrado tener un bajo costo de implementación, bajo mantenimiento y el hecho de no necesitar personal de mantenimiento especializado para operarlo, son los principales bienes de esta tecnología.





## 9.0 Metodología

**1- Revisión bibliográfica.** Actualización y comparación de métodos para tecnologías limpias de la industria curtidora. Relevamiento de marco normativo provincial y nacional con respecto a la temática

**2- Determinación de parámetros físico-químicos** (Standard Methods, 1992)

### 2.1. Toma de muestra

Se tomó una muestra de 5 L (litros) de efluente de la etapa de pelambre con oxidación de sulfuros. Se utilizó un bidón de material plástico (polipropileno) que fue lavado con agua corriente y detergente no iónico, y enjuagado finalmente con agua destilada. Antes de tomar la muestra se purgó con el mismo efluente a ser recolectado. Finalmente se tomó una muestra representativa del efluente y se rotuló.

### 2.2. Conservación

La muestra fue conservada refrigerada (en un recipiente con hielo) hasta llegar al Laboratorio. Es muy relevante el control de temperatura a aproximadamente 4°C retarda la acción bacteriana y suprime la volatilización de los gases disueltos, los cuales afectan las características físico-químicas de las muestras. Una vez en el Laboratorio luego de medir pH y conductividad fue dividida en alícuotas y conservada en freezer a - 20 °C.

### 2.3. Determinación de los parámetros físico-químicos

#### 2.3.1. pH

El potencial hidrógeno (pH) se define como el logaritmo negativo de la concentración molar (más exactamente de la actividad molar) de los iones hidrógeno.

Esto es:  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$

Para la determinación del pH se utilizó un pH-metro Mettler Toledo Seven MultiGmbh 8603 N° serie 1226377097 L.Q. 005, empleando patrones de calibración (pH 4,0; 7,0 y 10,0), el resultado nos indica la acidez o lo alcalino del efluente.

### **2.3.2. Conductividad**

Es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y la temperatura de medición.

Las medidas de conductividad del efluente se utilizan como parámetro para evaluar la cantidad de sólidos disueltos totales. La conductividad del efluente se determina por un movimiento iónico. Como la temperatura afecta dicho movimiento, se deben efectuar correcciones cuando se realizan mediciones de precisión. La conductividad se midió con una sonda electrónica HANNA HI 98130, que aplica un voltaje entre dos electrodos. La disminución del voltaje se usa para medir la resistencia del efluente que se traduce a conductividad. La conductividad es el valor inverso de la resistencia. Se utilizaron soluciones patrones de conductividad conocida para calibrar el equipo.

### **2.3.3. Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

La determinación DQO, es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas presentes en una muestra de agua o efluente. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno por litro (mg O<sub>2</sub>/l).

El método empleado se basa en la reacción de la muestra del efluente con un oxidante energético, como es el dicromato potásico, en medio ácido sulfúrico con Ag<sup>+</sup> como catalizador y la determinación por colorimetría de la cantidad de dicromato consumida en este proceso. Los compuestos orgánicos oxidables actúan reduciendo el dicromato, Cr(VI), a ion crómico Cr(III). La cantidad de dicromato

consumido proporciona una medida de la concentración de contaminantes en el agua. La utilización de la colorimetría (absorción visible-ultravioleta) para la determinación de la DQO en esta práctica se basa en los diferentes espectros de absorción del Cr(VI) (de color naranja, absorbe en longitudes de onda en torno a 440 nanómetros-nm) y el Cr(III) (de color verde, absorbe en torno a 600 nm), por lo que ambas especies se pueden detectar independientemente.

#### **2.3.4. Determinación de sulfuros**

La muestra es un efluente de pelambre de vacuno (50 ml). Se le agrega NaOH (1N) para llevar a pH 10-12. Se agregan 3 gotas de nitroprusiato (color violeta). Se titula con ferrocianuro de potasio (0,1N); la concentración de Sulfuros fue menor de 100 mg/L (100ppm)

### **3- Determinación y recuperación de proteínas a partir de un efluente de curtiembre**

#### **3.3. Cuantificación de proteínas por el método de Bradford (Bradford, 1976)**

El ensayo de Bradford, se basa en la formación de un complejo entre el colorante azul brillante de Coomassie G-250 y las proteínas en solución. El colorante libre existe en cuatro formas iónicas. La forma azul más aniónica se une a proteínas y absorbe a 595nm. La concentración de proteínas puede ser evaluada determinando la cantidad de colorante en su forma iónica azul y midiendo la absorbancia de la solución a 595 nm utilizando un espectrofotómetro UV-Visible Cecil 3021.

#### **3.2. Precipitación de proteínas en medio ácido**

Los iones H<sup>+</sup> y OH<sup>-</sup> del agua afectan a la carga eléctrica de los grupos ácidos y básicos de las cadenas laterales de los aminoácidos. Esta alteración de la carga superficial de las proteínas elimina las interacciones electrostáticas que estabilizan la estructura terciaria y a menudo provoca su precipitación. La solubilidad de una proteína es mínima en su punto isoeléctrico, ya que su carga neta es cero y

desaparece cualquier fuerza de repulsión electrostática que pudiera dificultar la formación de agregados.

Las proteínas contenidas en el efluente de pelambre fueron precipitadas por el agregado de ácido clorhídrico.

### **3.3. Análisis electroforéticos de las proteínas aisladas por SDS-PAGE (Laemmli, 1970)**

Empleando electroforesis en geles de poliacrilamida desnaturizante al 7,5% (SDS-PAGE) se analizaron las proteínas recuperadas a partir del efluente.

El tratamiento con dodecil sulfato de sodio o SDS asegura la desnaturalización total de la proteína por pérdida de su estructura tridimensional. Además el tratamiento de la proteína con 2-mercaptoetanol, a 100°C durante 5 minutos, provoca la reducción de puentes disulfuro y como consecuencia una separación de las cadenas polipeptídicas. A su vez, la cadena hidrocarbonada hidrófoba del SDS rodeará a las cadenas polipeptídicas, ya separadas, orientando el ion sulfato, hidrofílico, con carga negativa hacia el medio acuoso. De esta manera todas las cadenas polipeptídicas adquieren una carga negativa neta y todas las cadenas polipeptídicas quedan aisladas. La separación de los complejos SDS-proteína es proporcional solo a la masa de la proteína pues todas tienen la misma carga por unidad de masa. Se puede entonces determinar el peso molecular aparente de cualquier proteína por comparación con un patrón de proteínas de pesos moleculares conocidos. Las movilidades de las proteínas en los geles de SDS-PAGE son funciones lineales del logaritmo de su peso molecular.

#### **Preparación de los Geles**

Los geles se moldearon empleando el soporte provisto a tal efecto con el equipo Mini-Protean III (Bio-Rad). Los buffers se prepararon de acuerdo a Laemmli (1970).

En primer lugar se colocaron 5 ml de la mezcla del gel de resolución en cada placa y se dejaron polimerizar sin mover el formador de geles. Sobre la mezcla del gel de resolución se colocaron 100  $\mu$ l de n-butanol para alinear la interfase en contacto con el aire y facilitar la visualización de la polimerización. Luego de la polimerización se retiró el alcohol, a continuación se colocó la mezcla del gel de apilamiento y de inmediato los peines.

Las muestras se aplicaron en cada calle con jeringa Hamilton de 25  $\mu$ l<sup>10</sup> de capacidad. La electroforesis se desarrolló empleando una intensidad constante de 30 mA durante el apilado y de 60 mA durante la resolución hasta la finalización de la corrida (llegada del colorante al borde inferior del gel). Finalizada la electroforesis, los geles fueron fijados y teñidos por inmersión en solución colorante durante dos horas.

### **3.4 Identificación de las proteínas recuperadas**

Las bandas principales visualizadas por electroforesis fueron identificadas. Para su identificación las muestras fueron cortadas a partir del gel, reducidas con DTT, alquiladas con iodoacetamida y digeridas con tripsina. Los péptidos fueron analizados por nanoHPLC acoplado a un espectrómetro de masa con tecnología Orbitrap. El análisis de los datos obtenidos se realizó con el programa Proteome Discoverer (Servicio del CEQUIBIEM).

## **4- Elaboración de la encuesta**

Para las preguntas se tomó en cuenta cómo los vecinos perciben posibles problemáticas generadas por la industria del cuero, pero también a modo generalizado ya que hay diversas industrias en el barrio desde lo visual y odorífero, y numerosas problemáticas en la salud de los mismos.

---

<sup>10</sup> Microlitros

Se realizaron visitas y contacto a través de redes sociales al barrio donde se ubica una curtiembre.

#### **Planificación de encuestas**

- Identificación del/los problema/problemas
- Determinación del diseño de investigación.
- Definición de las variables.
- Selección de la muestra.
- Diseño del cuestionario.
- Organización del trabajo de campo.
- Obtención y tratamiento de los datos.
- Análisis de los datos e interpretación de los resultados.

## 10.0 Desarrollo

### 10.1 Ubicación

Este trabajo se ha delimitado en la zona del AMBA, específicamente en el Partido de Florencio Varela. Se ubica en la zona sur de la Región Metropolitana de Buenos Aires. Limita al Norte con los partidos de Quilmes y Almirante Brown, al Sur con el partido de La Plata, al Este con el partido de Berazategui y al Oeste con los partidos de Presidente Perón, Almirante Brown y San Vicente.

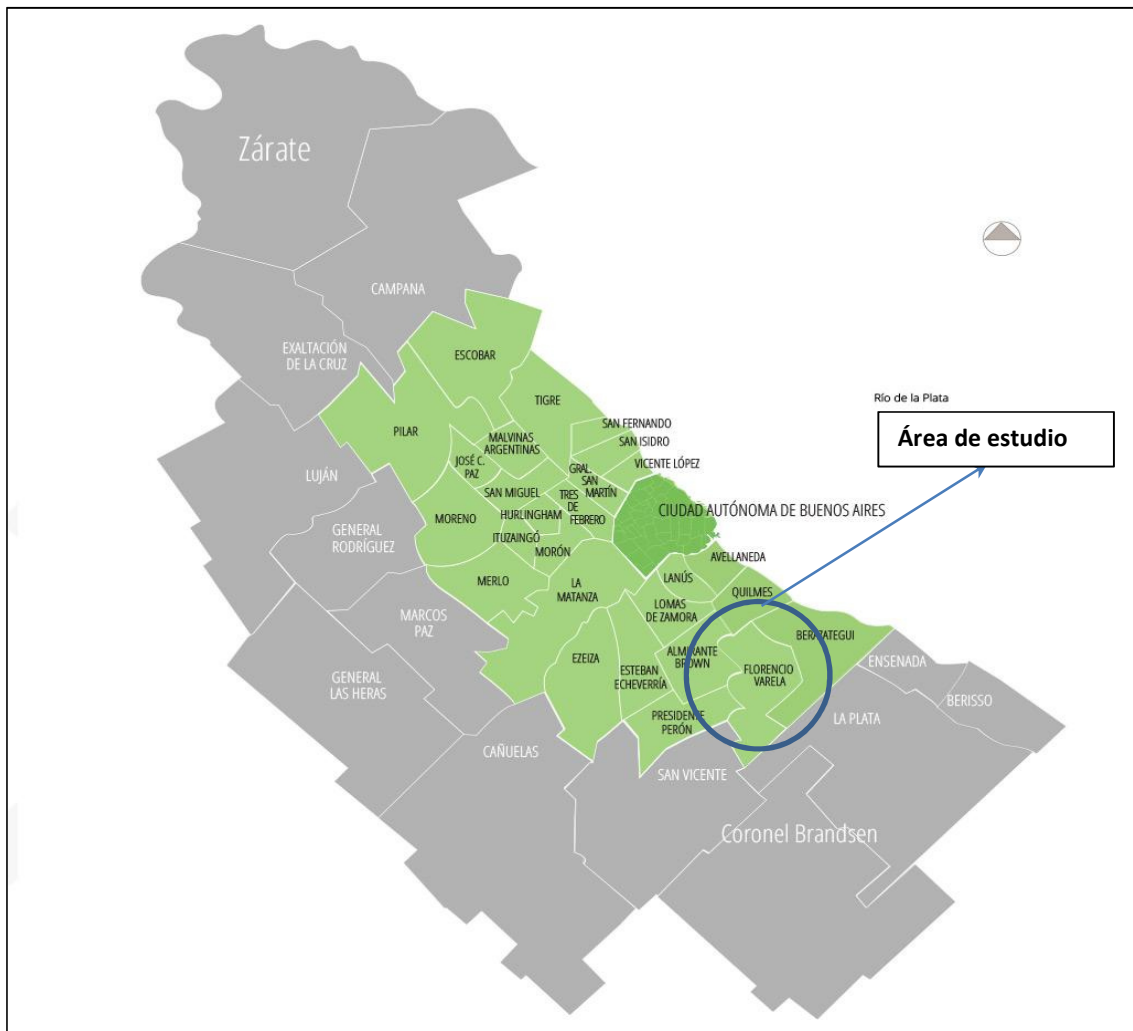
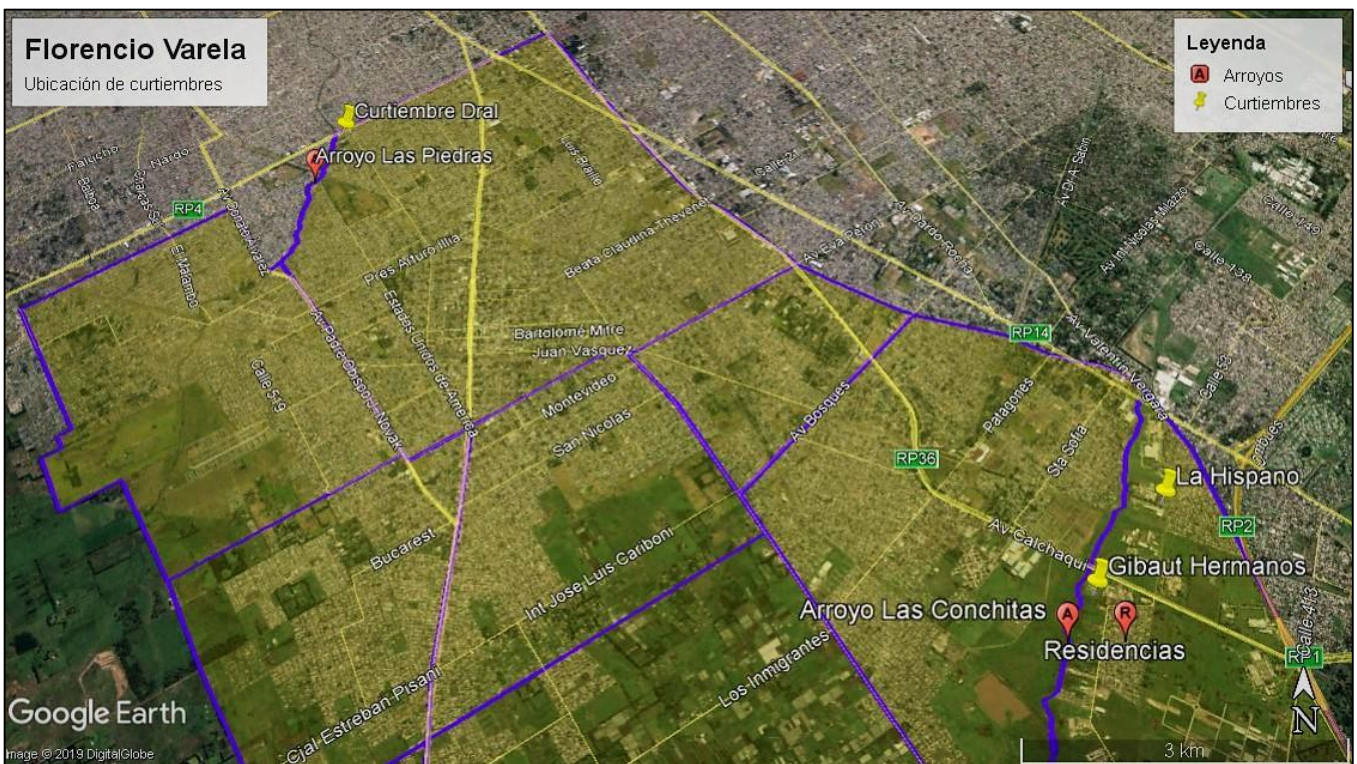


