

Provincia: La Pampa

Nombre: ECOEPET

Nivel: Secundario

Modalidad: Educación Técnico
Profesional (ETP – B)

Informe del Proyecto:



EPET

OBTENCION DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO

Modalidad:

EDUCACION TECNICO PROFESIONAL

Especialidad

**DESARROLLO SUSTENTABLE
Y CONSERVACION
DEL MEDIO AMBIENTE**

Categoría

ETP – B - 4

Datos Personales/Equipo Expositor

PABLO GARRONE

Docente - DNI 32.747.036

GUILLERMO PEREZ

Estudiante - DNI 41.526.495

JUAN SAUMEL

Estudiante - DNI 41.642.094

Datos Institucionales

**ESCUELA PROVINCIAL
DE EDUCACION TECNICA N° 6**
San Lorenzo 1330 – Realicó – La Pampa – Argentina

Email: epet6@lapampa.edu.ar

Contenido

CONTENIDO	2
RESUMEN	3
JUSTIFICACIÓN / PLANTEO DEL PROBLEMA	4
OBJETIVOS	9
GENERALES	9
ESPECÍFICOS	10
METODOLOGÍA	11
MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROCESO DE TRABAJO	12
TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE ND	12
REQUERIMIENTOS DEL EQUIPO A DESARROLLAR	12
DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO	13
DISEÑO PRELIMINAR SELECCIONADO	13
DESARROLLO CONSTRUCTIVO Y EXPERIMENTAL	16
RESULTADOS	24
LÍNEAS DE TRABAJO A FUTURO	25
BIBLIOGRAFÍA	26
AGRADECIMIENTOS	28
ANEXO 1	29
EL CAUCHO	29
ANEXO 2	31
EL NEUMÁTICO	31
ANEXO 3	34
NORMAS RELACIONADAS CON GESTIÓN DE CAUCHO	34
<i>De competencia Federal</i>	34
<i>De competencia provincial</i>	36
ANEXO 4	40
PATENTAMIENTO VEHICULAR	40
ANEXO 5	41
EL MERCADO DE NEUMÁTICOS EN LA ARGENTINA	41
ANEXO 6	43
TECNOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE GCR	43
ANEXO 7	46
MERCADO DEL GCR	46
ANEXO 8	48
SOLUCIONES EN JURISDICCIÓN NACIONAL Y PROVINCIAL	48

Resumen

Al genérico y perceptible carácter global que subsume en el problema de la contaminación ambiental se le suma la creciente preocupación ciudadana que intenta estrechar la relación entre los distintos problemas que caracterizan la actual situación de emergencia planetaria con problemas específicos del contexto inmediato.

Es en este marco particular donde, **detectado** el inconveniente ambiental que representan para las sociedades los depósitos de “*neumáticos descartados*” (ND), un producto industrial derivado del caucho para el cual aún no se ha desarrollado una biodegradación natural o artificial, **analizada** su creciente inserción en el mercado; **divisados** tanto el marco jurídico regulatorio para el país, la provincia y la localidad, como la irrupción en el mercado nacional e internacional de empresas denominadas “de triple impacto” que efectivizan la reincorporación de granos de caucho reciclado (GCR) a los procesos productivos; y **entendiendo** que el tratamiento de los neumáticos de desecho debe realizarse en sitios cercanos y/o inmediatos al lugar de su generación y como responsabilidad extendida del productor de los mismos, surge como objetivo el **desarrollo de un módulo tecnológico portátil que obtenga dicho subproducto** y que, como terminal de una secuencia de máquinas trozadoras de neumáticos ya existentes y de bajo costo permita, a toda persona física o jurídica que fabrique y/o coloque neumáticos en el mercado, incorporar valor agregado a sus productos y disminuir el efecto ambiental nocivo que representa su almacenamiento en basureros a cielo abierto.

Tras la correspondiente recopilación de datos y la realización de diseños iniciales enfocados en un módulo de tamaño reducido, de bajo costo, ergonómicamente apropiado y con control electrónico, se construye una **plataforma de desarrollo tecnológico** que, partiendo de “cortes y/o trozos de caucho” [$\pm 10\text{mm}$ a $\pm 70\text{mm}$] produce inicialmente bastones o “*chips*” [$\pm 1\text{mm}$ a $\pm 10\text{mm}$], y permite la experimentación necesaria para ocasionar diseños nuevos y/o modificaciones con el objetivo de producir granulado o “granulate” [0 a $\pm 1\text{m}$] separado del acero y fibras textiles portados por el producto base y aptos para su reutilización en productos nuevos.

Son además objetivos complementarios acciones de “**sensibilización**” del entorno ciudadano promoviendo conciencia ambiental y acciones de “**movilización**” de voluntades intraescolares y/o extraescolares para desarrollar normativas locales y/o leyes provinciales, y poder contribuir junto al desarrollo tecnológico, a logros que permitan “...**maximizar la reutilización, el reciclado y/o la recuperación energética de neumáticos, para llevar al mínimo nivel la disposición final de los mismos...**”

Justificación / Planteo del problema

La “*calidad de vida*” de los pueblos está mayoritariamente vinculada al “*modelo económico*” bajo el cual se desempeñan sus relaciones comerciales; una tipología que subsumida en grandes e históricas luchas sociales ha generado modelos que, aún antagónicos, necesitan del “**consumo**” para no solo poseer identidad ideal sino además para conformar lo que se denomina “**mercado**”; un ámbito más propicio para la realidad empírica de un modelo económico donde todos los seres humanos demandan algo, y donde existe como contraparte la oferta, de innegable incidencia en la existencia de la “**tecnología**”, dado que, como actividad encargada de satisfacer demanda y/o generarla, no solo ha caracterizado modelos económicos sino que además ha incidido de manera contundente en la calidad de vida de las personas, al punto que ha sido un rasgo de las sociedades contemporáneas el expresar casi espontáneamente que a mayor grado de tecnificación de una sociedad, mayor calidad de vida.

Sin embargo, entre otros factores no menos importantes como los son salud, educación y hábitat, la “*modernidad vigente*” inmersa en un ámbito de mercados globalizados y dentro de una corriente evolutiva tecnológica que se transforma a velocidades exponenciales, en contraposición a transformaciones lineales de no hace mucho tiempo, está demostrando que esa “*medida de cantidad y calidad tecnológica*” y la forma en que se controla o se libera la relación oferta/demanda de productos definen más bien un “**modo cualitativo de convivencia**” de una sociedad, que deviene de considerar una puesta en valor de “**los efectos**” que producen.

En términos de transformación tecnológica, ¿quién puede negar la influencia que tienen en el modo de convivir de los seres humanos la tecnología digital y la tecnología genética por dar ejemplos?, y en términos de globalización de mercados, ¿no son acaso el “*brexít*” inglés, el “*independentismo*” catalán, y otros tantos deseos separatistas como Flandes, Córcega, Escocia, Irlanda, Baviera, Padania y los Kurdos en Irán, efectos del modo de control de mercado que inciden en la convivencia de las comunidades?

Resultaría extensiva una enumeración de casos donde el “**modo cualitativo de convivencia**” resulta afectado por el **vínculo entre la tecnología y la relación oferta/demanda de un producto en un mercado económico determinado**, sin embargo, si se analiza el conjunto de “*medios*” necesarios para llevar a cabo la producción y/o distribución de un producto y/o prestación de un servicio se podrá observar, en todas las escalas comerciales, una “**importante incidencia**” de aquellos medios que proporcionan “**movilidad y transporte terrestre**” (desde el Transporte Público que abarca a los Trenes y Autobuses, a los que se utilizan en forma personal y/o empresarial con automóviles¹ y motocicletas), y para ellos la “**tecnología de desarrollo de neumáticos**” no solo ha satisfecho eficazmente la “**demanda**” sino que ha sido, es y seguirá siendo una constante generadora de la misma.

Sin embargo, no es igual de eficaz el efecto que esta “**oferta tecnológica**” genera en el “**modo cualitativo de convivencia**” de los seres humanos.

Este “*ofrecimiento*” tecnológico, que se vincula originalmente con el descubrimiento del “**caucho**” realizado por Charles Marie de La Condamine en el año 1735 (Anexo 1), obtiene un impulso considerable en la oferta de productos de caucho a partir de:

- el descubrimiento del proceso de “**vulcanización**” efectivizado por Charles Goodyear en 1870, inventor estadounidense que, tras endeudarse y dedicar cinco años a la tarea de investigar la manera de mejorar la calidad del caucho o hule natural lo descubre por accidente en 1839 (Anexo 1); y
- el surgimiento de una “**manufactura**” que utilizando básicamente dos tipos de caucho, el natural y el sintético², fabrica entre sus variados y diversos productos el “**neumático**”; un producto que sin dudas ha causado innumerables aportes al comercio internacional e incluso al entretenimiento de los seres humanos en sus diversas utilidades y/o aplicaciones.

¹ Desde Autos, SUV y Camionetas (segmentados A, B, C, D, E,...; de Turismo, Ejecutivos, Deportivos, rurales, etc.) hasta Camiones, Maquinas Agrarias y Mineras.

² El primero se produce principalmente en el sudeste asiático y el segundo procede en su mayoría de países industrializados como Estados Unidos, Japón, Europa occidental y Europa oriental y Brasil -Por más información ver Anexo 1-

También denominado cubierta, goma o llanta, es una pieza que al colocarse en la rueda de un vehículo se configura como único punto de contacto de este con el suelo para conferir adherencia y configurar parámetros de tracción, dirección, amortiguación de golpes, estabilidad y soporte de carga; estas exigencias se logran construyendo una estructura típica de neumático que en su modos “*radial*” y “*diagonal*” incorpora al caucho, durante el proceso de fabricación (Figura 80.3 - Anexo 2), textiles, acero y productos químicos.

Según la fuente “materiales y compuestos para la industria del neumático” de Guillermo Castro (ver en Anexo 2) aproximadamente el 45% de los materiales de un neumático es caucho, mientras que el resto se compone de Negro de Humo (22%), Óxido de Cinc (2%), material textil (5% solo en neumáticos para autos), acero (15% autos y 25% camiones); Azufre (1%) y otros. Todo ello es necesario para cumplir funciones relacionadas con el esqueleto estructural, con la permisividad de la deformación, con la mejora de la oxidación, como catalizador, para permitir la vulcanización y para contener factores de envejecimiento.

Si se tiene en cuenta que por cada vehículo construido y vendido (ver anexo 4) se necesitan entre dos y dieciocho unidades (ver Anexo 2), no habrá dificultades en observar cual es la incidencia que tiene la producción de neumáticos en la balanza comercial de un modelo económico, dada su influencia cuantitativa en la relación oferta/demanda, dado que por lo general, este producto -el neumático- recorre a lo largo de su vida útil una distancia aproximada de 40.000 kilómetros hasta ser necesaria la sustitución del mismo.