Figura 5 Área Metropolitana de Buenos Aires. Fuente: <http://www.observatorioamba.org>



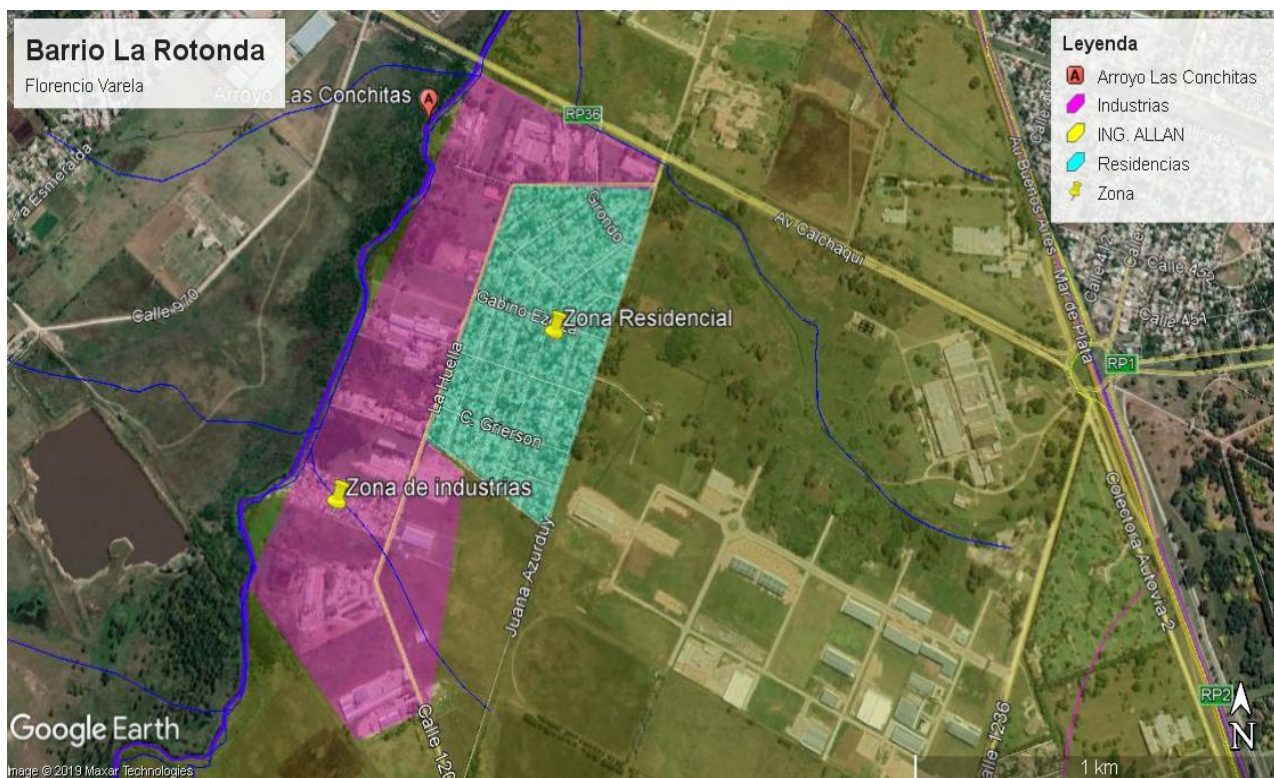
Aquí la industria del cuero ha tenido relevancia para la economía local y una expansión territorial amplia durante el siglo XX. Actualmente, se encuentran 3 curtiembres identificadas de forma legal: Curtiembre Dral, Gibaut Hermanos y La Hispano Argentina Curtiembre y Charolería S.A. Todas se ubican linderas a arroyos, estos son: Las Piedras – lindero a Dral, pequeña empresa- y al arroyo Las Conchitas Gibaut y La Hispano, que son medianas a grandes empresas.

Específicamente, el estudio de caso se ha realizado seleccionando una de las curtiembres mencionadas que nos ha facilitado efluente de pelambre oxidado para sus análisis físicos químicos y recuperación de proteínas.



En el siguiente mapa se localiza la zona residencial donde se realizaron las visitas y entrevistas para caracterizar la percepción de la población, el barrio La Rotonda, dentro de la localidad de Ingeniero Allan, distrito de Florencio Varela. Aquí también

se puede observar la zona industrial que bordea la zona de residencias, y parte del curso de agua del arroyo Las Conchitas.



## 10.2 Descripción del proceso de curtido

En la figura 8 se observa cada etapa que se realiza en la industria curtidora, en la que posteriormente se describirá cada etapa. Es importante que se comprenda el proceso de elaboración del cuero para abordar integralmente las problemáticas socio-ambientales del sector.

Se divide en tres grandes etapas:

- Primera etapa: el producto final resultante es el cuero curtido al cromo, llamado wet blue por el color característico azulado de los cueros. En esta etapa se transforma la piel en cuero (estabilizado e imputrescible)
- Segunda etapa: abarca desde el curtido hasta el secado, se clasifica el cuero y se define el artículo a producir. Se lo denomina cuero semiterminado.
- Tercera etapa: incluye la incorporación de otros productos químicos que le confieren al cuero distintas características en su terminación resistencia al uso. A este estado se lo conoce como cuero terminado.



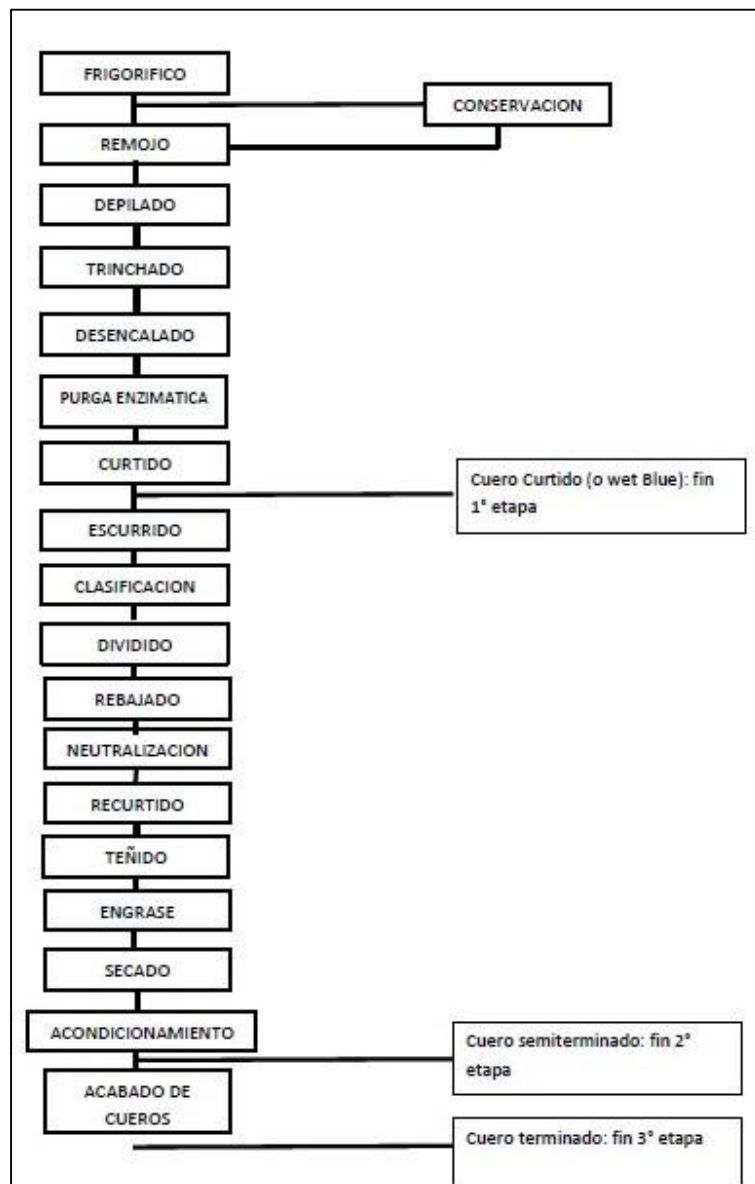


Figura 8. Esquema de las etapas de producción. Fuente: Guía de P+L para la industria curtidora (2011)

## Etapas del proceso de curtido

### Primera etapa

#### 1- Conservación de la piel

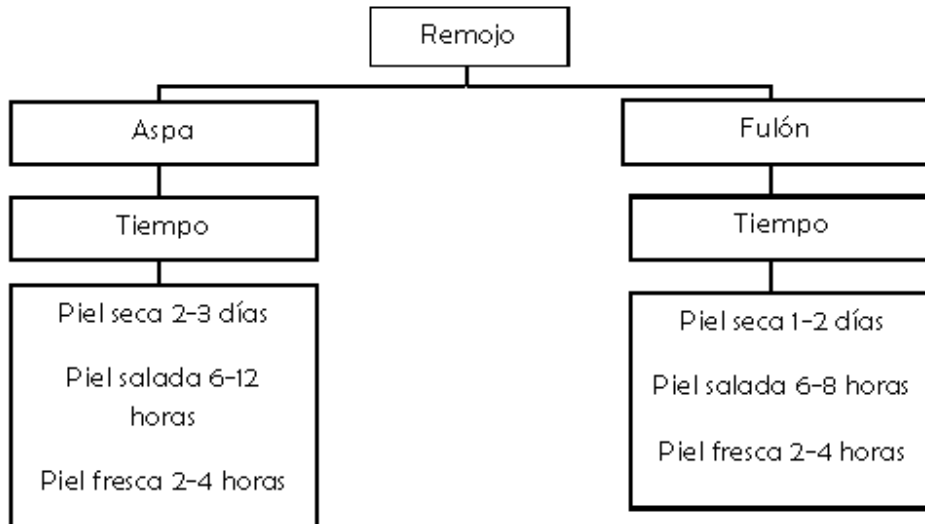
Es necesario evitar el deterioro de la materia prima para impedir la proliferación de microorganismos mediante tratamientos especiales. Los métodos son:

a) Deshidratación de la piel con sal: Con este mineral se busca por un lado secar la piel y por el otro generar en el interior de la piel un medio altamente salino en el cual es muy difícil que se proliferen bacterias que degraden las proteínas. La salazón se puede hacer por salado en pila, salmuerado o la combinación de ambas.

b) Uso de bactericidas: las pieles se conservan en un tiempo corto de unas horas o uno o dos días, usando productos bactericidas que se aplican por aspersion sobre las pieles en algunos casos o bien en piletas o fulones.

c) Conservación por frío: A temperaturas menores a 5° a 7°C son suficientes para inhibir el desarrollo bacteriano, este método tiene menor impacto ambiental pero tiene el inconveniente de su alto costo.

## 2- Remojo



Luego del primer paso se obtienen tres tipos de pieles: pieles frescas (conservadas por frío o por conservantes químicos), pieles saladas y pieles secas. Por ende este proceso va a depender el tiempo que requiera cada tipo de piel obtenida.

## 3- Depilado o pelambre

En esta etapa el objetivo principal es la eliminación del pelo y de la epidermis (depilado) así como la saponificación de grasas naturales. El resultado es la purificación del colágeno, proteína principal de la piel que va a ser transformada en cuero.