Esta cifra relacionada con el kilometraje recorrido por un automóvil puede además verse aumentada o reducida en relación a factores de carga, modo de uso, presión de inflado, corrección periódica de convergencia/divergencia y/o rotaciones, entre otros, sin embargo, la regla es que cuando el dibujo de la cubierta tiene una profundidad inferior a los 1,6 milímetros, legalmente es necesario sustituirlos. Suponiendo que la durabilidad promedio en el tiempo para recorrer los kilómetros expuestos hasta el recambio formal/legal de las cubiertas es de aproximadamente dos años y tomando en consideración las ventas de las dos últimas décadas en nuestro país (Ver patentamientos Anexo 4) es posible realizar la siguiente tabla de cálculo:

VEHICULOS NUEVOS PERIODO 1995-2016											
TOTAL DE VENTAS EN EL PAIS - RECAMBIOS DE NEUMATICOS SEGUN PERIODO ESTANDARD DE 40.000 Km DE USO											
Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ciclos/Años	1995-1996	1997-1998	1999-2000	2001-2002	2003-2004	2005-2006	2007-2008	2009-2010	2011-2012	2013-2014	2015-2016
Unidades 0 Km Vendidas	770.000	900.000	760.000	310.000	450.000	850.000	1.180.000	1.170.000	1.690.000	1.620.000	1.360.000
Neumaticos Nuevas	3.080.000	3.600.000	3.040.000	1.240.000	1.800.000	3.400.000	4.720.000	4.680.000	6.760.000	6.480.000	5.440.000
Neumaticos de Recambio	0	3.080.000	6.680.000	9.720.000	10.960.000	12.760.000	16.160.000	20.880.000	25.560.000	32.320.000	38.800.000
Neumaticos por periodo	3.080.000	6.680.000	9.720.000	10.960.000	12.760.000	16.160.000	20.880.000	25.560.000	32.320.000	38.800.000	44.240.000
Neumaticos/Acumulativo	3.080.000	9.760.000	19.480.000	30.440.000	43.200.000	59.360.000	80.240.000	105.800.000	138.120.000	176.920.000	221.160.000

Con lo calculado y expuesto, se puede concluir entonces que la satisfacción y/o generación de demanda que la tecnología de producción de neumáticos ha ocasionado en el mercado comercial argentino, efectivizo una fabricación de más de doscientos millones de neumáticos en veintiún años.

Dicho de otra forma, como producto de las ventas y recambios realizados en las dos últimas décadas, se ha efectivizado una inserción en el hábitat natural del territorio nacional de aproximadamente doscientos veinte millones de neumáticos en desuso.

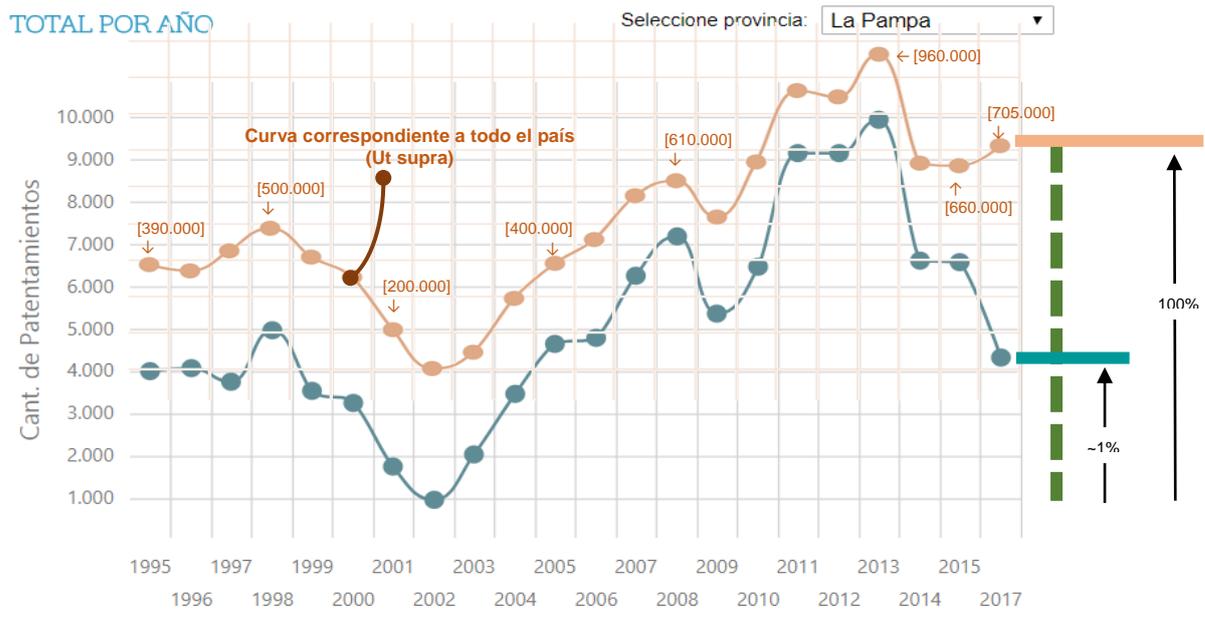


Nota: estos datos se corroboran además con datos proporcionados por la Cámara de Industria del Neumático (CIN), en relación al Consumo Aparente de neumáticos que resulta de sumar producción e importaciones y de restar exportaciones (Anexo 5 – Tablas y Grafica).

En este punto de análisis resulta pertinente tener en cuenta que un neumático acumulado a la intemperie necesita para su degradación, por incorporar largas cadenas de polímeros, tiempos que van desde los 500 a los 3000 años; por esta razón, para los científicos que investigan al respecto, el “caucho vulcanizado” puede ser considerado un “material xenobiótico”, es decir: “...nuevas estructuras químicas producidas por el hombre, que no han estado en el planeta (al menos en suficiente cantidad) durante la evolución, por lo que no habría habido el suficiente tiempo como para que evolucionen microorganismos con capacidades para degradarlos” y, si bien se están desarrollando proyectos que intentan aprovechar la enorme diversidad biológica presente en la naturaleza para obtener comunidades microbianas y poder reducir el caucho o sus componentes, la velocidad de biodegradación lograda a la fecha es muy diferente a las condiciones normales de uso como neumático.

En este marco contextual es posible observar entonces que al importante aporte cuantitativo y cualitativo que el producto genera en el mercado de ofertas y demandas de logística y transporte de personas y por ende mejorando los modos cualitativos de convivencia de las mismas, se le opone la “contingencia ambiental” que representa su cualidad de “material xenobiótico”, un efecto por cierto “poco cualitativo” en la convivencia de las comunidades.

Para un análisis más específico de la problemática en nuestra comunidad, la pampeana, y teniendo en cuenta la relación directa que existe entre las ventas de vehículos y la cantidad de neumáticos necesarios para su uso con el consecuente desecho de los mismos, se interpolan las curvas de patentamiento de vehículos en territorio nacional y en territorio pampeano, explicitadas en el Anexo 4:



En esta comparativa se observa que en nuestra provincia los valores son aproximadamente el 1% de los de la nación; con esto se puede afirmar que en la jurisdicción pampeana se han acumulado desde 1995 alrededor de dos millones doscientos diez mil neumáticos en desuso (2.210.000)³. Paralelamente, al observar los datos de la población total publicados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) correspondientes a los valores censados en los años 2001-2010⁴...

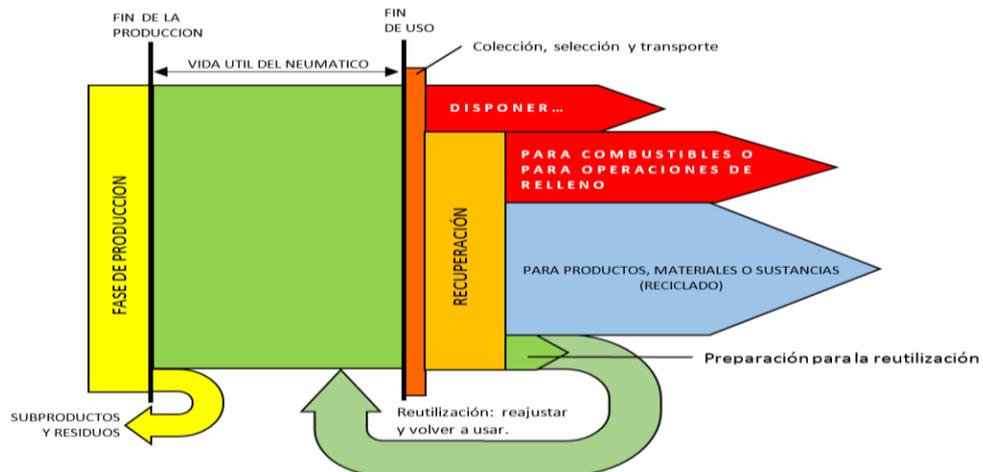
Provincia	Población		Variación absoluta	Variación relativa (%)
	2001	2010		
Total del país	36.260.130	40.117.096	3.856.966	10,6
Ciudad Autónoma de Buenos Aires	2.776.138	2.890.151	114.013	4,1
Buenos Aires	13.827.203	15.625.084	1.797.881	13,0
24 partidos del Gran Buenos Aires	8.684.437	9.916.715	1.232.278	14,2
Interior de la provincia de Buenos Aires	5.142.766	5.708.369	565.603	11,0
...				
La Pampa	299.294	318.951	19.657	6,6
...				

Nota: la población total incluye a las personas viviendo en situación de calle.

... se trasluce que mientras el total del país alberga en 2010 a 40.117.096 habitantes, La Pampa solo contiene 318.951 personas; todo lo que permite deducir que mientras en Nación habría aproximadamente **5,5 neumáticos en desuso acumulados por persona** en las últimas dos décadas, en La Pampa habría **más de 6** (seis); una cifra que aun con un margen de error alto resulta ciertamente preocupante; inquietud certificada de algún modo por una publicación del día 6 de febrero del corriente año realizada en la edición impresa del diario "El Cronista" (noticia replicada en la versión digital)⁵ donde se expresa como título "**Volvió a subir la venta de 0 km y prevén superar los 780.000 este año**"...

Nota: Se hace significativo el dato explícito en anexo 5 donde se puede observar que el 58% del total de producción de neumáticos del país se comercializa en tres provincias Buenos Aires, La Pampa y Córdoba).

En este marco de contingencia medioambiental surge significativo considerar entonces cómo se gestiona no solo la producción de neumáticos sino también su utilización y su desecho. La grafica siguiente expresa procesos genéricos al respecto⁶:



³ Resulta de multiplicar los 221.160.000 de neumáticos acumulados en el país según tabla anterior por el factor 0,01 -1%- que resulta de la equivalencia en La Pampa.