Por otra parte se acondiciona químicamente la piel para el curtido y el acondicionamiento físico-químico de la misma (hinchamiento) que es una consecuencia del tratamiento químico anterior. La alternativa más utilizada se emplea sulfuro y cal. El proceso se lleva a cabo provocando la rotura y disolución de la proteína de pelo y la epidermis. El ión sulfuro es el agente depilante, para que actúe se requiere una concentración mínima de 3 gramos por litro. En el depilado

tradicional la presencia de cal mantiene la alcalinidad adecuada durante todo el proceso. El efecto de apelmbrado influye decisivamente sobre las propiedades del cuero final (más flexibles o más duros).

Cabe destacar que el empleo de enzimas para lograr el depilado es un proceso de P+L que se está intentando introducir en las curtiembres para evitar el uso de sulfuro y la generación ácido sulfhídrico.

#### **4- Trinchado**

El significado de trinchar es sacarle la capa de grasa y tejido subcutáneo que quedó en el momento de desollar al animal. Se utiliza una máquina trinchadora o descarnadora, donde el cuero pasa a través de un juego de cilindros a elevada presión, de los cuales uno es un cilindro de cuchillas que en la superficie del cuero elimina las grasas y proteínas. Si esta capa de grasa sobrante no se elimina, actúa como barrera para los químicos que deben ingresar en la piel.

#### **5- Desencalado**

Al final de los procesos de ribera (limpieza y acondicionamiento previos), la piel se encuentra en su máximo estado de hinchamiento. Esto es consecuencia de la elevada alcalinidad que se incorporan en la piel en estos procesos, aportada por la soda cáustica, sulfuro y sulfhidrato de sodio, y fundamentalmente por el hidróxido de sodio (cal).

En este momento dentro de la piel los álcalis están en diversos estados: en combinación química con el colágeno, disueltos en los espacios interfibrilares, depositados como sólido sobre las fibras y en forma de jabones de calcio. Por ende, el desencalado se define como una neutralización de la alcalinidad excesiva de la piel, cuyas consecuencias principales serán:

- Disminuir el hinchamiento.
- Regular el pH en el interior de la piel, generándole una solución buffer que asegure el valor del pH para los procesos subsiguientes.

## **6- Purga enzimática**

Consiste en el tratamiento de las pieles descalcadas con enzimas proteolíticas con el objetivo de remover los componentes proteicos no colagénicos de la piel: productos de degradación de la queratina, proteínas globulares, elastina, etc. También hay una acción química sobre la estructura del colágeno (aflojamiento estructural) que separa las fibrillas que componen los haces fibrosos.

Las enzimas son sustancias orgánicas que actúan como catalizadores de reacciones muy específicas, hay algunas que favorecen el desdoblamiento de las grasas (lipasas), hay otras que favorecen la degradación de proteínas (proteasas). Después del pelambre, quedan en la piel restos de pelo y otros materiales queratinosos parcialmente degradados.

La purga actúa sobre estos materiales completando la limpieza de la estructura fibrosa. Estas variables son de suma importancia:

- Presencia de sales: ciertas sales favorecen la acción de la purga porque producen un aflojamiento en ciertas ligaduras que mantienen unida la estructura.
- pH: cada enzima desarrolla su máxima actividad en un rango particular de pH.
- Temperatura: con el aumento de la T°, se incrementa la actividad enzimática, hasta un límite en el cual afecta a la enzima o al sustrato, se aconseja a 35 o 37° C
- Actividad enzimática: es una medida de la capacidad que tiene un producto comercial para transformar o digerir una cantidad de proteínas determinada por unidad de tiempo.

## **7- Piquelado**

Consiste en el tratamiento de las pieles con soluciones de ácidos en determinadas condiciones. En este tratamiento no hay prácticamente acción bacteriana ya que se maneja un pH de 1 o 2. En esta etapa las fibras colagénicas se preparan para el curtido. El piquelado hace que los curtientes penetren fácilmente en la piel, sirve como complemento para el descalcado e interrumpe la actividad enzimática.



Al cambiar el pH de la solución varía el espesor de las pieles, aumentándolo, provocando el ingreso de agua en la estructura fibrosa logrando un hinchamiento ácido. Este proceso se reprime mediante el agregado de sales neutras como el cloruro de sodio. De esta manera el baño de piquelado se transforma en una solución con elevada concentración iónica.

Los otros componentes del piquelado pueden ser ácidos fuertes como el ácido sulfúrico o clorhídrico, o débiles como el fórmico o el acético. Cuanto mayor es la fuerza del ácido, mayor es su capacidad de combinación con la piel, por lo cual menor es la facilidad con que penetra en la estructura fibrosa.

En base a esto se comprende por qué habitualmente se utiliza una combinación de ácidos fuertes y minerales con otros débiles y orgánicos en cantidades totales que van del 1.2 a 1.8% con el objetivo de lograr un balance entre las condiciones de absorción y penetración. Las variables más relevantes en este caso son la temperatura, la sal previa al ácido y densidad del baño y la cantidad de ácido (pH).

## **8- Curtido**

Hay dos tipos básicos de curtidos: Orgánicos e inorgánicos. Los más utilizados y conocidos son los curtidos al cromo y al vegetal

### **8.1. Curtido al cromo**

Actualmente este método es el más utilizado por su tecnología y términos comerciales (se pueden obtener amplias gamas de cuero). Las sales de cromo con carácter curtiente son aquellas que derivan del cromo con estado de oxidación 3 (cromo trivalente  $Cr^{+3}$ ), y en general sulfato de cromo (III)  $Cr_2(SO_4)_3$ .

Las pieles piqueladas a un pH 2.5 a 3 son tratadas con soluciones de sal curtiente de cromo. Generalmente se utiliza como baño de curtido entre un 50% y un 100% del mismo baño de piquelado. En este punto se agrega el curtiente con 2.5 a 3% de óxido de cromo, que llevado a una sal de cromo normal de 33% de basicidad (sulfato básico de cromo). Una vez lograda la penetración total del curtiente (luego de 1 o 2

horas de marcha en el fulón), comienza la etapa de fijación del curtiente a la estructura, que se denomina basificación. En esta etapa la fijación se realiza por un cambio de pH del sistema, llevándolo a valores más altos. Se agrega de manera gradual una solución diluida de pH alcalino que provoca la fijación del curtiente en la estructura y así el agotamiento del curtiente que está en solución. Habitualmente se utiliza como basificante el bicarbonato de sodio. Luego de 3 a 4 horas de este proceso, los cueros siguen girando en el fulón por espacio de aproximadamente 4 horas más, que se considera completa la curtición (tiempo total de 8-10horas). La temperatura es muy importante ya que permite una buena fijación del curtiente, a más de 35°C aumenta enormemente la reactividad, favoreciendo este ingreso.

Como controles de producción se deben medir temperatura y pH finales y determinar la "retracción superficial" (indica si el cuero está curtido).

## 8.2. Curtido vegetal

Este proceso presenta dos áreas de difícil abordaje: a la complejidad de la piel se le debe sumar la complejidad estructural de los curtientes vegetales (taninos).

Hay dos fenómenos que se suman: la difusión del curtiente a través de la estructura y su posterior fijación. Estos fenómenos son afectados por distintas variables que, en general, actúan simultáneamente sobre ambos. El pH es una variable esencial que actúa sobre la difusión y la fijación de los curtientes. Para una fácil difusión del curtiente, es importante que la piel se encuentre en su punto de mínima reactividad y de mínimo hinchamiento.

El curtido puede comenzar a un pH cercano a 5 y una vez completada la difusión se baja el pH para producir la fijación (generalmente con ácido orgánico). Otro de los factores importantes es la relación que existe entre la concentración del tanino en la solución y en el interior del cuero. La velocidad de difusión es directamente proporcional a esta relación. El tercer factor es la temperatura, un aumento de la misma acelera la difusión, para disminuir la viscosidad, pero también aumenta la fijación del curtiente. El efecto mecánico que se produce en el fulón mejora las

condiciones de difusión, por la continua homogeneización de la solución y la continua flexión de la piel.

## **Segunda etapa del proceso**

### **1- Ecurrido**

El escurrido del cuero, tanto si es de curtición al cromo como si es de vegetal, es más fácil si previamente ha sido dividido en tripa. El cuero sin dividir, aunque solo fuera por su espesor, necesita una mayor presión para lograr el mismo grado de escurrido. Para reducir el contenido de humedad de la piel en la cantidad indicada se usa una a una máquina hidráulica.

La máquina de escurrir por lo general es continua y se caracteriza por tener dos cintas de fieltro cilíndricas que se pueden tensar. Al término de cada ciclo de escurrido se debe lavar los fieltros con agua y algún desengrasante para eliminar la acidez, las sales y los restos grasos del líquido que pasaron del cuero a los fieltros.

### **2- Clasificación**

Dos aspectos principales en esta etapa: los defectos en vida del animal (espinillos, heridas, marcas de fuego, garrapatas), defectos de matanza (tajos) y defectos de conservación (solapas, agujeros). Y por otro lado los defectos del proceso donde puede haber manchas en los cueros o bien roturas o daños por problemas en maquinarias. De esta manera se clasifican por defectos según el nivel de aprovechamiento de la superficie del cuero que va desde un cuero sin defectos hasta el rechazo.

### **3- Dividido**

La máquina de dividir que selecciona la piel, separa la parte superior del cuero que se denomina "flor" y el "descarne" que según su grosor puede ser más o menos aprovechable. Este aparato es de una muy delicada precisión y la operación del

dividido requiere un conocimiento profundo conocimiento. La piel ingresa por la culata, tanto sea un dividido de tripa o en cromo.

El dividido en cromo tiene como ventajas principales la mayor velocidad de la operación, el menor empleo de mano de obra, la mayor regularidad y el ajuste más fácil del espesor. Asimismo los operarios manejan las pieles con mayor comodidad, además de que es más limpio y fácil. Tiene mucha ventaja en la posibilidad de definir el espesor después de la clasificación.

#### **4- Rebajado**

Se regula la piel curtida y dejar un grosor determinado. Normalmente el rebajado se realiza sobre el cuero Wet Blue o vegetal húmedo, escurrido en máquina hidráulica aunque también se puede realizar sobre cuero seco.

Las partes esenciales de la máquina son: el cilindro de cuchillas, normalmente de 10 cuchillas, el cilindro de apoyo (cromado) y el transportador, el rodillo auxiliar y la piedra de afilar. Las cuchillas deben estar afiliadas constantemente.

La mayoría de las máquinas de rebajar sacan las virutas cuando la piel entra dentro de la máquina en cuyo caso el operario vigila la piel y las sostiene para que entre sin arrugas y no se formen agujeros. El operario aquí determina el espesor de la piel variando la posición del cilindro de apoyo en relación al cilindro de cuchillas el cual al desgastarse varía el espacio entre ambos. Estas máquinas de rebajar producen una cantidad considerable de virutas de rebajado las cuales se separan de la máquina con una cinta transportadora donde las virutas caen directamente.

#### **5- Neutralización**

Los cueros curtidos con curtientes minerales tienen un elevado contenido de acidez (pH de 3.5 a 4.0). En esta etapa se produce la desacidificación del cuero con productos que no perjudiquen ni las fibras ni la flor del cuero. Tiene por objeto preparar el cuero para los procesos posteriores. Durante la neutralización se elimina parte de cada uno de estos aportes ácidos a través de dos mecanismos:

- Lavados con agua, que eliminarán gran parte de la acidez disuelta por dilución, además de eliminar pequeñas cantidades de la acidez ligada.
- Neutralización propiamente dicha con agentes neutralizantes, que terminan de eliminar la acidez disuelta y actúan sobre la acidez ligada, reaccionando con ella y neutralizándola.

## **6- Recurtido**

En este proceso se modifica la elasticidad del cuero haciendo más rígida la capa flor. Es muy importante para eliminar o atenuar defectos en el cuero.

El cuero recurtido tiene más cuerpo que el cuero curtido solamente, aún en las zonas más pobres en materia dérmica, haciéndolo más blando y flexible. Aquí se logra una mejor distribución de los colorantes en la superficie durante el teñido y también se logra una mejor distribución de los aceites utilizados en el engrase.

## **7- Teñido**

El color debe ser firme, parejo y debe cumplir los requerimientos del mercado. Este proceso es quizás el más complejo de la curtiembre, ya que es afectado prácticamente por todas las variables involucradas, incluso en los procesos anteriores.

Los colorantes utilizados deben tener una molécula que otorga ese color que tiene cierto número de los siguientes grupos:

- Grupos cromóforos: absorben una parte de la radiación luminosa (visible). Son los responsables de la coloración de la molécula.
- Grupos auxócromos: facilitan la fijación del compuesto coloreado del soporte.
- Grupos solubilizantes: aseguran su ionización en el agua.

## **8- Engrase**

El proceso de engrase tiene estos objetivos:

- Evitar las fibras del cuero se peguen entre si durante el secado.
- Mejorar la suavidad y la blandura del cuero seco.
- Mejorar algunas propiedades físicas como la resistencia al desgarramiento o la elongación de la rotura.
- Disminuir la permeabilidad al agua.

### Sistema engrasante

En este proceso de engrase se realiza utilizando emulsiones acuosas de grasas que consta de dos partes: una fracción neutra (no polar) que es insoluble en agua y la otra fracción es polar que se encarga de emulsionar y mantener en emulsión a la otra parte.

La emulsión engrasante depende de la relación entre las fracciones, a mayor cantidad de fracción solubilizante, menor el tamaño de la partícula engrasante. Por lo que a mayor fracción de solubilizante mayor nivel de carga aniónica (anionicidad). Nuevamente se requieren dos procesos: la difusión y la fijación del engrasante. Estos mecanismos dependen de la relación entre la carga de cuero y la carga de la emulsión. La carga del cuero depende del curtido, la neutralización y el recurtido. La carga de la emulsión depende de la cantidad y el tipo de agentes solubilizantes. Un engrase consta de una componente polar (emulsificante) que puede ligarse a los centros activos de las fibras depositando sobre ellas una monocapa de engrasante. De este modo se asegura una "lubricación untuosa".

La otra fracción neutra del engrase se deposita entre las fibras, sobre la capa untuosa, dando lugar a una "lubricación viscosa". La fijación se produce por el agregado de ácidos orgánicos, que hacen que la emulsión se rompa en el interior del cuero, depositándose la materia grasa sobre las fibras y fijándose al cambiar la carga del cuero por el cambio del pH.

### 9- Secado

Esta operación además de eliminar agua, definirá en gran medida la superficie final del cuero, y se define una parte importante para la parte comercial. El agua contenida en los cueros después de los procesos de post-curtición, está distribuida en diferentes maneras:

- Agua retenida en los espacios interfibrilares y agua superficial (aproximadamente un 20-25% del total)
- Agua absorbida en los capilares
- Agua combinada o de hidratación

El contenido total de agua en el cuero puede ser de un 70 a 75% en peso. El agua retenida en los espacios interfibrilares se elimina mecánicamente durante el reposo que hacen los cueros, previo al secado y luego con escurrido, ya que este líquido no está ligado por ninguna fuerza, es más fácil de eliminar y a muy bajo costo.

Luego de esta etapa, el tenor de agua llega al 50%. Este remanente se debe eliminar durante la operación del secado. En ese proceso hay que entregar el agua contenida en los cueros la suficiente energía como para que pueda vencer a las fuerzas que la mantienen unida a la fibra, pasar del estado líquido al vapor y abandonar el cuero.

El agua se evaporará a una velocidad constante que dependerá de la temperatura, humedad y caudal del aire usado en el secado. Una vez superada la etapa de saturación, el agua deberá trasladarse desde las capas más interiores hacia la superficie. El secado dependerá de la velocidad de la migración. Finalmente se llega a un equilibrio entre la humedad del cuero y la del aire circundante.

Los cueros se cuelgan en la cadena aérea y se los hace circular 'por el techo en la zona seca de la planta. De esta forma se aprovecha el aire más caliente que al ser menos denso, se mueve hacia las zonas superiores.

El secado en túnel es conceptualmente muy similar al anterior, pero tiene la ventaja de que puede regular la cantidad de aire y la temperatura, de manera de acortar el tiempo de secado.

El toggling, que es un túnel donde los cueros se colocan tensionados sobre catres. Se regulan las condiciones del aire, pero fundamentalmente se puede regular la tensión ejercida sobre el cuero para estilarlo y lograr así la mayor superficie que las características del artículo para soportarlo.

El secado sobre placas, es una variante de secado ejerciendo tensión sobre el cuero, como puede ser una placa de acero inoxidable calefaccionada con vapor de agua.

El secado al vacío es otra variante de secado tensionado, en el cual se hace vacío para aumentar la velocidad del secado. Los cueros se estiran en una placa de acero inoxidable sobre la que baja una tapa hermética que permite hacer vacío.



Figura 10. Secado del cuero. Fuente: [www.biblioteca.org.ar](http://www.biblioteca.org.ar)

## 10- Acondicionado

Esta etapa lleva a los cueros a humectarse luego del secado, posteriormente se ablandan y luego se llevan a la humedad de estabilización con el ambiente, a 12-14% de humedad.



La rehumectación se realiza pasando los cueros a través de una fina lluvia de agua. Luego se dejan los cueros en reposo para que toda la masa tenga el mismo nivel de humedad, que depende del tipo de artículo que se necesita producir. Luego los cueros se ablandan en distintas máquinas donde se someten a un trabajo mecánico en el que las fibras se mueven unas con respecto a otras adquiriendo el nivel de blandura deseado.

### **Tercera etapa del proceso**

#### **1- Acabado de cueros**

Este proceso es para darle un aspecto definitivo al cuero y mejorar algunas propiedades físicas, esencialmente como objetivo estético y comercial. Esto permite mejorar la clasificación de un cuero, logrando un mejor aprovechamiento de corte en el mismo. Un cuero de baja clasificación tiene muchos defectos en la superficie tales como lastimaduras, arañones, etcétera, por lo que se lija la flor para disimular los defectos con una máquina desfloradora. El tipo de lijado estará de acuerdo con la magnitud de los defectos.

Las formulaciones de acabado se aplican sobre el cuero debidamente acondicionado. Básicamente constan de las siguientes capas: un fondo, una capa de color y un acabado superficial final. Aunque esta estructura no es necesaria cumplirse siempre así.

Es muy común que se haga una impregnación antes del acabado en los artículos más armados y en los cuales se pretende una alta resistencia de la terminación. Las impregnaciones son soluciones poliméricas que tienen por función penetrar en el cuero, rellenando los espacios vacíos y dando un excelente nivel de fijación de la primera mano.

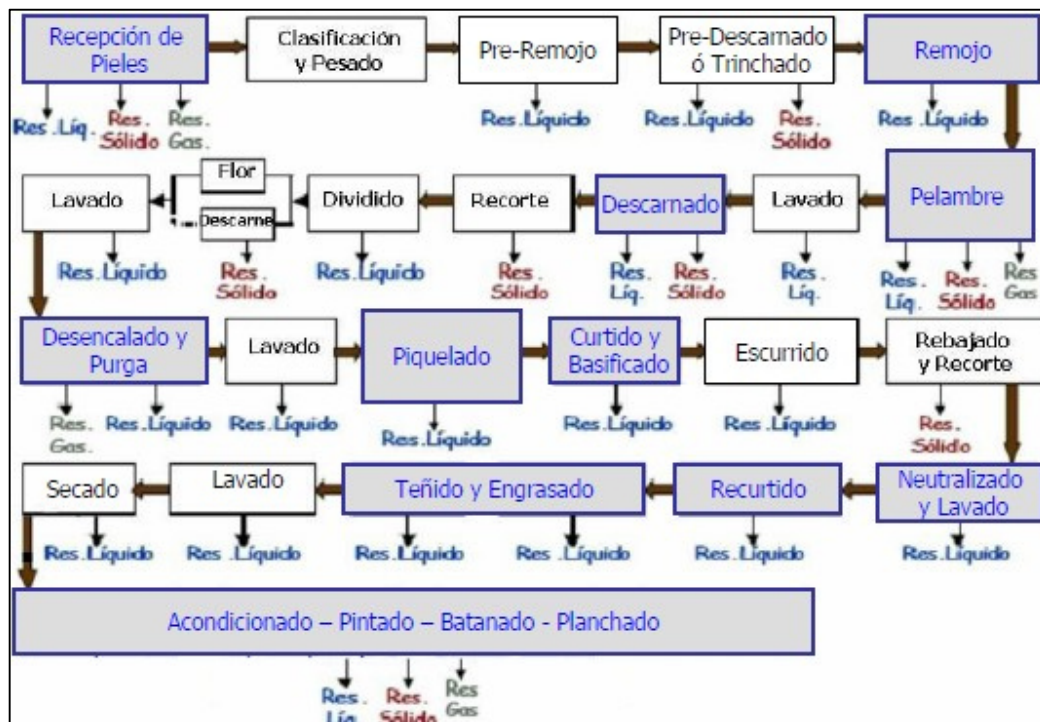


Figura 11. Residuos producidos en cada etapa del proceso de curtición. Fuente: Dra. Laura López-CITEC

### 10.3 ¿Por qué evaluar la percepción de la población?

Este proceso es de suma importancia ya que permite interpretar y comprender el entorno. En la actualidad, se describe a la percepción como la interacción con el entorno, posible gracias al flujo de información constante. Es un conjunto de procesos y actividades relacionados con la estimulación que alcanza los sentidos mediante los cuales obtenemos información respecto a nuestro hábitat, las acciones de efectuamos entre él y nuestros propios estados internos.

Para este trabajo, es utilizada la técnica de encuestas a los vecinos que habitan el barrio donde se encuentra la curtiembre y otras industrias de distinta índole, para la observación de la percepción, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz al respecto.

Se puede definir la encuesta, siguiendo a García Ferrando<sup>11</sup>, como «una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características». Para Sierra Bravo (1994), la observación por encuesta, que consiste igualmente en la obtención de datos de interés sociológico mediante la interrogación a los miembros de la sociedad, es el procedimiento sociológico de investigación más importante y el más empleado. Entre sus características se pueden destacar las siguientes:

1. La información se obtiene mediante una observación indirecta de los hechos, a través de las manifestaciones realizadas por los encuestados, por lo que cabe la posibilidad de que la información obtenida no siempre refleje la realidad.
2. La encuesta permite aplicaciones masivas, que mediante técnicas de muestreo adecuadas pueden hacer extensivos los resultados a comunidades enteras.
3. El interés del investigador no es el sujeto concreto que contesta el cuestionario, sino la población a la que pertenece; de ahí, como se ha mencionado, la necesidad de utilizar técnicas de muestreo apropiadas.
4. Permite la obtención de datos sobre una gran variedad de temas.
5. La información se recoge de modo estandarizado mediante un cuestionario (instrucciones iguales para todos los sujetos, idéntica formulación de las preguntas, etc.), lo que faculta hacer comparaciones intragrupalas.

---

11

## 11.0 Presentación de datos y resultados

### 11.1 Método de P+L a través de recuperación de proteínas de un efluente de curtiembre

La perspectiva y aplicación de una gestión integral de residuos basada en la idea de economía circular permite recuperar recursos renovables bajo el concepto de biorrefinería, para reducir, reutilizar y reciclar los residuos, con el objetivo de recuperar materiales de alto valor. En este sentido las proteínas solubilizadas a partir de la piel animal representan una fracción fundamental del material orgánico contenido en los efluentes de curtiembre, fundamentalmente si nos referimos a los efluentes correspondientes a las primeras etapas del proceso como son los del remojo y pelambre. Para recuperar proteínas se utilizó un efluente de curtiembre, obtenido a partir de la etapa de pelambre con oxidación previa de sulfuros, libre de cromo. La separación de proteínas fue ensayada a través de la precipitación a pH ácido (3,6) empleando ácido clorhídrico. Los precipitados fueron separados por centrifugación (4000 g durante 15 min) y redisueltos en agua destilada. Las muestras proteicas fueron analizadas por electroforesis (SDS-PAGE) e identificadas. El efluente fue caracterizado antes y después de la eliminación de proteínas.

#### 11.1.1 Caracterización físico-química de un efluente de pelambre de la industria curtidora

Un efluente de pelambre con oxidación previa de sulfuros fue el material de partida empleado para el proceso de P+L. Dicho efluente fue caracterizado a través de la determinación de parámetros físico-químicos. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

- ✓ Sulfuros: la concentración de sulfuros fue menor de 100 mg/L (100ppm).
- ✓ DQO (Demanda Química de Oxígeno): 10820 mgO<sub>2</sub>/L.
- ✓ Cuantificación de proteínas solubles (método de Bradford): 2,3 mg/mL.

- ✓ Determinación de pH: 11,9
- ✓ Determinación de conductividad: 24,5 mS/cm



Figura 12. Medición de pH en el laboratorio del CITEC. Fuente: Propia CITEC.

### 11.1.2 Eliminación de proteínas por precipitación ácida

El efluente de pelambre fue tratado con ácido clorhídrico hasta pH 3,6 que resultó ser el pH más adecuado para precipitar las proteínas solubles presentes en el mismo. De esta manera se logró obtener un efluente menos contaminante y se recuperó la mayor parte de las proteínas solubles. El proceso se muestra en la Figura 13 y el precipitado obtenido en la Figura 14.





Figura 13. Izquierda -Previo a la precipitación. Derecha- Posterior a la precipitación en medio ácido. Fuente: Propia- CITEC.

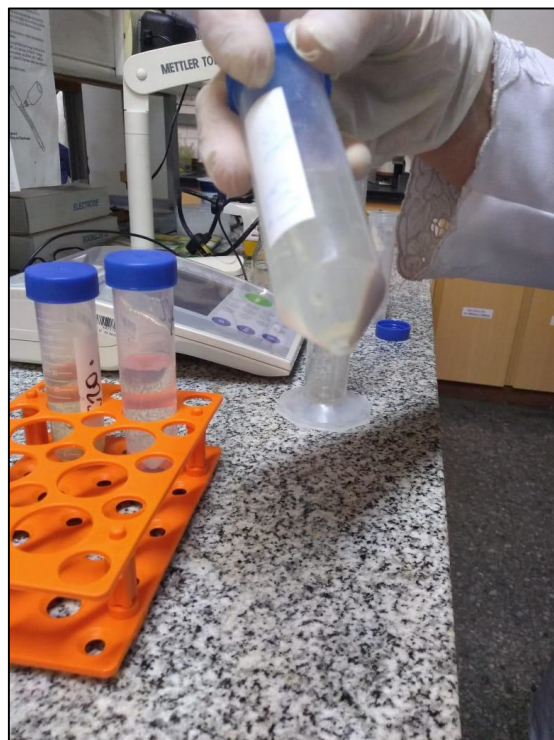
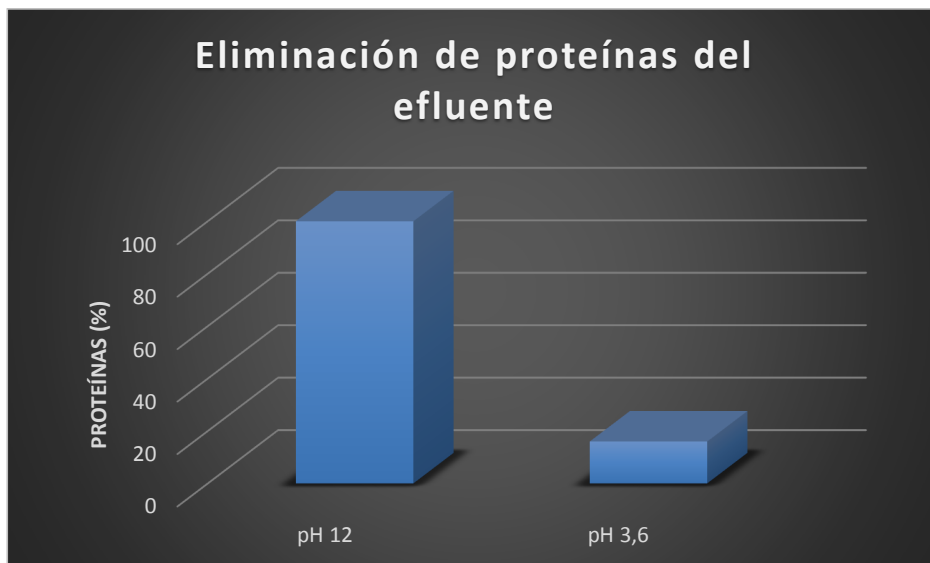


Figura 14. Precipitación de proteínas- Separación por centrifugación. Fuente: Propia-CITEC

Caracterización del efluente obtenido después de la eliminación de proteínas:

- pH: 3,60
- Conductividad: 26,26 mS/cm
- Cuantificación de proteínas solubles remanentes por el método de Bradford
- *Se midieron las absorbancias a 595nm (por duplicado)*
  - Efluente pH 12 (diluido 1:3):  
  
A 595: 0,849/0,831 (promedio 0,841) Promedio-blanco: 0,463
  - Efluente pH 3,6:  
  
A 595: 0,602/0,604 (promedio 0,603) Promedio-blanco: 0,225
- En base a la curva de calibración realizada con albúmina bovina como patrón (ver ANEXO) se determinó que el efluente original contenía 2,3 mg proteína/mL y luego de la precipitación en medio ácido quedó solamente el 16 % de las proteínas solubles (0,375 mg/mL), por lo que el 84% de las proteínas presentes en el efluente original lograron ser precipitadas y recuperadas (Figura 15).