⁴ http://www.indec.gov.ar/censos_total_pais.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=41&id_tema_3=135&t=3&s=6&c=2010

⁵ <https://www.cronista.com/negocios/Volvio-a-subir-la-venta-de-0-km-y-preven-superar-los-780.000-este-ano-20170602-0014.html>

⁶ Lo Presti, D. (2013) Recycled Tyre Rubber Modified Bitumens for road asphalt mixtures. Construction and Building Materials, 49. pp. 863-881.

Analizando estos procesos, considerando los efectos negativos de toda contingencia ambiental en el hábitat de las personas, y teniendo en cuenta que la tecnología satisface y genera demanda en los mercados comerciales con incidencia directa en el modo de convivir de las personas, es posible concluir que se necesita de manera urgente desarrollar tecnologías que permitan **“reincorporar los desechos sólidos de un neumático descartado a los procesos productivos de las empresas”**

Todo en un contexto donde hay...

- ✓ **dificultades** para hacer desaparecer los neumáticos una vez usados (Anexo 8);
- ✓ **escasez** de políticas y normativas que favorezcan su recogida y la implantación de industrias dedicadas a la tarea de recuperar o eliminar de forma limpia, los componentes peligrosos de las gomas de los vehículos (Anexo 3); e
- ✓ **insuficiencia** de maquinarias y tecnologías de reciclado de bajo costo y operativas en mercados comerciales que aun pequeños manejan volúmenes que justifican inversiones en el tratamiento de neumáticos de descarte (Anexo 6);

...para tratar un **“neumático de descarte”** (Según conceptualización jurídica nacional/ Anexo 3) que propone...

- ✓ **difícil manipulación**, por forma, volumen y no compactibilidad;
- ✓ **almacenamiento riesgoso** dado que conlleva un potencial de incendios que provoca al quemarse un humo tóxico y un líquido aceitoso que contamina el agua y el suelo;
- ✓ **proliferación de diferentes insectos transmisores de enfermedades** en caso de estancamiento de agua en su interior, y
- ✓ **difícil enterramiento** dado que tienden a volver a la superficie.

Con el escenario revelado, no es difícil entonces imaginar que:

En la existencia del neumático descartado se manifiesta:



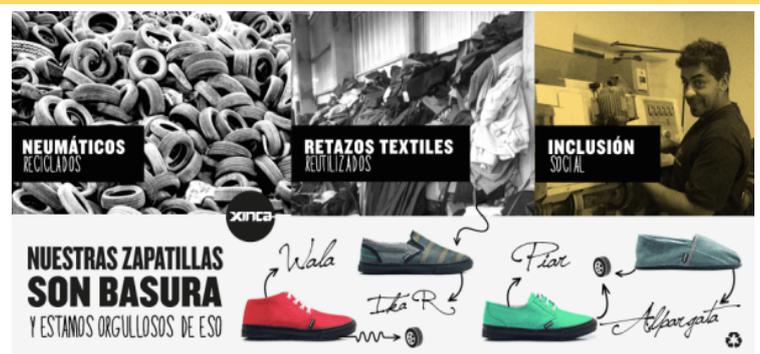
Un efecto nocivo para el medio ambiente;



Un permisible efecto positivo en su reincorporación a los procesos productivos; y



Un potencial “valor agregado”.



Factores que muestra la publicidad de una empresa de origen mendocino, incluida conceptualmente entre las denominadas “empresas de triple impacto”⁷ e incipientes en el mercado, que confecciona calzado y otros productos incorporando caucho (de neumático) reciclado, ropa en desuso y residuos textiles en su fabricación, y que lo realiza trabajando “...con los que menos oportunidades tienen, personas privadas de su libertad y talleres sociales”....⁸

⁷ En los EEUU 31 estados ya aprobaron una legislación que regula a las "Benefit Corporations" o "B Corps"; Italia también sancionó, el 28 de diciembre de 2015, una ley especial para regular a las "Società B".

⁸ <https://www.cronista.com/responsabilidad/Con-respaldo-de-Ley-20170720-0021.html>

Objetivos

Generales

En relación al programa de “*Manejo Sustentable de Neumáticos*” reglamentado por la gestión pública federal, y como forma de contribución a las metas sugeridas de “*proximidad*”⁹, “*responsabilidad extendida del productor*”¹⁰, “*prevención*”¹¹ y “*valorización*”¹² se propone:

- 1º _ *Diseñar y construir un dispositivo tecnológico portátil*¹³ que, integrado como “*modulo terminal*” a una cadena de máquinas trozadoras de neumáticos y de bajo costo, permita a un productor de neumáticos¹⁴ disponer de granos de caucho reciclado¹⁵ (GCR) provenientes de neumáticos de desecho¹⁶ para agregar valor¹⁷ a su producción o servicio.
- 2º _ *Contribuir a la promoción de esta y otras formas de valorización de dicho pasivo ambiental y fomentar su correcto manejo, manipulación, disposición final y uso.*

Ante la necesidad ambiental, económica y social de “*reincorporar los desechos sólidos a los procesos productivos de las empresas*”, se propone:

- 3º _ *Obtener un grano de caucho reciclado (GCR) con características específicas para “valorizar” su producción y fortalecer su potencial de utilidad dentro de una determinada cadena de producto derivado.*

⁹ Ut supra, Ítem “2º. a” Reglamentación de SAyDS: “...el tratamiento de los neumáticos de desecho deberá realizarse en los sitios adecuados más cercanos posibles al lugar de su generación”.

¹⁰ Ut supra, Ítem “2º. b” Reglamentación de SAyDS: “...asignación de la carga de la gestión ambiental a los Productores, a lo largo de todo el ciclo de vida del producto incluida la etapa post-consumo”.

¹¹ Ut supra, Ítem “2º. c” Reglamentación de SAyDS: “...las causas y las fuentes de los problemas ambientales se atenderán en forma prioritaria e integrada, tratando de prevenir los efectos negativos que sobre el ambiente se puedan producir”.

¹² Ut supra, Ítem “1º. k” Reglamentación de SAyDS: “...acción o proceso que permita el aprovechamiento de los neumáticos, así como de los materiales que los conforman, siempre que no represente un impacto negativo significativo al ambiente o la salud humana. Se encuentran comprendidos en la valorización los procesos de reutilización y reciclaje”.

¹³ Portátil es una noción que procede de “*portātum*”, un término latino. Este adjetivo hace referencia a aquello que resulta “*sencillo de trasladar*” y que, por lo tanto, se lo puede calificar como “*móvil*”.

¹⁴ Ut supra, Ítem “1º. n” Reglamentación de SAyDS: “...toda persona que fabrique y/o coloque neumáticos en el mercado...”;

¹⁵ Ut supra, Ítem “1º. i” Reglamentación de SAyDS: “...proceso de extracción y transformación de los componentes y/o elementos de los neumáticos de desecho para su utilización como insumo o materia prima de otro proceso productivo en una aplicación distinta a la original”.

¹⁶ Ut supra, Ítem “1º. e” Reglamentación de SAyDS: “...aquellos neumáticos que no pueden usarse para el propósito que se fabricaron originalmente careciendo de condiciones técnicas necesarias para un proceso de reconstrucción, o aquellos que su poseedor ha transformado en desecho/residuo por propia decisión”

¹⁷ El “valor agregado” es el valor económico que el proceso de producción le suma a un bien.

Específicos

En relación al objetivo general de diseño y construcción de un dispositivo tecnológico portátil:

- a_ Diseñar y construir un prototipo experimental de bajo costo para obtener granos de caucho reciclado a partir de “trozos” de neumáticos de desecho en “fase de granulación”¹⁸.
- b_ Utilizar como recurso la energía eléctrica de modalidad monofásica que es provista por el sistema de distribución a los domicilios de manera genérica.
- c_ Incorporar sistemas de control eléctrico-electrónico en los diferentes sistemas y/o subsistemas que se incorporen al prototipo experimental.
- d_ Incorporar al diseño una ergonomía¹⁹ apropiada, de manera que exista una correcta interrelación del dispositivo con el contexto, priorizando que verifique el tratamiento de la seguridad, tanto para los elementos/equipos electromecánicos y electrónicos presentes, como para el/los usuario/s del dispositivo.
- e_ Desarrollar una aplicación móvil de información y control (App) que, utilizada en teléfonos inteligentes, tabletas u otros dispositivos móviles, facilite al usuario del prototipo tareas concretas de gestión.

Respecto del objetivo general de promocionar la valorización del neumático de desecho y fomentar su correcto manejo:

- f_ Efectivizar reuniones interescolares y extraescolares para desarrollar proyectos de normativas que conduzcan a establecer reglas locales, regionales o provinciales tanto para minimizar el efecto nocivo que el neumático de desecho ocasiona al medio ambiente, como para maximizar su reincorporación a los procesos productivos y su potencial “valor agregado”.²⁰

Respecto de la meta de obtención de un grano de caucho reciclado “valorizado” con características específicas:

- g_ Recolectar datos para dilucidar un tamaño de triturado que permita gránulos de caucho reciclado (GCR) con condiciones óptimas para su inserción en procesos productivos que lo utilicen como materia prima.
- h_ Adecuar el diseño y la construcción del prototipo para avanzar a la “fase de refinación”²¹ (separación caucho-textil-acero) del granulo obtenido.