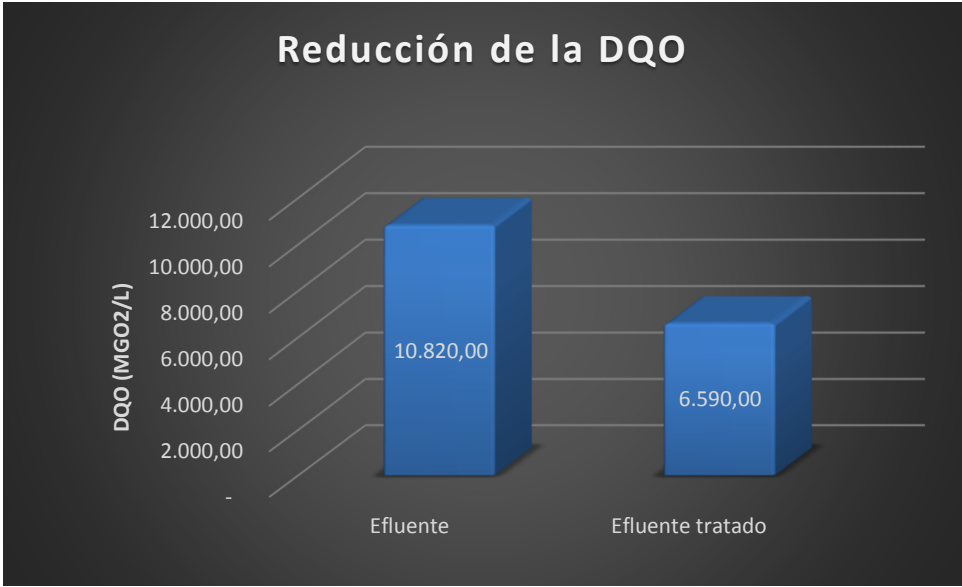
**Figura 15. Efecto del pH en la eliminación/recuperación de proteínas**

- Reducción de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en el efluente tratado

Se confeccionó la curva de calibración empleando biftalato ácido de potasio (KHP) como patrón de acuerdo y los cálculos se realizaron de acuerdo a lo descrito en el Anexo.

Los resultados mostraron una reducción significativa de la DQO ya que el efluente original tenía una DQO muy alta (10820 mgO<sub>2</sub>/L), mientras que en el efluente tratado con ácido (pH 3,6) para precipitar proteínas, la DQO fue notoriamente menor (6590mgO<sub>2</sub>/L). De esta manera el tratamiento logra una disminución del 40 % del valor original de DQO (Figura 16).



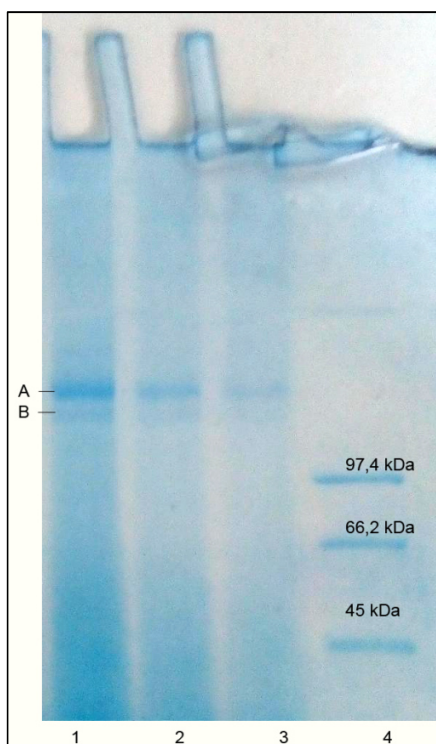


### 11.1.3. Caracterización e identificación de las proteínas recuperadas

Las proteínas recuperadas a partir del efluente fueron caracterizadas empleando la técnica de electroforesis en geles de poliacrilamida (Figura 17).



Figura 17. Equipo Mini-Protean III (Bio-Rad). Fuente: CITEC



En el gel de poliacrilamida se sembraron diferentes volúmenes de la muestra conteniendo las proteínas recuperadas, los resultados de la electroforesis se muestran en la Figura 18: carril 1: muestra 20 µL<sup>12</sup>; carril 2: muestra 15µL; carril 3: muestra 10 µL; carril 4: patrones de peso molecular.

La electroforesis reveló la presencia de dos bandas principales con pesos moleculares de alrededor de 110 kDa<sup>13</sup> (banda B) y 120 kDa (banda A) y otras proteínas de menor peso molecular.

La identificación de las proteínas correspondientes a las bandas principales A y B visualizadas en la electroforesis se llevó a cabo empleando herramientas de proteómica (hidrólisis trípica y determinación por espectrometría de las masas de los péptidos generados) utilizando el Servicio del CEQUIBIEM que pertenece a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. De esta manera los resultados permitieron concluir que las principales proteínas recuperadas del efluente son las cadenas alfa 1 y alfa 2 constituyentes del colágeno tipo I, una proteína con alto valor agregado.

---

<sup>12</sup>

<sup>13</sup>Kilodalton

**Tabla 2 Resultados de la recuperación de proteínas por electroforesis**

Accession	DescriptionUniProtKB
P02465 (B)	Collagen alpha-2(I) hain OS=Bostaurus GN=COL1A2 PE=1 SV=2
Accession	DescriptionUniProtKB
P02453 (A)	Collagen alpha-1(I) chain OS=Bostaurus GN=COL1A1 PE=1 SV=3

El colágeno tipo I es el más abundante en la piel. Su triple hélice está formada por dos cadenas  $\alpha 1(I)$  y una  $\alpha 2(I)$ . Las propiedades físicas, mecánicas y bioquímicas del colágeno tipo I, sumada a su alta biocompatibilidad y abundancia, lo hacen un compuesto ideal para su uso en aplicaciones biomédicas, cosméticas o en la industria alimenticia. Así, bajo diferentes formas materiales tales como esponjas, membranas, micropartículas, hidrogeles, soluciones, apósitos, entre otros, se han obtenido productos a base de colágeno para el transporte/liberación de drogas, la cicatrización de heridas y la ingeniería de tejidos, así como matriz para modelos experimentales (Chattopadhyay & Raines, 2014; Dong, 2016). Mediante la modificación controlada de la estructura del colágeno, o por combinación con otros compuestos, pueden ser obtenidos materiales más eficaces para la función buscada (Ma et al. 2016).

## **11.2 Resultados de la percepción ambiental y sanitaria de los vecinos del Barrio La Rotonda**

En total se completaron 15 encuestas (ver modelo en Anexo II) a vecinos y vecinas, que fueron realizadas en distintos días del mes de diciembre del año 2019. Además, se obtuvo información más detallada para ampliar la realidad del barrio, gracias a la predisposición de una vecina a ser entrevistada. Ella vive en el barrio hace 40 años, ha demostrado y sigue demostrando su pertenencia a La Rotonda por haber logrado (mediante reclamos, juntas vecinales, y demandas) la instalación de diversas instituciones para el acceso de distintos servicios, además los habitantes la nombraron como presidenta de la cooperadora de la escuela pública N°42, donde se realizó el encuentro.

La encuesta se dividió en tres secciones para separar las temáticas que se ha indagado, las preguntas fueron diversas, desde características de la vivienda, el estado del arroyo Las Conchitas y sobre las industrias ubicadas en el barrio, y sobre todo cómo tienen influencia en la comunidad. Si bien en este trabajo no se ha investigado específicamente el cuerpo de agua, se consideró importante haber realizado preguntas al respecto ya que tiene intersección en gran parte del barrio, y por supuesto es utilizado como cuerpo receptor de los desechos industriales y cloacales de la zona.

### **11.2.1 Datos de las encuestas a los habitantes.<sup>14</sup>**

#### **Primer sección – Provisión de agua y desagüe y nivel educativo**

##### ***1- Procedencia y provisión de agua de la casa***

---

<sup>14</sup> El modelo de la encuesta se puede observar en el Anexo II.

La mayoría de los vecinos se proveen de la red pública, la cual dicen que el agua es de muy baja calidad. Desde hace unas décadas, deben consumir y comprar prácticamente el 90% de agua mineralizada o filtrada para alimentarse y beber.

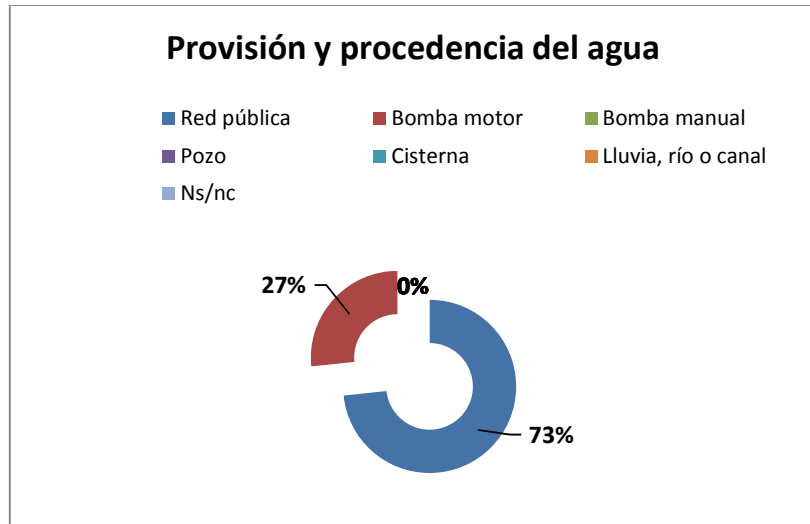


Figura 19. Porcentaje del resultado de la provisión y procedencia del agua

## 2- Tipo de desagüe del inodoro

En esta pregunta, las respuestas han sido variadas, los vecinos han dicho que un bajo porcentaje tienen acceso a cloacas en el barrio, por eso deben recurrir al pozo ciego o cámara séptica la gran mayoría, resultando casi un 50% de ellos.

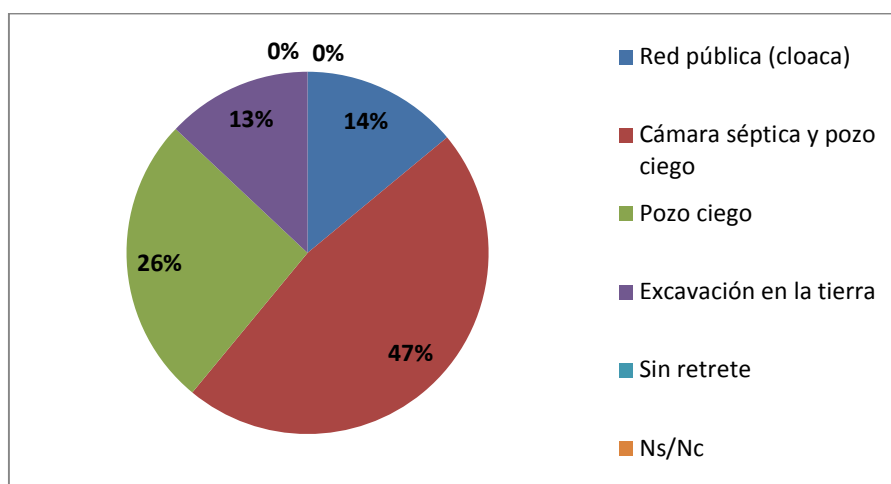
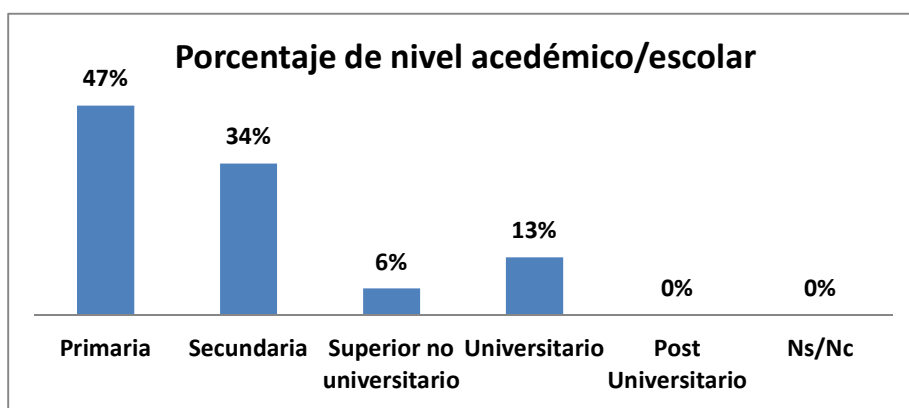


Figura 20. Porcentaje del destino de efluentes domiciliarios.