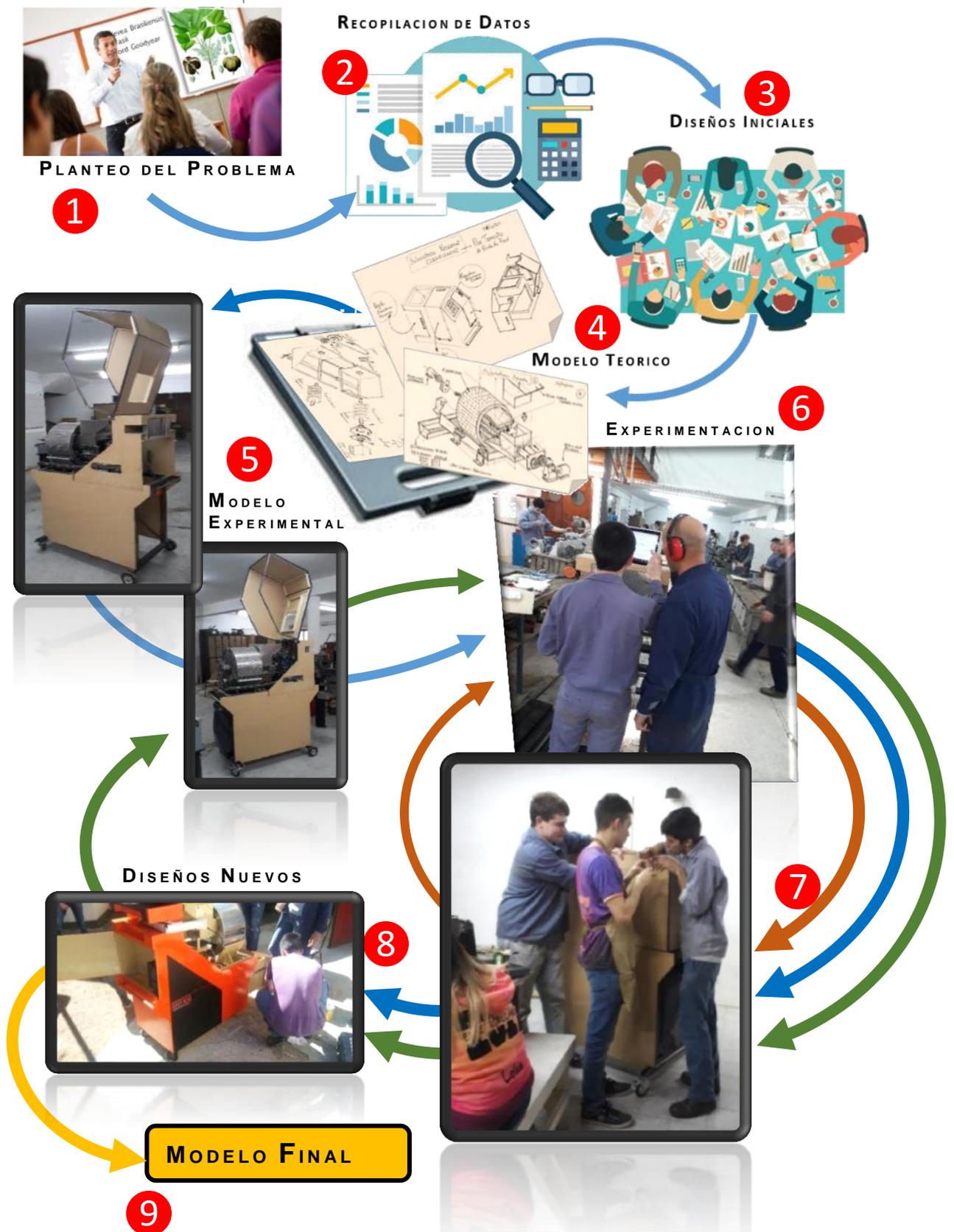
¹⁸ Ut supra Marco Tecnológico.

¹⁹ CAÑAS DELGADO, J.J. (2011).Ergonomía en los Sistemas de Trabajo. Grupo de Ergonomía Cognitiva de la Universidad de Granada. “...*Disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los otros elementos de un sistema. Profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar un sistema a fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento global del sistema*”. Página 13.

²⁰ Según observaciones realizadas ut supra en marco contextual.

²¹ Ut supra Marco Tecnológico.

Metodología



Memoria Descriptiva del Proceso de Trabajo

Definidos los objetivos del proyecto, inicialmente se procede a la propuesta de soluciones que permitan alcanzar aquellos relacionados con la construcción del prototipo experimental. Para esto se realiza un relevamiento de las técnicas existentes para el procesamiento de los neumáticos de descarte (ND), principalmente de los métodos que permitan la aplicación en pequeña escala.

Técnicas de procesamiento de ND

Dentro de las técnicas más difundidas para el procesamiento de ND, se destacan las siguientes:

- *Regeneración*: Obtención de materia prima similar al caucho original a partir del material de descarte. Esta nueva materia prima podría vulcanizarse y ser utilizada nuevamente en la producción de nuevos neumáticos, aunque difícilmente cumpla con los requerimientos de calidad exigidos.
- *Termólisis*: Calentamiento del material recuperado en ausencia de oxígeno. Por este método es posible obtener los materiales originales del neumático para ser reincorporados a la producción industrial.
- *Pirólisis*: Un tipo particular de termólisis, permite la obtención de combustibles gaseosos y aceites, entre otros derivados, que pueden ser aprovechados para la obtención de energía. Es una metodología relativamente nueva y en desarrollo aunque requiere de instalaciones complejas.
- *Incineración*: Combustión del material orgánico presente en los neumáticos para la producción de energía mediante el calor desprendido en la reacción. Se utilizan hornos especiales para su realización además de requerir un tratamiento adecuado de los gases desprendidos, que son perjudiciales para el ambiente y la vida del entorno.
- *Trituración criogénica*: Molienda o pulverización del material del neumático luego de alcanzar la temperatura de transición vítrea a través de un proceso de refrigeración basado en la utilización de nitrógeno líquido. Requiere de instalaciones complejas y el mantenimiento el dificultoso, lo que lo convierte en un sistema poco recomendable.
- *Trituración mecánica*: Proceso netamente mecánico para la separación del material en porciones más pequeñas. Existen diferentes tipos de equipos destinados a este fin, dependiendo del resultado deseado. Es posible obtener productos de alta calidad y separar los diferentes materiales que integran los neumáticos.

Requerimientos del equipo a desarrollar

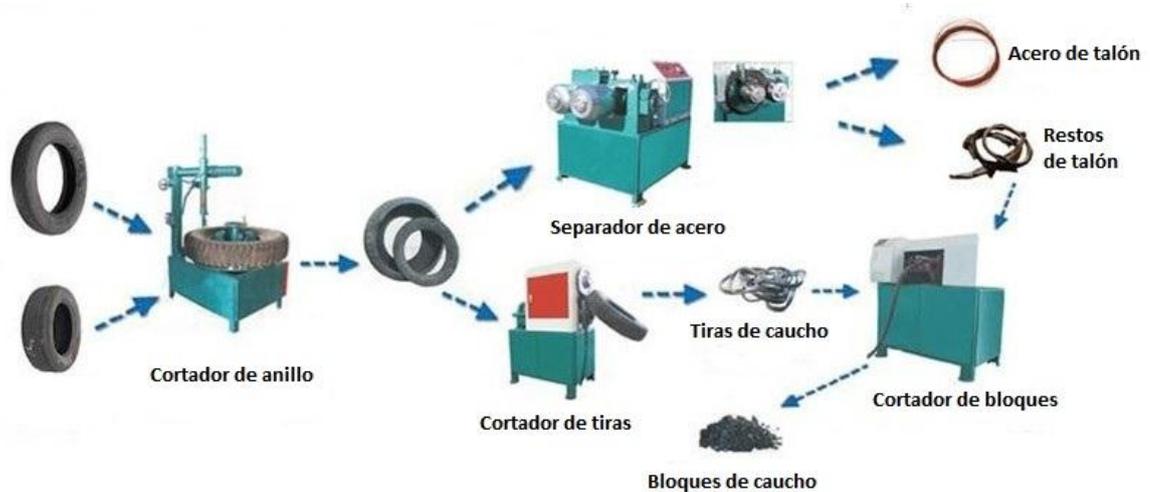
Los requisitos que debe cumplir el prototipo propuesto son los siguientes:

- **Compacto**: Debe integrar todos los procesos necesarios para la producción de grano de caucho reciclado en un único equipo, de dimensiones reducidas.
- **Alimentación eléctrica monofásica**: El equipo debe ser posible de operar conectado en una instalación eléctrica monofásica domiciliaria regular, con un consumo eléctrico inferior a los 2200W. Esta debe ser la única fuente de servicios necesaria para el funcionamiento del prototipo.
- **Móvil**: La estructura brindará la capacidad de trasladarse con facilidad para poder ser instalada en distintas ubicaciones dentro de un espacio.
- **Automático**: El control del equipo debe ser automático, controlando la cantidad de material procesado y notificando al operador cuando se presente una falla o se requiera algún tipo de atención.

De acuerdo con estos requisitos y analizando los sistemas existentes, se observa que la escalabilidad de los sistemas de trituración mecánica, los convierten en la elección ideal para el fin buscado. Por esto, se propone diseñar y construir un prototipo que consista en un equipo de procesamiento mecánico de trozos de neumático para obtener grano de caucho reciclado.

Descripción del funcionamiento del equipo

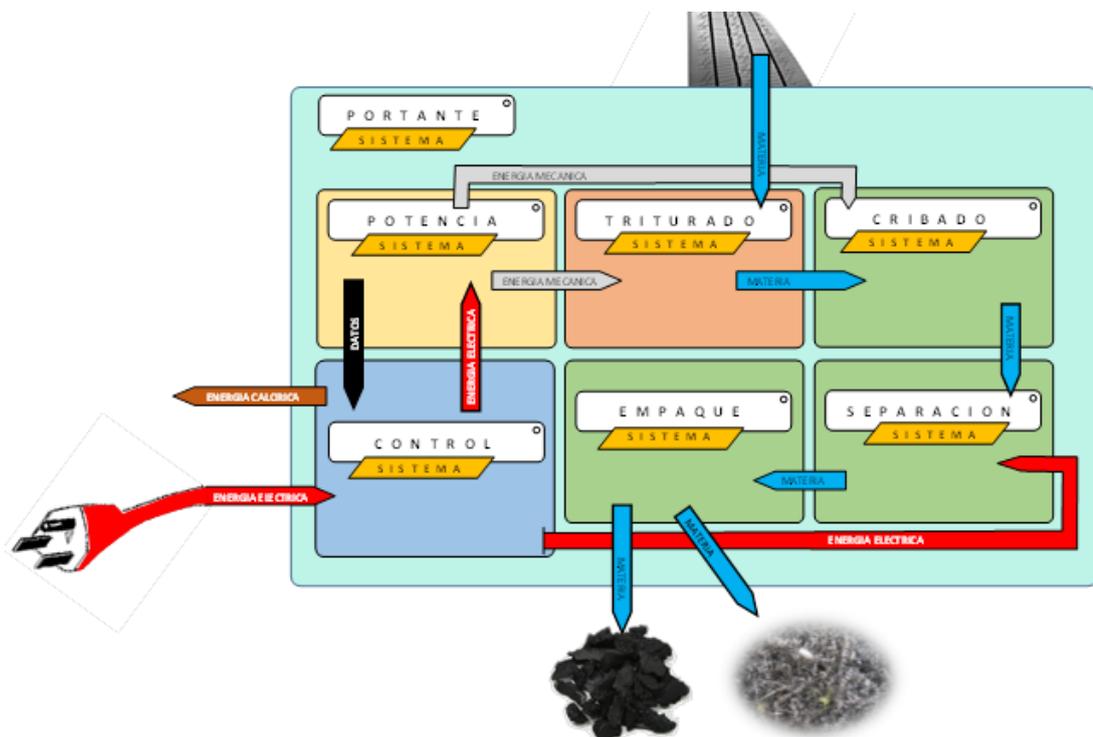
Dado que el prototipo desarrollado se trata de un módulo terminal, el material de ingreso al proceso consiste de un subproducto del ND, obtenido a partir de una serie de máquinas simples existentes en el mercado. Estos equipos se encargan de retirar el cordón de acero del talón del neumático, separarlo en tiras y luego en bloques más pequeños, de aproximadamente 50mm x 50mm



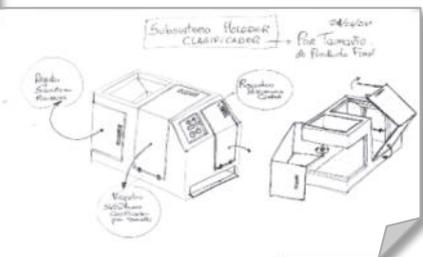
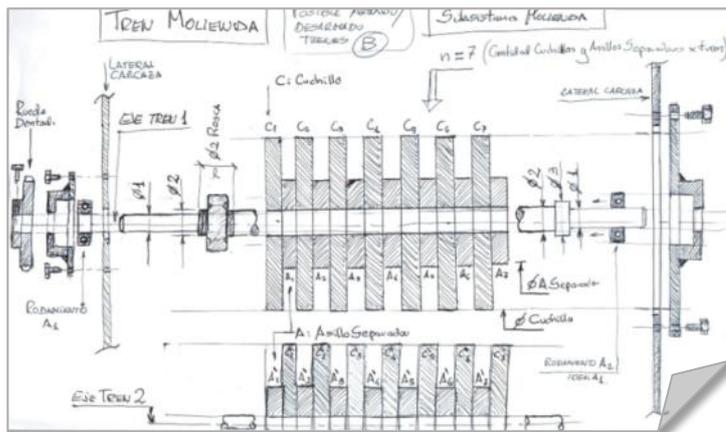
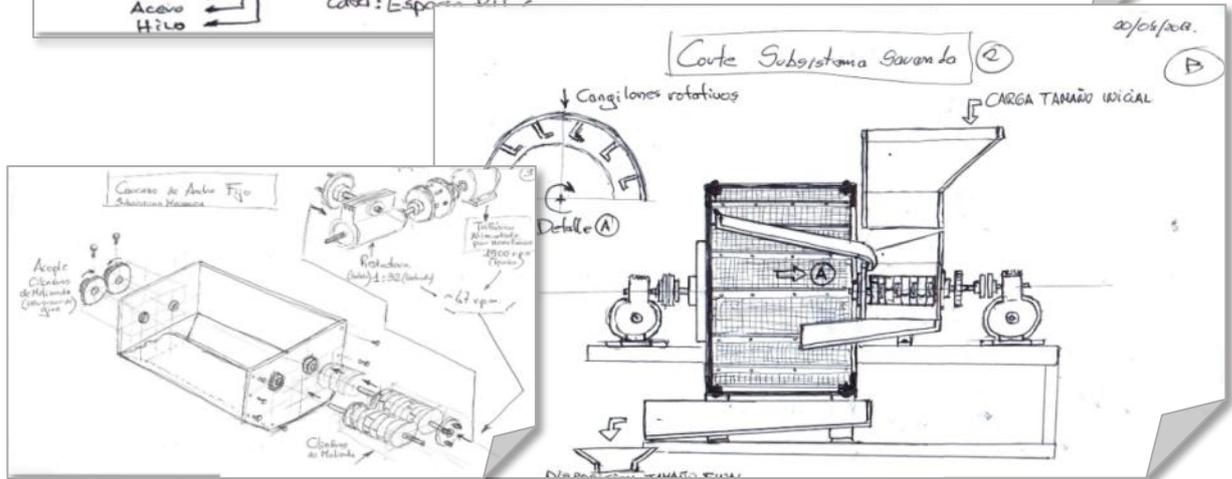
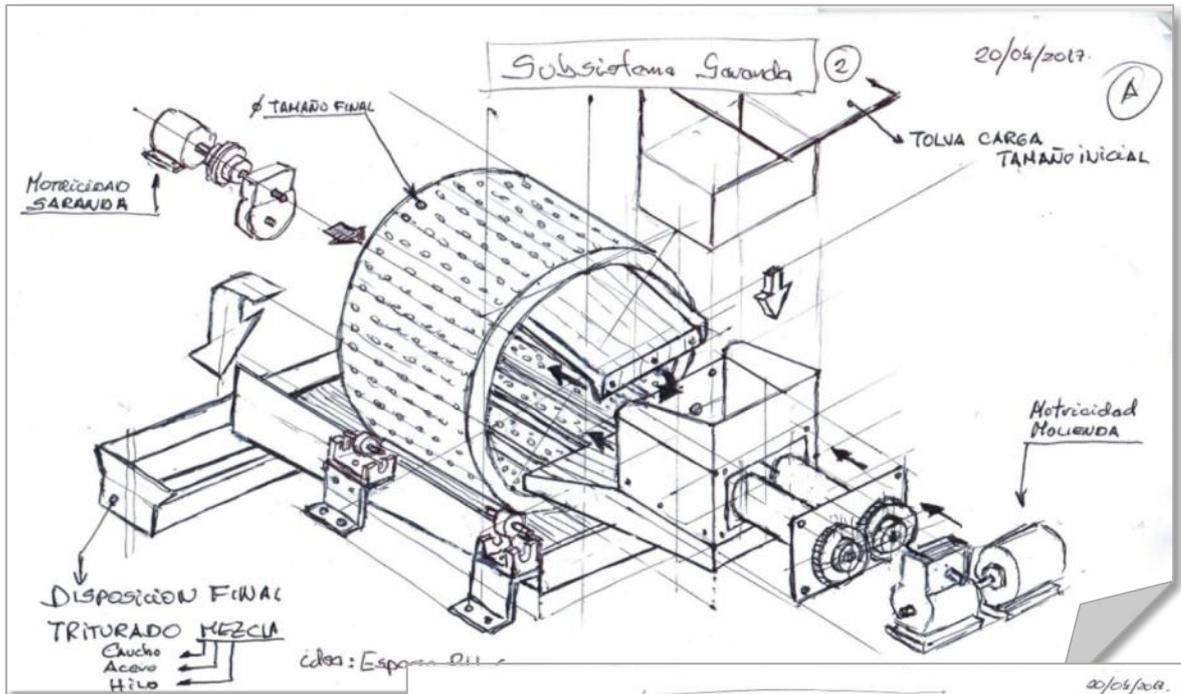
Esos bloques ingresan al prototipo donde son triturados por una serie de cuchillas, obteniendo granos de tamaños diversos. Aquellos granos que no cumplan con el requisito de tamaño final, se vuelven a procesar gracias a la acción de un sistema de selección y reincorporación del material al proceso de molienda. De este modo, sólo los granos de un tamaño igual o inferior al requerido son extraídos del proceso y se consideran producto final.

Diseño preliminar seleccionado

De la discusión de opciones existentes para el desarrollo del prototipo propuesto, se confecciona el siguiente diagrama conceptual, que muestra la vinculación entre los diferentes sistemas que componen el equipo.



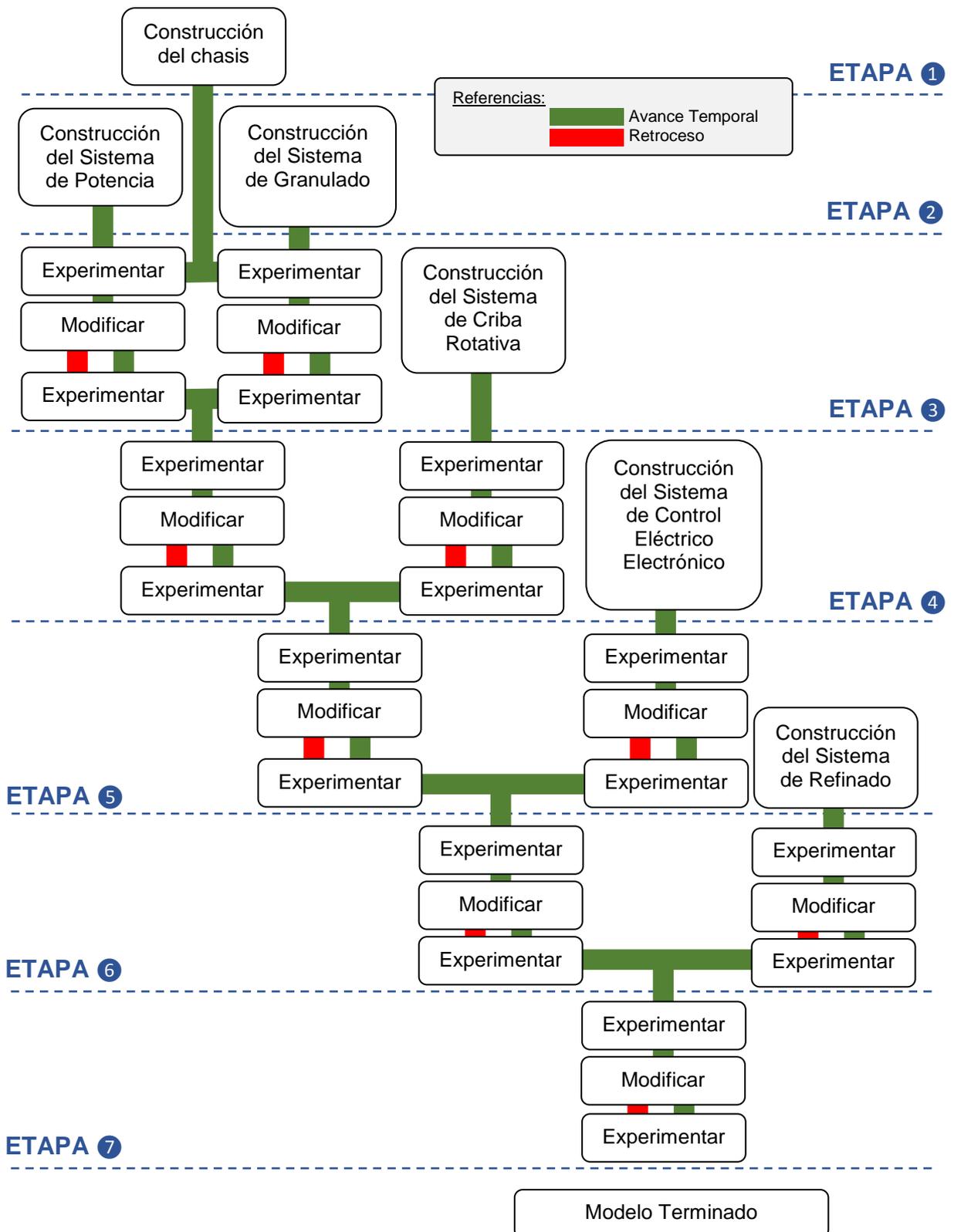
Luego de analizar las posibles opciones, se elige como modelo de prototipo el descrito en los siguientes bocetos.