### 3- Nivel de enseñanza completo del/la cabecera de la familia

Un bajo porcentaje posee estudios universitarios o terciarios (aún en curso y recién comenzándolos), han agradecido la cercanía de la UNAJ y algunos institutos de fácil acceso con el transporte público. En cuanto a superior no universitario, se han encontrado algunas docentes que han alcanzado esta profesión. Pero aún así, la mayoría (el 47% de los vecinos encuestados) poseen estudios escolares primarios, siendo estas personas adultas mayores a 50 años de edad, y otro 34% han logrado terminar el secundario escolar completo.



### 4- ¿Hace cuántos años vive en el barrio?

Un gran porcentaje de vecinos viven hace varias décadas en La Rotonda. Hubo encuestados que habitan hace más de 10 años, una gran mayoría (87%) vive hace más de 20 años, y adicionalmente han contado que sus familiares también se han asentado allí.

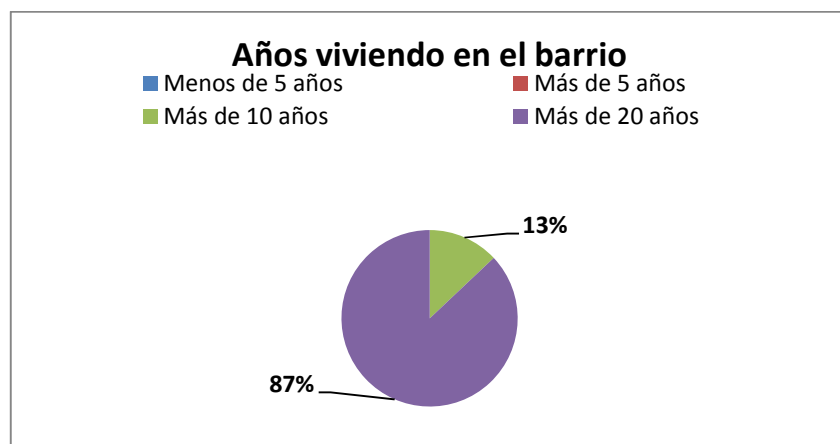


Figura 22. Porcentaje de años que habitan vecinos y vecinas en el barrio.

## Segunda sección – Conocimiento del estado del arroyo

### 5- ¿Conoce el estado del arroyo Las Conchitas?

Como se ha mencionado anteriormente, esta pregunta ha sido incluida ya que se considera que el arroyo Las Conchitas es parte del ecosistema urbano del barrio, y donde están instaladas las industrias linderas al dicho cuerpo de agua. La mayoría ha respondido que conoce el estado del arroyo, afirmando que está contaminado consecuentemente por los desechos industriales, el poco manejo adecuado del agua y por los residuos cloacales de los habitantes.

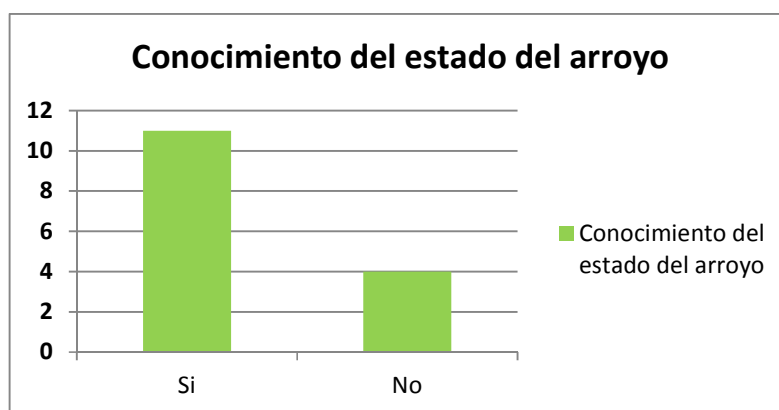


Figura 23. Conocimiento de los y las habitantes sobre el arroyo Las Conchitas.

### 6- ¿Utiliza el arroyo de alguna manera? ¿Cómo?



El 100% de los vecinos encuestados ha confirmado que no utilizan de ninguna manera el arroyo, debido a las respuestas de la pregunta anterior. Además, afirmaron que el arroyo emana olores nauseabundos debido al arrojamiento de efluentes con poco tratamiento que arrojan ciertas industrias, como también de manera clandestina. La vida acuática del arroyo ha desaparecido hace décadas, los vecinos más antiguos del barrio han comentado que el arroyo era utilizado a modo recreativo y podían hacer actividades de pesca y no había invasión de contaminantes.

### Tercera sección- Percepción de problemáticas

#### 7- ¿Ocasionalmente siente olores extraños más de lo habitual? ¿Cuáles?

El 80% de la población encuestada ha afirmado sentir olores nauseabundos, ácidos y putrefactos en el barrio. Dependiendo del estado del clima, varían los olores y también depende de cuando realicen vuelcos las industrias. Algunos testimonios han declarado que ocasionalmente hay olores que reducen la capacidad respiratoria y generan molestias en la garganta.

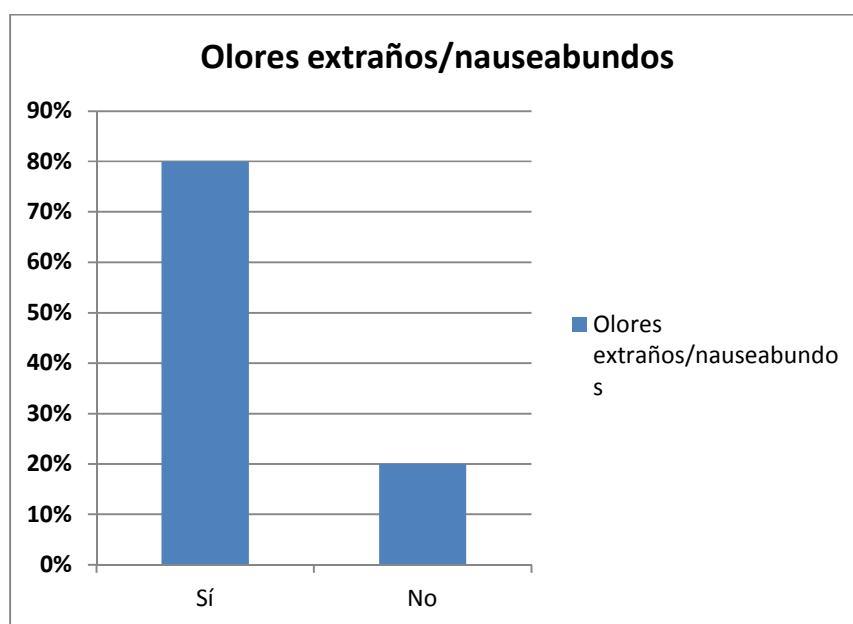
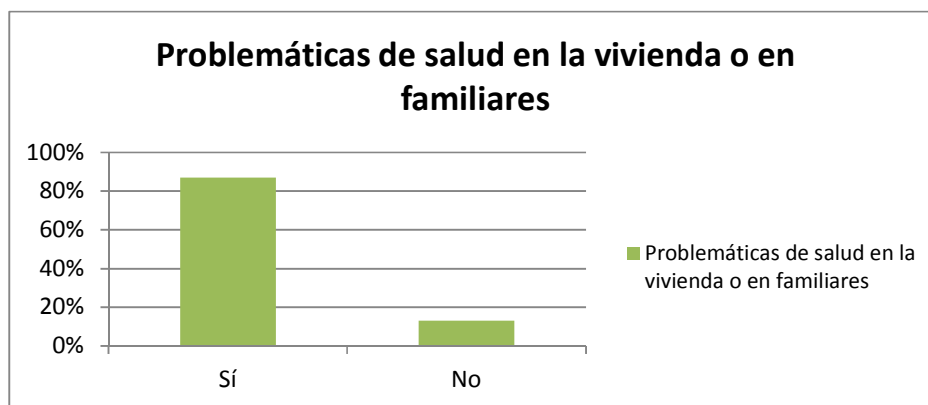


Figura 24. Percibimiento de olores extraños o nauseabundos.

#### 8- ¿Nota algún/as problemática/as que afecten a su salud y a los huéspedes de su casa? ¿Cuáles?

En la mayoría de la comunidad del barrio, como refleja el gráfico, se puede observar que las respuestas fueron que gran parte de la familia tiene o ha sufrido alguna enfermedad crónica, que deben ser tratadas médicamente con frecuencia.



**Figura 25. Problemas de salud en familiares.**

9- *¿Tiene registro de problemáticas de salud en el barrio? (respiratorios, en la piel, estados crónicos)*

El 100% de los encuestados han afirmado que hay hace más de dos décadas que se registran problemas de salud. Las enfermedades son altamente graves, desde distintos tipos de cáncer, problemas en la piel (erupciones, sarpullidos, ampollas), retrasos madurativos, pérdidas de embarazo espontáneos, y la problemática más conocida mediáticamente son los niños y niñas con plomo en sangre.

10- *¿Ha observado si alguna/a industria/s genere consecuencias que afecten al barrio y/o al arroyo?*

Más del 80% de los vecinos han testimoniado que diversas industrias de la zona desechan sus residuos de manera incorrecta ocasionando olores, contaminando gravemente al barrio, debido a la mala disposición de efluentes gaseosos y líquidos. También una entrevistada, ha afirmado que las condiciones laborales son precarias y mayormente falta cumplimiento de normativa ambiental y para los trabajadores en la curtiembre que se ubica en el barrio.

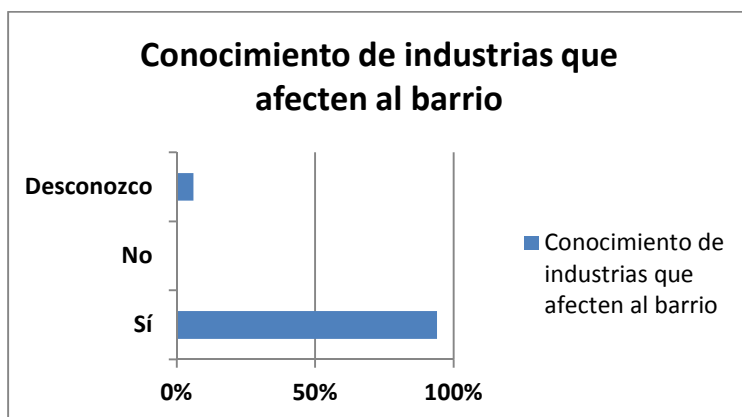


Figura 26. Conocimiento sobre las industrias que generen consecuencias en La Rotonda

11- *¿Usted o los vecinos realizan algún tipo de acción para reducir aspectos ambientales y de salud negativos en el barrio?*

En general, la mayor acción para mejorar la calidad ambiental de La Rotonda, se han efectuado a través de juntas vecinales, pudiendo realizar acciones jurídicas con ayuda de abogados para demandar a las industrias, diversos reclamos a las correspondientes autoridades de aplicación y acercarse a hablar con los responsables de las industrias para plantear las inquietudes.

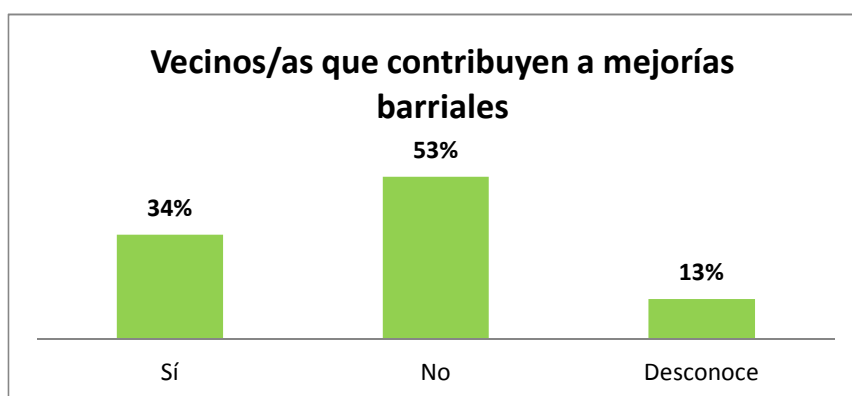


Figura 27. Porcentaje de vecinos y vecinas que accionan a mejorar la calidad de vida del barrio.