Este diseño se desarrolla sobre una estructura móvil, en la que se integra una etapa de triturado formada por un doble eje de cuchillas intercaladas; una etapa de selección constituida por una criba o cernidor cilíndrico, que cumple la doble función de separar los granos de caucho de acuerdo a su tamaño y de reingresar al proceso de triturado aquellos que excedan el tamaño del producto deseado.

Todo este sistema se moviliza mediante una única *planta motriz*, acoplada a través de diversos *mecanismos de transmisión de potencia*, que incluyen trasmisiones por correa y reductor sinfín/corona. La misma plataforma incluye los *tableros eléctrico y de control*, integrados en el revestimiento final de la estructura.

Desarrollo constructivo y experimental



El desarrollo del proyecto se separa en una serie de etapas progresivas (ut supra) que permiten realizar la experimentación y retroalimentación en cada una de ellas y que servirán como base para la ejecución de la siguiente etapa.

La *primera etapa* consiste en la construcción de una estructura o chasis que sirva como base para la ubicación e instalación de las demás etapas subsiguientes. La misma cuenta con ruedas sólidas que permiten la movilidad del equipo dentro de las instalaciones donde será utilizado; esta movilidad también resulta útil durante el desarrollo del proyecto para trasladarlo a distintas ubicaciones de trabajo, de acuerdo a la etapa en desarrollo que se trate.



En la *segunda etapa*, el desarrollo se realiza sobre dos sistemas simultáneamente, que conforman el elemento central de la máquina: *el sistema de triturado* y *el sistema de potencia*. El sistema de triturado consiste en una cizalla rotativa conformada por dos ejes provistos de discos dentados, que giran en sentido antagónico, concentrando el material hacia el centro de la caja de triturado.

Se genera un desfase entre las cuchillas de cada eje, de modo que el esfuerzo realizado durante el corte del material sea progresivo y uniforme a medida que éste se procesa. Cada eje se ensambla con un conjunto de cuchillas intercaladas por anillos separadores que permiten mantener una distancia mínima pero segura entre cada una de ellas con respecto a las del eje opuesto.



El sistema de potencia se encarga de movilizar los ejes del sistema de granulado. Se basa en una reducción tipo sinfín y corona, con una relación de transmisión de 1:32, acoplada a uno de los ejes de cuchillas mediante un acople elástico flexible, mientras que la trasmisión al segundo eje se realiza mediante engranajes acoplados al primero. La potencia mecánica se suministra a la caja de reducción a través de una transmisión a correa, con una relación de transmisión de 1:2 y es producida por un motor eléctrico trifásico de 1HP. Todo el conjunto desarrollado en esta segunda etapa se ensambla sobre una estructura compacta e integrada a la estructura principal, solidaria a la base.

Una vez montado este sistema se procede a la primera prueba preliminar de triturado del material. Para esto se utilizan trozos de neumáticos con medidas de entre 50mm x 50mm y 100mm x 100mm que se someten al proceso de granulado del material y se analizan los resultados obtenidos.

En las pruebas realizadas, se observa que tanto la potencia del motor como los acoplamientos mecánicos son suficientes para la correcta operación de la etapa de granulado, dando buena respuesta a los requerimientos necesarios para procesar el material. Sólo en casos de sobrecarga de material, se activan los mecanismos de protección del motor.

También se aprecia que, dada la elasticidad del caucho de los neumáticos, se requiere de varias repeticiones del ciclo para lograr un grano procesado del tamaño adecuado. De hecho, se observa que el producto obtenido con un solo ciclo, en reiteradas ocasiones resulta de mayor tamaño que el espacio entre las cuchillas, como consecuencia de la elasticidad del material. Es por esto que se realiza como mejora del sistema de triturado, un rediseño de las cuchillas obteniendo dos versiones de las mismas, de diferentes espesores. En esta segunda versión, estas cuchillas se combinan en dos grupos: por un lado, las de mayor espesor que se encargan del triturado primario del material nuevo que ingresa al equipo, y por otro, las de menor espesor que procesan el material que aún no cumple con los requisitos de tamaño deseado.



En la *tercera etapa* se incorpora el diseño y la construcción de un sistema de selección del material procesado de acuerdo al tamaño del mismo, denominado *sistema de cribado*. Si no cumple con un objetivo de tamaño, el material procesado debe reincorporarse al proceso de triturado, junto al material sin procesar. Se analizaron dos tipos de sistemas de selección: zarandas alternativas y cribas rotativas. Entre estas dos opciones, se seleccionó la segunda, debido fundamentalmente a dos ventajas particulares que presenta sobre los sistemas de zarandas:

- 1) El movimiento es continuo y circular, lo que permite derivarlo desde alguno de los ejes del sistema, sin mecanismos excéntricos para producir movimiento alternativo. Además, el movimiento alternativo de los cernidores puede producir un desgaste más acelerado de algunos componentes del equipo.
- 2) La propia criba puede emplearse para reincorporar el material en el sistema de granulado. En el caso de las zarandas, el sistema requiere de un mecanismo accesorio para reincorporar el material, como cintas transportadoras o elevadores de tornillo sinfín.

Para la construcción de la criba se empleó un cilindro de acero inoxidable con perforaciones en las paredes periféricas. Dichas perforaciones deberían tener un diámetro adecuado para permitir el paso de los granos del tamaño que se considere adecuado para cada aplicación.



A fin de realizar diversas experiencias con los tamaños de grano posibles, se propone realizar grillas intercambiables con perforaciones de distintas secciones, que puedan instalarse en la en las paredes radiales de la criba.

Todo el mecanismo de la criba se ensambla sobre una subestructura deslizante, logrando generar un espacio suficientemente amplio entre ésta y el sistema de granulado. Esto permite facilitar las tareas de mantenimiento y limpieza en el interior del equipo, cuando éstas sean necesarias.

En lo que respecta a la motricidad de este sistema, la misma se realiza mediante una derivación de la salida del reductor sinfín/corona, a través de una columna telescópica coaxial, con juntas cardan. Esta columna se desensambla al momento de deslizar el mecanismo de la criba para desacoplar el eje. El acoplamiento en ambos extremos de este mecanismo de transmisión, se conectan mediante polea, correa y tensor para poder ajustar la tensión adecuada compensando el desgaste de las correas.

La *cuarta etapa* se caracteriza por la incorporación del *sistema de control eléctrico y electrónico*. Como unidad de potencia se seleccionó un motor eléctrico trifásico asíncrono SIEMENS ILA7080-2YA10, con las siguientes características.

Tipo	Tamaño Constructivo	Potencia		Eficiencia	Factor de Servicio	Corriente	
		HP	KW			230Vac	400Vac
1LA7080 2YA10	80	1.0	0.75	64.2	1.1	3.0	1.7

Este motor se seleccionó a partir de la estimación de potencia requerida para operar el sistema de granulado, realizando una medición aproximada del torque necesario para triturar el material y la velocidad angular máxima pretendida. Del producto de estos parámetros y considerando las pérdidas de rendimiento de los mecanismos de transmisión intervinientes, se concluye que la potencia requerida es compatible con el motor seleccionado.

Dado que el equipo debe operar en una instalación eléctrica monofásico y con el fin de poder realizar un control eficiente de la velocidad del motor, se decide incorporar al sistema un convertidor de frecuencia (variador) de la serie MICROMASTER 420 de la empresa SIEMENS, capaz de operar la unidad de potencia seleccionada.



Convertidores MICROMASTER 230 V monofásicos/trifásicos (sin filtro)

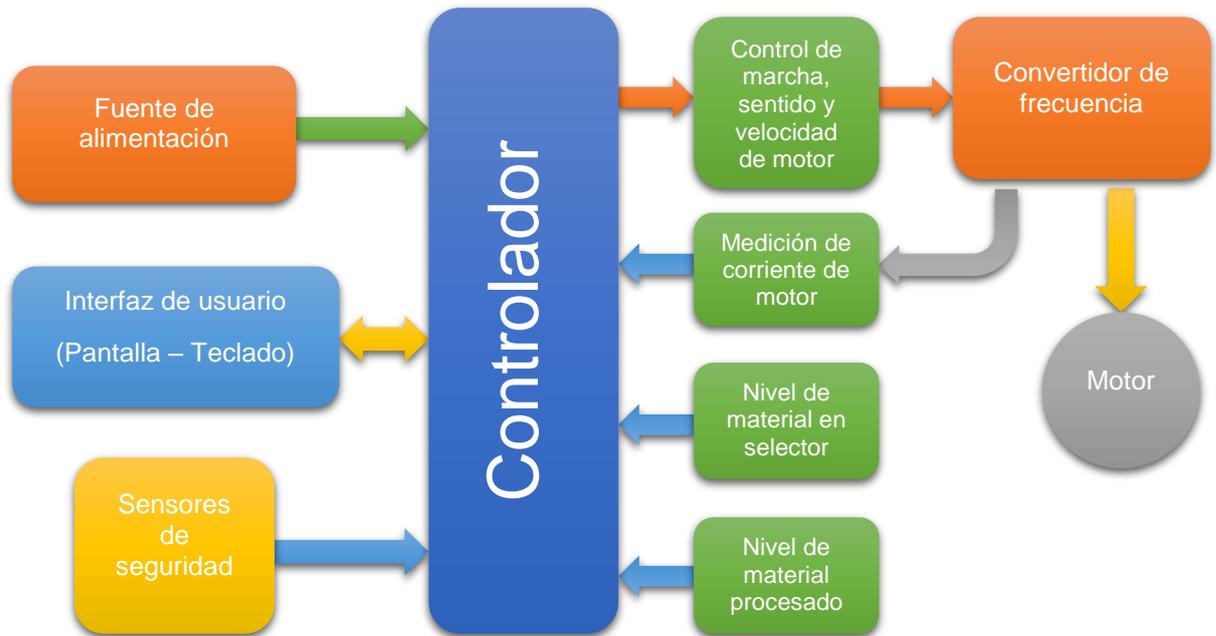
Referencia (6SE6420-2UC)	11-2AA0	12-5AA0	13-7AA0	15-5AA0	17-5AA0	21-1BA0	21-5BA0	22-2BA0	23-0CA0
Margen de tensión de entrada	1/3AC 200V - 240V +10% -10%								
Potencia nominal del motor kW (hp)	0,12 (0,16)	0,25 (0,33)	0,37 (0,5)	0,55 (0,75)	0,75 (1)	1,1 (1,5)	1,5 (2)	2,2 (3)	3 (4)
Potencia kVA	0,4	0,7	1	1,3	1,7	2,4	3,2	4,6	6
Corriente de salida máx. A	0,9	1,7	2,3	3	3,9	5,5	7,4	10,4	13,6
Corriente de entrada A	0,7 (2 1AC)	1,7 (4 1AC)	2,4 (5,5 1AC)	3,1 (7,5 1AC)	4,3 (9,9 1AC)	6,2 (14,4 1AC)	8,3 (19,6 1AC)	11,3 (26,4 1AC)	15,6 (35,5 1AC)
Sección mín. cable de entrada, mm ² (awg)	1 (17)								2,5 (13)
Sección máx. cable de entrada, mm ² (awg)	2,5 (13)					6 (9)		10 (7)	
Sección mín. cable de salida, mm ² (awg)	1 (17)								1,5 (15)
Sección máx. cable de salida, mm ² (awg)	2,5 (13)					6 (9)		10 (7)	
Dimensiones [anch x alt x prof] mm	73x173x149 (2,87x6,81x5,87)					149x202x172 (5,87x7,95x6,77)			185x245x195 (7,28x9,65x7,68)
Peso kg (lbs)	1,2 (2,6)					2,9 (6,4)	2,9 (6,4)	3,1 (6,8)	5,2 (11,4)

Este dispositivo brinda la posibilidad de variar la velocidad y sentido de giro del motor, sin resentir el torque entregado en el eje del mismo. Además cuenta con opciones de protección (sobrecarga, baja tensión, sobretensión) y una interfaz de comando que permite controlarlo remotamente, desde un sistema electrónico que permita la automatización del equipo.

En lo que respecta al sistema de control, se desarrolla un controlador electrónico que cumple dos funciones fundamentales:

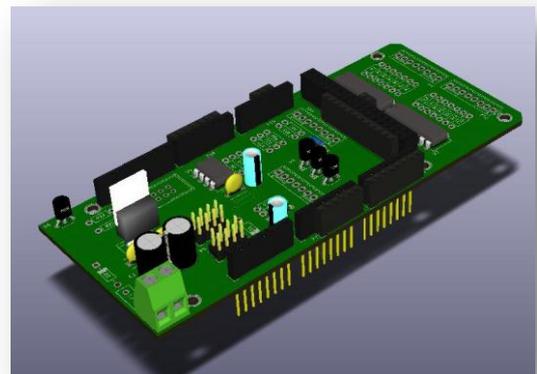
- 1- *Controlar* el estado de operación integral del equipo, modificando las características de funcionamiento del mismo dependiendo de las condiciones de trabajo (nivel de carga, cantidad de producto procesado, sensores de seguridad).
- 2- *Interactuar* con el operador para poder configurar, iniciar y finalizar el funcionamiento del equipo. También notifica al usuario de distintos tipos de errores y advertencias referentes a las condiciones de funcionamiento del equipo.

Este controlador se adapta a las opciones de control y monitoreo que ofrece el convertidor de frecuencia para operar el motor. El siguiente cuadro ilustra el concepto general de funcionamiento del sistema de control completo.



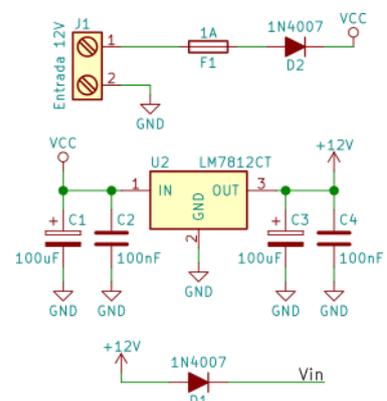
El *controlador* se basa en un placa de desarrollo Arduino Mega 2560 R3, la cual si bien no presenta las características de robustez mecánica y eléctrica que poseen otros tipos de controladores industriales, nos brinda una solución de máxima flexibilidad y con un costo económico relativamente bajo. Dentro de las diversas opciones de placas de desarrollo microcontroladas, las de la familia Arduino son las que mejor disponibilidad de librerías y soporte disponen, dado la popularidad de las mismas. Esto facilita la resolución de los inconvenientes que surgen a la hora del desarrollo del hardware del controlador y del software embebido que define su comportamiento.

Como complemento a este controlador, se desarrolló una placa de circuito impreso (PCB) que incorpora los circuitos electrónicos necesarios para funcionar como interfaz entre éste, el convertidor de frecuencia y los sensores distribuidos en el equipo. Este módulo se conecta directamente sobre la placa de desarrollo y cuenta con distintas secciones de aplicación específica. A continuación se describen cada una de las secciones del circuito.

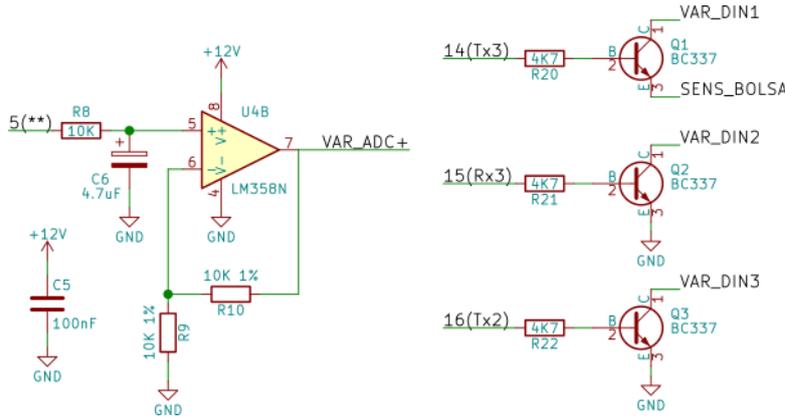


1 - Fuente de alimentación:

La tensión de alimentación del sistema de control ingresa en esta sección mediante una bornera atornillada y se incluye una protección ante sobrecarga o cortocircuito e inversión de polaridad. Un regulador lineal ofrece una tensión continua de 12V estables para alimentar el controlador Arduino, indicadores lumínicos del tablero principal y circuitos de comando del convertidor de frecuencia, que deben operar entre 0 y 10V.



2 – Control de marcha, sentido y velocidad de giro de motor:



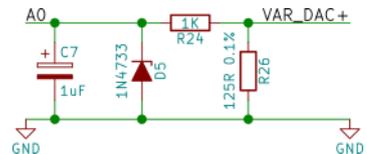
La velocidad del motor se controla a través de modulación de ancho de pulsos (PWM). La señal digital generada por el microcontrolador ingresa en una etapa de filtrado compuesta por un conjunto RC (en la imagen: R8; C6). Su frecuencia de corte es suficientemente baja para promediar la señal recibida y obtener un nivel de tensión continua proporcional al valor del ciclo de trabajo de la onda pulsada. Esta señal promediada se amplifica con un factor de ganancia 2 por medio

de un amplificador operacional configurado como amplificador no inversor, de modo que la salida sea compatible con el rango de tensión habitual en industria de 0-10V. La salida del amplificador se conecta al convertidor de frecuencia y el mismo se configura para que sea interpretada como comando de control de la frecuencia del motor, y así controlar su velocidad de giro.

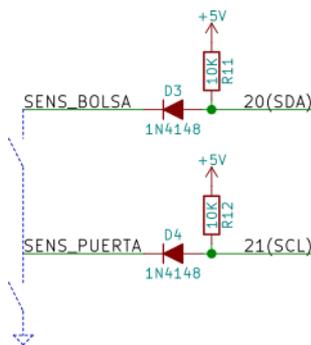
Para la activación o desactivación del motor, y el control del sentido de gira se emplean dos transistores (Q1; Q2) que comandan las entradas digitales correspondientes a estas funciones. En el caso del comando de activación, éste se conecta en serie con interruptores de seguridad que detienen el funcionamiento del equipo si se encuentra abierto.

3 – Medición de corriente de motor:

La corriente del motor, es medida por el propio convertidor y se transmite mediante un lazo de 4-20mA. Esta señal se acondiciona para poder ser adquirida e interpretada por el controlador, a través de un canal del módulo interno de conversión analógico-digital (ADC). De este modo, es posible detectar el estado de carga del motor y decidir el modo de funcionamiento del equipo automáticamente.



4 – Controles de nivel de material y sensores de seguridad:



Tanto el nivel de producto terminado²², como el nivel de material en proceso de selección²³ son medidos a través de sensores ultrasónicos, detectado que las condiciones sean adecuadas y notificando al operador en caso de necesitar algún tipo de atención. Además de estos sensores, se disponen sensores de seguridad que detienen el equipo cuando alguno de los accesos al mismo se encuentra abierto, minimizando la probabilidad que ocurran accidentes durante la operatoria de la máquina. Como se mencionó anteriormente, estos interruptores de seguridad se encuentran conectados en serie con el circuito de comando de activación del convertidor de frecuencia, de modo que en caso de detectarse una intrusión dentro del

equipo, el mismo se detiene sin intervención del controlador, lo que incrementa el nivel de seguridad. Además, el estado de dichos interruptores es monitorizado por el controlador para poder notificar al operario del equipo sobre algún error de este tipo y modificar el funcionamiento del sistema.

²² Material granulado de las dimensiones deseadas o inferiores, que se dispone en un depósito al final del proceso.

²³ Material granulado de dimensiones mayores a las deseadas, que aún necesita ser sometido al proceso de triturado o granulado y se encuentra dentro de la criba rotativa.

5 – Interfaz de usuario

El operador puede realizar el control del equipo mediante la interfaz de usuario, que se diseña de manera que su operación sea simple e intuitiva, notificando claramente al usuario en caso de necesitar atención externa. La información se presenta al usuario en dos presentaciones: una a través de indicadores luminosos en representaciones icónicas que indican el estado de funcionamiento del equipo y fuente de error en caso de haberlo; otra mediante una pantalla de cristal líquido textual donde se indica las condiciones de funcionamiento y descripción de errores existentes. También, se prevé realizar un módulo de comunicación que permita notificar al usuario de forma remota a través de un servicio de telefonía celular, mediante mensajes de texto.

En el caso de ingreso de comandos por parte del operario, el tablero cuenta con un conjunto de teclas o pulsadores que permiten iniciar y detener el equipo, además de modificar las configuraciones que sean necesarias.

En las posteriores experimentaciones de esta etapa, analizará la posibilidad de conexión Wi-Fi para realizar un control desde un teléfono inteligente o una tablet.

En la *quinta etapa*, se realiza la verificación operativa integral del equipo como así también correcciones y rediseños de los sistemas ya desarrollados, en caso de ser necesarios. Se incorpora en este momento el diseño de un sistema de refinado, que consiste en un módulo que permita discriminar materiales de acuerdo a su composición. Esto permitirá separar los componentes del neumático en caucho, acero y fibras textiles. Esta etapa se encuentra actualmente en desarrollo y forma parte de las líneas de trabajo a futuro.

Resultados

El presente desarrollo se encuentra en la “**etapa cinco**” (de acuerdo al desarrollo constructivo y experimental explicitado ut supra).