12- *¿Ha tenido o tiene algún conflicto con la industria curtidora?*

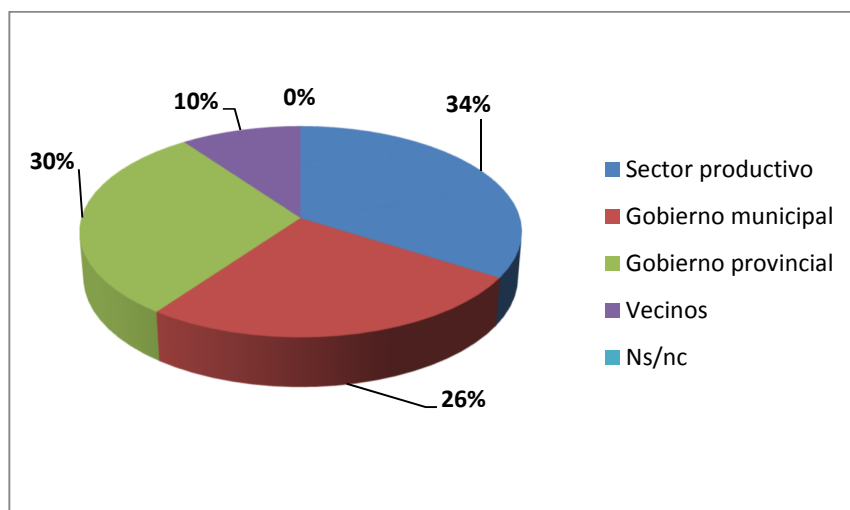
Han tenido reuniones con algunas autoridades de las empresas, para tratar de afrontar las inquietudes. Pero más allá de eso, ningún conflicto directo hasta entonces, pero sí afirman que hay olores desagradables (producto del ácido sulfídrico), han observado hace unos años la mala disposición final de residuos sólidos (en este caso, retazos de cuero y otros derivados descartados de la producción) dentro del barrio y las condiciones laborales insalubres que se sufre en la industria.

13- *¿Qué sería importante para usted que mejore la calidad ambiental del barrio?*

En primera instancia la mayoría de los entrevistados quieren que las industrias sean removidas a una zona exclusivamente industrial y que las mismas cumplan con las normas de protección ambiental. Además necesitan de mucha ayuda por la enorme cantidad de niños y adultos enfermos por los impactos negativos. También, esto conlleva a que anhelan tener menos olores, poder respirar aire no contaminado, y también un servicio de agua para consumo de mejor calidad.

14- *Para usted, ¿Quién o quiénes son responsables de mejorar las condiciones del barrio para resolver las problemáticas ambientales y de salud?*

En esta última pregunta, las respuestas fueron variadas ya que el nivel de conocimiento de los vecinos, pocos saben o se informan de quien o quienes deben actuar ante sus problemáticas barriales. Las respuestas que más coincidieron fueron que quienes deben actuar con mayor responsabilidad son el sector productivo (industrias) y los organismos provinciales (autoridad de aplicación), que deben controlar e inspeccionar constantemente a las industrias.



**Figura 28. Percibimiento de los y las habitantes sobre quienes tienen el deber de control y remediación del barrio.**

Estas entrevistas y encuentros dejan en claro que:

- El barrio La Rotonda está en una clara crisis ambiental, donde vecinos y vecinas requieren de prontas respuestas a sus problemáticas.
- El sector industrial debe implementar medidas de producción más limpia para minimizar sus impactos al ambiente y a los y las habitantes, priorizando los beneficios que ello conlleva.
- Se destaca la importancia de la organización de la comunidad, muy presente en distintos aspectos, la lucha por sus derechos y el anhelo de una mejor calidad de vida.
- Trabajar con perspectiva social para llevar a cabo cualquier método de gestión ambiental para lograr la sostenibilidad tanto del lado del sector industrial como de los ciudadanos.
- Analizar el territorio histórica, personal y detalladamente como eje principal para abordar las problemáticas.
- Mayor control, inspección y respuestas por parte de las autoridades competentes para poder resolver la precarización desde el ámbito laboral de establecimientos industriales como el hábitat poblacional.

- A pesar de no haber analizado las emisiones gaseosas de la curtiembre, evidentemente no deben cumplir niveles admisibles de ácido sulfhídrico, siendo esta sustancia la que genera olores desagradables e irritaciones.

## **12.0 Conclusiones**

La investigación previa sobre distintas técnicas de P+L nacional e internacional, han sido de importancia para el desarrollo de este documento, comprobando que son necesarias estas técnicas de gestión ambiental para la mejora y beneficios del sector industrial como su zona de influencia en términos socioambientales.

El análisis del territorio a través de encuestas resultó ser un eje principal de interpretación y selección de información para determinar las condiciones del área de estudio. De esta manera, evaluar el comportamiento y la percepción de la comunidad de La Rotonda, se concluye que por el impacto negativo de la industria curtidora, como de otros establecimientos productivos, las enormes consecuencias de la exposición en la salud.

Cabe destacar el relevante número (80%) de los encuestados manifestó percibir olores extraños/nauseabundos y numerosas problemáticas de salud, señalando a las industrias como principales responsables de estas causas. La exposición a los determinantes ambientales y las graves enfermedades a causa de los desechos tóxicos del polo industrial, son la principal preocupación. Según los diversos testimonios, confirman que las muestras de agua (supuesta para consumo) de suelo y aire, que han tomado instituciones públicas y privadas, no cumplen los parámetros de las normas establecidas, demostrando con claridad el nivel potencial de crisis ambiental y sanitaria.

Se propone, como uno de los métodos de gestión ambiental junto a profesionales especializados en la temática, aplicar a escala industrial como lo es en una curtiembre, con el propósito de implementarlo de manera continua. En este sentido, se busca que las empresas tengan una gestión integral de sus residuos basada en la idea de economía circular con el objetivo de recuperar materiales y considerándolos como recursos renovables, beneficiando su responsabilidad

empresarial, el cuidado al entorno y obteniendo beneficios económicos desde la prevención de la contaminación.

Con respecto a las proteínas solubilizadas a partir de la piel animal, representan una fracción fundamental del material orgánico contenido en los efluentes de curtiembre, fundamentalmente si nos referimos a los efluentes correspondientes a las primeras etapas del proceso como son los del remojo y pelambre.

En el presente trabajo como material de partida el efluente de pelambre con oxidación previa de sulfuros. La separación y recuperación de la mayor parte de las proteínas solubles a través de la implementación de un proceso de precipitación en medio ácido permitió disminuir considerablemente la DQO que originalmente estaba a 10.820 mg/L, bajó a 6.590mg/L y un pH 12 baja a 3.6hpH, mediante la eliminación de proteínas, generando efluentes del proceso de pelambre menos contaminantes. Además, entre las proteínas recuperadas de dichos efluentes el colágeno resulta de gran interés por su potencial como materia prima para la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria. De esta manera se demuestra a través de un procedimiento simple, que un producto de desecho es recuperado y transformado en una materia prima muy requerida por diferentes industrias.

Se considera este método de P+L como parte de uno de los requisitos a aplicarse en el sector productivo industrial, considerándolo con una perspectiva transversal para obtener y lograr un beneficio y mejoría, tal vez a mediano y largo plazo, siendo parte del objetivo principal de dar una resolución a las diversas problemáticas a vecinos y vecinas del barrio.

Este trabajo puede sentar las bases y herramientas para otras investigaciones que permitan otorgar más herramientas y soluciones tanto al sector productivo como para la población.



## 13.0 Anexos

### 13.1 Anexo I

#### 13.1.1 Glosario

**Absorbancia:** determina cuánta luz absorbe una sustancia química, midiendo la intensidad de la luz cuando un haz luminoso pasa a través de la solución muestra, con base en la ley de Lambert-Beer

**Ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S):** En dilución acuosa es un hidrácido. Este gas presenta olor a la materia orgánica en descomposición, similar al de huevos podridos.

**ACUBA:** Asociación de Curtidores de la provincia de Buenos Aires.

**Agotamiento:** expresa el consumo, de un determinado producto que se encuentra en el baño del proceso, por parte de la piel/cuero.

**Albúmina bovina:** es una proteína extraída del suero bovino.

**AMBA:** Área Metropolitana de Buenos Aires.

**Aminoácidos:** son sustancias cuyas moléculas están formadas por un grupo de carboxilo y un grupo amino. Es un elemento esencial de las proteínas.

**Amoníaco:** a temperatura ambiente, es un gas incoloro de olor muy penetrante y nauseabundo. Se produce naturalmente por descomposición de la materia orgánica y también se fabrica industrialmente. Es fácilmente soluble y se evapora rápidamente

**Arundo Donax:** caña común, es una planta herbácea muy similar al bambú.

**Baño:** es la cantidad de líquido (agua más productos químicos) en la cual se sumerge la piel/cuero en una determinada etapa del proceso.

**Basicidad:** indica el porcentaje, la cantidad de valencias principales del átomo de cromo, que se encuentran combinadas con el grupo hidroxilo. Cuando un tercio de estas valencias están combinadas a grupos hidroxilos, se dice que la basicidad es del 33%.

**Biodegradabilidad:** aptitud que se presentan algunas sustancias para degradarse biológicamente. Son utilizadas como sustrato por microorganismos que las degradan para producir energía.

**Biogás:** es un gas que se obtiene mediante la degradación de materia orgánica, puede ser utilizado para producir energía o calor.

**Biomagnificación:** propagación sucesiva de un tóxico o sustancia nociva de los diferentes eslabones de la cadena trófica.

**Boca abierta:** cuando el lavado de los cueros en el fulón se realiza con las boquillas de salida abiertas.

**Buffers:** es una disolución amortiguadora o reguladora, contiene una mezcla en concentraciones relativamente elevadas de un ácido y su base conjugada, es decir, sales hidrolíticamente activas.

**Cadenas polipeptídicas:** Cuando se unen los aminoácidos para formar polipéptidos, el grupo amino ( $-\text{NH}_2$ ) de un aminoácido se une con el grupo carboxilo ( $\text{COOH}$ ) de otro aminoácido, mediante una reacción de condensación, formando un enlace peptídico o cadena.

**C.I.C.A.:** Cámara de la Industria Curtidora Argentina.

**Colágeno:** proteína fibrosa, constituyente principal de la piel.

**Desarrollo sostenible:** un desarrollo con sostenibilidad satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del ambiente y el bienestar social.

**Desencalado:** eliminar la cal adherida o absorbida por la piel en su parte exterior.

**Dicromato de potasio:** esta sal se utiliza para determinar la DQO en muestras de agua.

**Dodecil sulfato de sodio (SDS):** en la electroforesis el SDS actúa rompiendo enlaces no covalentes en las proteínas, desnaturalizándolas, provocando que estas moléculas proteicas pierdan su conformación nativa.

**DQO:** demanda química de oxígeno.

**DTT:** el ditrioteitol se utiliza como reactivo en el buffer para la electroforesis.

**Eficiencia energética:** conjunto de técnicas para la disminución y uso correcto de la energía para proporcionar productos y servicios.

**Espectrofotómetro:** es un instrumento utilizado para realizar espectrofotometría para medir la cantidad de intensidad de luz absorbida para medir la cantidad en una solución muestra.

**Filtro de prensa/bandas o centrífugas:** se utiliza la deshidratación en el tratamiento de lodos.

**Floculador clarificador:** se utiliza para el decantamiento de sólidos en sustancias acuosas.

**Lavado de batch:** lavado a boca cerrada para el control eficiente del agua.

**Flor:** capa superior del cuero, correspondiente a la capa superior de la dermis.

**Flotes cortos o largos:** Uso de agua en menor o mayor cantidad, respectivamente.

**Fulón:** maquinaria donde se realizan diversos procesos para el tratamiento de la piel.

**Geles poliacrilamida:** es un filtro poroso que se utiliza para la separación de proteínas en la electroforesis.

**Hidrólisis:** reacción química entre una molécula de agua y otra macromolécula, en la cual la molécula de agua se divide y sus átomos pasan a formar unión de otra especie química.

**Huella de Carbono:** indicador ambiental para reflejar las emisiones de carbono por efecto directo a indirecto de un individuo, industria, etcétera.

**I+D:** Investigación y Desarrollo.

**Iodoacetamida:** es un agente alquilante para unirse covalentemente con un grupo para que la proteína no pueda formar enlaces disulfuro.

**Na<sub>2</sub>S:** Sulfuro de Sodio.

**Nano HPCL:** máquina para analizar cromatografía.

**OPDS:** Organismo Para el Desarrollo Sostenible.

***P. australis:*** especie de caña perenne.

**P+L:** Producción más Limpia.

**Papaína:** enzima que se extrae del fruto de la papaya.

**pH:** expresión relativa a la concentración de iones de hidrógeno, indica si el medio es ácido o alcalino.

**Punto isoeléctrico:** tiene carga neta cero, donde el pH es casi nulo en una proteína.

***Sacocornia spp.*:** género de las plantas suculentas, tolerante a la sal de la costa marina.

**Sólidos coloidales:** partículas generalmente sólidas (finas), que se encuentran en un sistema conformado por dos o más fases.

**Solubilidad:** capacidad de una sustancia en disolverse en otra (disolvente).

***T. Latifolia*:** planta herbácea perenne.

**Tamizado:** método mecánico para separar dos sólidos formados por partículas de tamaños diferentes.

**Tanque ecualizador:** retienen caudales fluctuantes elevados, controlan el caudal del influente para que los procesos secundarios y terciarios reciban el caudal consistente.

**Tratamiento biológico:** es parte del proceso de tratamiento de aguas residuales, para aumentar la calidad del efluente.

**Tripsina:** enzima que rompe los enlaces peptídicos de las proteínas mediante hidrólisis.

**Volatilización:** cambio de estado que ocurre cuando una sustancia pasa del estado sólido al gaseoso, por aumento de temperatura, sin pasar por estado líquido.

**Wet Blue:** vocablo inglés que se utiliza para designar el cuero curtido al cromo con una cantidad de humedad entre 50-60%.

## 13.2 Anexo II

### 13.2.1 Curvas de calibración

Determinación de la concentración de proteínas solubles por el método de Bradford

#### Confección de la curva de calibración

Solución madre 1000 microgramos/mL de albúmina

1-Diluir 150 µl de la solución madre con 50 µl de agua: 750 µg/mL

2-Diluir 100 µl de la solución madre con 100 µl de agua: 500 µg/mL

3-Diluir 50 µl de la solución madre con 150 µl de agua: 250 µg/mL

Se preparan en tubos de ensayos las muestras de acuerdo al siguiente protocolo:

**Tabla 3. Mediciones de muestras para espectrofotómetro.**

	<b>Muestra</b>	<b>Blanco</b>
<b>Solución de proteína</b>	50 µl	-
<b>Agua</b>	-	50 µl
<b>Reactivo de Bradford</b>	2.5 mL	2.5 mL

Se deja a cinco (5) minutos a temperatura ambiente y se lee la absorbancia a 595nm en espectrofotómetro

### Resultados

**Tabla 4 Resultados de la medición (promedio de dos determinaciones)**

<b>Microgramos/mL</b>	<b>A 595 nm</b>
250	0.231
500	0.411
750	0.595
1000	0.718

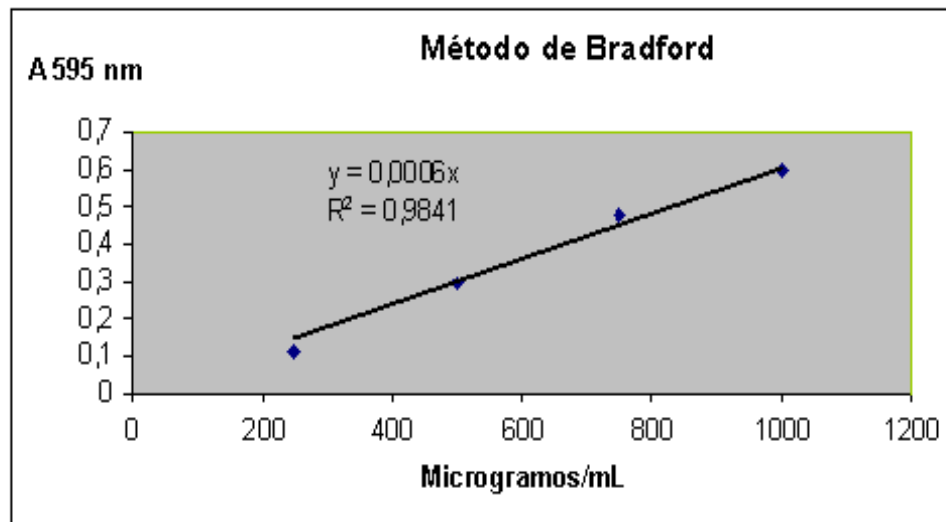


Figura 29. Curva de calibración para proteínas

### Determinación de Demanda Química de Oxígeno (DQO)

#### Curva de verificación de DQO

Se prepararon las siguientes soluciones:

- Solución de digestión: secar 15 g (gramos) de dicromato de potasio en estufa 150°C durante 2 horas, luego disolver 10,3 g del dicromato en 500mL (mililitros) de agua destilada, agregar 167mL de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) y 33,3 g de sulfato de mercurio ( $HgSO_4$ ), llevar a 1000mL.
- Reactivo de ácido sulfúrico/sulfato de plata: Agregar 10 g de sulfato de plata ( $AgSO_4$ ) a 1000mL de ácido sulfúrico.
- Solución de verificación: Se pesa 0,0425 g de biftalato de potasio (KHP), introducir en un matraz y llevar a volumen 100mL. Se pesó exactamente 0,0423g, con una DQO de 497,45.
- Soluciones de trabajo, se pesó exactamente la masa de biftalato de potasio (KHP) y se lleva en matraz a volumen de agua 100mL, (el peso se multiplica por 11760 para conocer la DQO real).

*Preparación de los tubos para la digestión: Agregar 1,5 ml de la solución de digestión en cada uno de los tubos de DQO, adicionar 3,5 ml del reactivo de ácido sulfúrico/sulfato de plata, tapar, mezclar y dejar enfriar.*

*Reacción: pipetear según corresponda 2,5 ml de agua destilada para blanco de reactivos, soluciones de trabajo de KHP, solución de verificación de KHP ó muestra. Tapar y mezclar por inversión. Ubicar los tubos en el termorreactor a 120°C por 2 horas.*

Leer la absorbancia de la solución de verificación a 600 nm contra el blanco de reactivos digerido. Leer las absorbancias de las muestras a 600 nm contra el blanco de reactivos digerido.

-Blanco digerido: 0,066; Blanco no digerido: 0,072

-Masa de verificación: 0,0433;

1. Absorción (promedio):0,212; Abs-Blanco digerido: 0,146
2. DQO real: 509,2 DQO (según curva): **496**

Diferencia con el valor real (+8%): 3%

-Masa de KHP:

1. 0,0083
2. 0,0258
3. 0,0427
4. 0,0596
5. 0,081

-Absorción (abs. promedio):

1. 0,102
2. 0,1635
3. 0,2065
4. 0,2735

0,3645-DQO real:

1. 97,608
2. 303,4

3. 502,15

4. 700,89

5. 899,64

-Abs del Blanco digerido:

1. 0,036

2. 0,0975

3. 0,1405

4. 0,2075

5. 0,2985

$X=0,146+0,0028/0,0003=496$

- Muestra Efluente original (diluído 1:20) = 0,2255

- Muestra Efluente sin proteínas (diluído 1:10) = 0,261

- Blanco: 0,066

- Verificación: 0,212

- Abs Efluente crudo-Blanco digerido: 0,1595

- Abs Efluente sin proteínas- Blanco digerido: 0,195

-  $X=0,1595+0,0028/0,0003=541$

-  $X=0,195+0,0028/0,0003=659$

**Efluente crudo:  $541*20=10820$  mgO<sub>2</sub>/L**

**Efluente sin proteínas:  $659*10=6590$ mgO<sub>2</sub>/L**



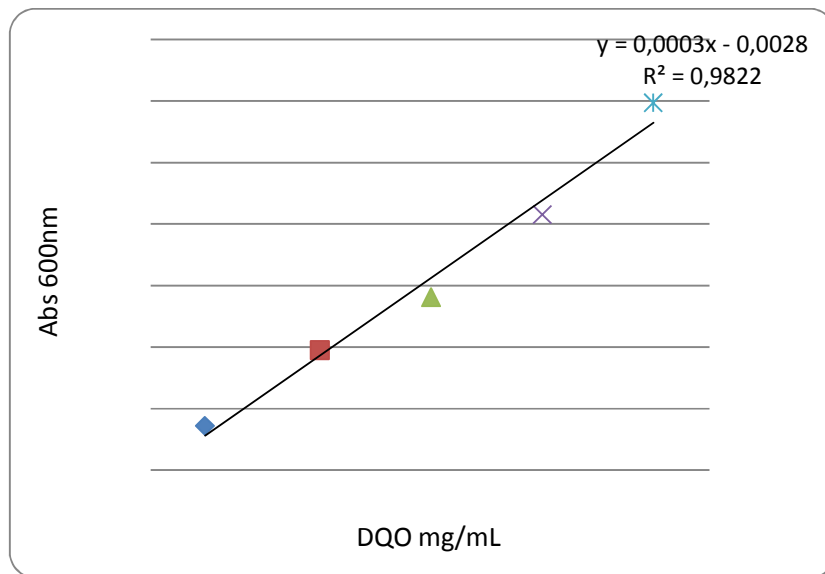


Figura 30. Curva de calibración DQO

### 13.2.2 Modelo de encuesta

Para realizar esta encuesta, el modelo surgió del proyecto de "Vulnerabilidad hídrica en el conurbano de Buenos Aires" que se realiza en la UNAJ.

#### 1. UBICACIÓN

Encuesta en el barrio La Rotonda de Florencio Varela, las viviendas entrevistadas fueron intercaladas

1.1

#### 2. PRESENTACIÓN

Estoy realizando un trabajo de investigación sobre la percepción de los vecinos del barrio, relacionado a las cortiembres en la zona y quisiera hacerle unas preguntas. Solo tomará unos minutos. El objetivo de estas preguntas es obtener datos sobre su propio punto de vista, aquí no se tomarán denuncias ni culpabilizará a ningún organismo o empresa.

---

### **3. CUESTIONARIO**

---

#### **3.1 Provisión y procedencia del agua**

Red pública  
Perforación con bomba de motor  
Perforación con bomba manual  
Pozo  
Transporte por cisterna  
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia  
No sabe/no contesta

#### **3.2 Tipo de desagüe del inodoro**

A red pública (cloaca)  
A cámara séptica y pozo ciego  
A pozo ciego  
A hoyo, excavación en la tierra  
Sin retrete  
No sabe/no contesta

#### **3.3 Nivel de enseñanza completo del/la cabecera de la familia**

Primario  
Secundario  
Superior no universitario  
Universitario  
Post universitario  
Educación especial  
No sabe/no contesta

#### **3.4 ¿Hace cuántos años vive en el barrio?**

Menos de 5 años  
Más de 5 años  
Más de 10 años  
Más de 20 años

#### **3.5 ¿Conoce el estado en el que está el arroyo Las Conchitas?**

Si  
No  
Desconozco

#### **3.6 ¿utiliza el arroyo Las Conchitas de alguna manera? ¿Cómo?**

Si  
No

Desconoce/no contesta

**3.7 ¿Ocasionalmente nota olores extraños en el barrio más de lo habitual? ¿Cómo o cuáles?**

Si

No

Desconoce/no contesta

**3.8 ¿Nota alguna problemática que afecte a su salud y/o a los huéspedes de su casa? ¿Cuáles?**

Si

No

Desconoce/no contesta

**3.9 ¿Tiene registro de problemáticas de salud (respiratorios, en la piel, crónicos) en el barrio?**

Si

No

Desconoce/no contesta

**3.10 ¿Ha observado si alguna industria en particular genera consecuencias que afecten al barrio y/o al arroyo? ¿Cuáles?**

Si

No

Desconozco

**3.11 ¿Usted o los vecinos realizan algún tipo de acción para reducir aspectos negativos en su barrio?**

Si

No

Desconoce/no contesta

**3.13 ¿Ha tenido o tiene algún tipo de conflicto con la industria curtidora? ¿Cuál/cuales?**

Si

No

**3.14 ¿Qué sería importante para usted para que mejore la calidad ambiental del barrio?**

--

**3.15 Para usted, ¿quién/quienes son responsables de mejorar las condiciones del barrio en cuanto a las problemáticas ambientales?**

El sector productivo que debe mejorar su proceso de producción

El gobierno municipal tiene que estar más presente

El gobierno provincial tiene que estar más presente

Nosotros como vecinos debemos colaborar con el progreso del barrio

No sabe/No contesta



## 14.0 Bibliografía

- Calheiros, Cristina S.C., Rangel, Antonio O.S.S, y Castro, Paula M.L. (2014) *Constructed wetlands for tannery wastewater treatment in Portugal: Ten years of experience*. Centro de Biotecnología e Química Fina – Laboratório asociado, Escola Superior de Biotecnología. Universidade Catolica Portuguesa/Porto, Porto, Portugal.
- Chattopadhyay, S. & Raines, R.T. (2014). *Biopolymers* 101, 821
- Dong, C. (2016). *Polymers* 8, 42.
- Duran, D. y Lara, A. (1994) *Convivir en la tierra*. Editorial Lugar, Buenos Aires.
- Errasti ME, Caffini NO, López LMI. (2018) "Proteolytic extracts of three Bromeliacea especies as eco-compatible tools for leather industry". *EnvironSciPollut Res Int.* doi: 10.1007/s11356-017-1096-6.
- Escobar, Roberto (2011). *Guía de producción más limpia para la industria curtidora*. Ex Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.
- Ferrero, J.M. (1974) *Depuración Biológica de las aguas*. Editorial Alhambra, Madrid.
- Garbisu C., Alkorta I. Phytoextraction: a cost-effective plant-based technology for the removal of metals from the environment. *Bioresource Technology*, 77, 229-236, 2001.
- Garcia M, Ibañez J, Alvira F. El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de Investigación. Madrid: Alianza Universidad Textos, 1993; p. 141-70.

- Guerrero Useda, M. (2014), *Sostenibilidad de pequeñas curtiembres de Villapinzón*. (Productividad y competitividad)
- Greenpeace.(2012) *Cueros tóxicos: Nuevas evidencias de contaminación de curtiembres en la cuenca Matanza-Riachuelo*. Buenos Aires, Argentina.
- Laemmli, U.K. (1970)*Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4*. Nature 227: 680-685
- Laura M. I. Lopez, Carolina A. Viana, María E. Errasti, María L. Garro, Jose E. Martegani, Germán A. Mazzilli, Cleverton D. T. Freitas, Idila M. S. Araujo, Rafaela O. da Silva, Marcio V. Ramos (2017) “Latexpeptidases of *Calotropis procera* for dehairing of leather as an alternative to environmentally toxic sodium sulfide treatment” *Bioprocess Biosyst Eng*. DOI 10.1007/s00449-017-1796-9
- Ma C.H. et al. (2016). *J Mat Chem B* 4, 3892. 12
- Martínez Buitrago, S.Y. & Romero Coca, J.A. (2016). *Revisión del estado actual de las curtiembres en sus procesos y productos: un análisis de su competitividad*. Villapinzón, Colombia.
- Paul, H.; Convington, A.D.; Antunes, P. (2013). *Bangladeshi Leather Industry: An overview of recent sustainable developments*. University of Northampton. Artículo de *Journal Society of Leather Technologists and Chemists*.
- Sanchez R. (2014). Efluentes Líquidos de curtiembre. Curso auspiciado por la Asociación de Químicos y Técnicos de la Industria del Cuero (AAQTIC).

- Shanker A.K., Venkateswarlu B. Chromium: Environmental Pollution, Health Effects and Mode of Action. Encyclopedia of Environmental Health (2011) 650-659.
- Sierra Bravo, Restituto. (1994) Técnicas de Investigación Social- Teorías y ejercicios. Universidad Panamericana, Madrid, España.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. 20ed., New York, 1998.
- <http://servicios.infoleg.gob.ar/>
- <http://www.ada.gba.gov.ar/>
- <https://www.inti.gob.ar/areas/servicios-industriales/servicios-sectoriales/cueros>
- <http://www.opds.gba.gov.ar/>