Con ello, en base a los objetivos planteados y en relación al proceso alcanzado de granulación de caucho partiendo de trozos de neumáticos en desuso con el prototipo experimental construido se puede concluir:

- ✓ Se produce grano de caucho reciclado (**GCR**) mediante procesos integrados de manera “compacta”.
- ✓ Se cumple con el requisito de operación bajo conexión a una única fuente de servicios energéticos, particularmente a una “*instalación eléctrica monofásica domiciliaria regular*”, con un consumo eléctrico inferior a los 2200W,
- ✓ La estructura brinda la capacidad de trasladarse con facilidad para poder ser instalada en distintas ubicaciones dentro de un espacio reducido.
- ✓ El control del equipo es automático, y notifica al operador cuando se presente una falla o se requiera algún tipo de atención.
- ✓ Se incorporan sistemas de control eléctrico-electrónico en los diferentes sistemas y/o subsistemas.

Líneas de Trabajo a futuro

En relación al objetivo del modelo terminado se corresponden con la culminación de la quinta etapa y la continuidad de las etapas seis y siete del planteo constructivo y experimental (ut supra), buscando obtener un grano de caucho reciclado (GCR) “refinado”, para “valorizar” su producción y fortalecer su potencial de utilidad dentro de una determinada cadena de producto derivado; esto implica:

- Iniciar una sub-etapa de investigación para esclarecer el tamaño de grano de caucho refinado “...con condiciones óptimas para una inserción genérica en procesos productivos que lo utilicen como materia prima.”
- Avanzar en modelos teóricos que permitan adecuar el diseño y la construcción del prototipo experimental logrado para avanzar a la “**fase de refinación**” (separación caucho-textil-acero) del granulo obtenido.
- Realizar modelos analíticos y sintéticos que posibiliten una aplicación móvil de información y control (App) para facilitar al usuario del prototipo tareas concretas de gestión.

Respecto del objetivo general de “*promover*” esta y otras formas de valorización de dicho pasivo ambiental y fomentar su correcto manejo, manipulación, disposición final y uso:

- Inmiscuir en el proyecto tareas profesionales del ámbito jurídico presentes en la planta docente de la institución (Espacio Curricular Marco Jurídico) para desarrollar normativas y/o proyectos de ley que conduzcan a establecer reglas locales, regionales o provinciales intentando minimizar el efecto nocivo que el neumático de desecho ocasiona al medio ambiente, y maximizar su reincorporación a los procesos productivos.

Bibliografía

- BELICZKY, L.D. Y FAJEN J. (1998). Enciclopedia del Salud y Seguridad en el Trabajo. Capítulo 80. Industria del Caucho. Perfil General. 80.2. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España & Organización Internacional del Trabajo. Madrid.
- CAÑAS DELGADO, J.J. (2011). *Ergonomía en los Sistemas de Trabajo*. Grupo de Ergonomía Cognitiva de la Universidad de Granada. Comunidad Autónoma de Andalucía.
- CASTRO, G. (2008). Materiales y Compuestos para la Industria del Neumático. Departamento de Ingeniería Mecánica. Buenos Aires. FIUBA
- FREDERICK, J.S. (1998). Enciclopedia del Salud y Seguridad en el Trabajo. Capítulo 80. Industria del Caucho. Fabricación de Neumáticos. 80.4. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España & Organización Internacional del Trabajo. Madrid.
- LEY NACIONAL DE TRANSITO Nro. 24449.
- LO PRESTI, D. (2013) Recycled tyre rubber modified bitumens for road asphalt mixtures. ISSN 0950-0618
- SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN. (2013). *Resolución N° 523/2013 sobre Manejo Sustentable de Neumáticos*. Buenos Aires.
- SHULMAN, V.L. (2004) Tyre Recycling. European Tyres Recycling Association. Paris. Smithers Rapra Technology. ISBN 1-85957-489-0.

Artículos periodísticos

- Diario La Nación (19 de febrero de 2014). *Patentamiento automotor: evolución histórica de la venta de vehículos nuevos* – (<http://www.lanacion.com.ar/1665557-patentamiento-automotor-evolucion-historica-de-la-venta-de-vehiculos-nuevos>)
- Diario La Reforma (17 de marzo de 2013) *Realizó ya no será igual tras la llegada de 'NEUCOR'* (<http://www.diariolareforma.com.ar/2013/realico-ya-no-sera-igual-tras-la-llegada-de-neucor/>)
- El Cronista (2 de junio de 2017) *Volvió a subir la venta de 0 km y prevén superar los 780.000 este año* (<https://www.cronista.com/negocios/Volvio-a-subir-la-venta-de-0-km-y-preven-superar-los-780.000-este-ano-20170602-0014.html>)
- El Cronista (20 de julio de 2017) *Con respaldo de Ley* (<https://www.cronista.com/responsabilidad/Con-respaldo-de-Ley-20170720-0021.html>)
- Federación Argentina del Neumático – FAN
http://www.faneumatico.org.ar/noticia55_notia.htm
- La Voz del Interior (17 de diciembre de 2010) *Censo 2010: en Argentina somos 40.091.359 y en Córdoba 3.304.825* (<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/censo-2010-en-argentina-somos-40091359-y-en-cordoba-3304825>)
- La Voz del Interior (28 de marzo de 2017) *En 10 años, la ciudad duplicó la cantidad de vehículos* (<http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/en-10-anos-la-ciudad-duplico-la-cantidad-de-vehiculos>)
- Tiempo de San Juan (19 de mayo de 2016)
<http://www.tiempodesanjuan.com/politica/2016/5/19/ley-creo-sistema-gestion-cauchos-desecho-134573.html>

- Tiempo de San Juan (17 de enero de 2017) *Al menos 12 empresas interesadas en realizar el recupero de caucho en San Juan*
(<http://www.tiempodesanjuan.com/economia/2017/1/17/menos-empresas-interesadas-realizar-recupero-caucho-juan-162769.html>)

Artículos técnicos

- Cámara de la Industria del Neumático – CIN.
(<http://www.cin.org.ar/estadisticas.html>)
- Caucho. Ficha Técnica para el manejo del cultivo del caucho. Fundación ACESCO.
(https://issuu.com/fundacionacesco/docs/ficha_tecnica_caucho)
- Centro de Experimentación de Seguridad Vial (CESVI).
(http://www.cesvi.com.ar/campania_autopistas/2009/neumaticos.htm)
- Euromaster. *¿Cuánto duran los neumáticos? ¿Cuándo debería cambiarlos?*
(<https://www.euromaster-neumaticos.es/blog/duracion-neumaticos>)
- Goodyear. *El Caucho Natural*
(http://www.goodyear.cl/comp_info/did_you_know/natural_rubber.html)
- Goodyear. *Componentes y fabricación de un neumático*
(http://www.goodyear.com.ar/tire_know/making_a_tire/)
- INFOLEG. Información legislativa.
(<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do;jsessionid=3A80ECA90F814EB0DDEC12BF6C6B2AD5?id=214412>)
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC). *Resultados Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010*
(http://www.indec.gov.ar/censos_total_pais.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=41&id_tema_3=135&t=3&s=6&c=2010)
- SAIJ. Sistema Argentino de Información Jurídica.
(<http://www.saij.gob.ar/>)

Agradecimientos

Con mucho cariño...

...el grupo de alumnos de séptimo año del ciclo lectivo 2017 de la Escuela Provincial de Educación Técnica Número Seis (6) de Realico, La Pampa, conformado por...

AMENGUAL, Francisco David
BARRIO, Francisco Gabriel
BARRIO AGUILAR, Lucas Ariel
BEROY, Matías Sebastián
BLANCO, Francisco
CABALLERO, Gabriel
CANCIO, Juan Pablo
CERCADILLO, Francisco
COSTAMAGNA, Luciana Belén
FERREYRA, Oscar Hernán
GARRAZA, Jonathan Alexis
GOMEZ, Leandro Agustín

GONZALEZ, Juan Ignacio
IÑIGUEZ, Tomás Ezequiel
JUAREZ, Alejandra Loreto
MARTINEZ, Antonella Abigail
LUNA, Thiago Alexander
LUCERO, Gumersindo Ariel
PEREZ NASI, Guillermo Alejandro
RUBIOLO, Alexandro Carlos
SACCAVINO TOSELLI, Galo Enzo
SALOMON, Miguel Ángel
SAMUELKIS, Bruno Patricio
SAUMELL, Juan Martin
VALDEZ, Leonardo Jesus
TORRES, Julio Enrique

...agradece la colaboración prestada para realizar el trabajo al director de la escuela Sr. **Mario Alberto Miranda**, a los maestros de enseñanza práctica en general, a los profesores de construcción ciudadana y marco jurídico, a nuestros asesores **Pablo Garrone**, **Marcelo Griotti** y **Miguel Giraud**; a personas de la comunidad que desinteresadamente apoyaron el proyecto, y a nuestros padres...

...**muchas gracias** a todos por contribuir al desarrollo de un espacio para forjar un mundo de comprensión, entendimiento y digno para todos...



Anexo 1

El caucho



El caucho es originario de la Amazonía y de Centro América, ha sido conocido desde tiempos inmemorables, los Mayas y los Aztecas fabricaban zapatos de caucho y pelotas para jugar al "tlachli", el precursor del baloncesto, quien perdía le cortaban la cabeza. La palabra "caucho" procede del quechua "cahutchu" que significa lágrima de madera.

En 1735, el sabio francés Charles de La Condamine descubrió el caucho. Observa su uso en el Continente Americano para la fabricación de antorchas. Diez años después, encuentra de nuevo el caucho en la Amazonía y se entusiasma con sus estupendas propiedades, elasticidad e impermeabilidad. Los ingleses luego descubrirían el potencial económico del caucho, y por el año 1876, el británico Henry Wickham, llevó de contrabando semillas del Amazonas a Inglaterra.

El caucho toma gran importancia en 1870 cuando CHARLES GOODYEAR, utilizando una mezcla de caucho con azufre y agregando calor descubre la vulcanización.

Semillas de caucho fueron llevadas a las colonias británicas en Asia, crecieron principalmente en Malasia, Indonesia y Tailandia, convirtiéndose en los primeros productores de caucho del mundo, con una participación del 90% del caucho mundial.



Charles Marie de La Condamine.

Naturalista, matemático y geógrafo francés, famoso por su expedición a Sudamérica para la medición del meridiano terrestre en la zona del ecuador.
<https://issuu.com/fundacionacesco/doc>



Hevea Brasiliensis



Joseph Priestley.

El químico británico descubrió (1770) que podía corregir sus errores de escritura con el látex gomoso extraído de aquella planta, por lo que desde allí la sustancia fue llamada "goma"
http://www.goodyear.cl/comp_info/did_you_know/natural_rubber.html



Charles Goodyear.

Este inventor estadounidense, tras endeudarse y dedicar cinco años a la tarea de investigar la manera de mejorar la calidad del caucho o hule natural, de modo que no se volviera quebradizo con el frío, y blando y pegajoso con el calor; descubrió en 1839 la "vulcanización" por accidente cuando se mezcló aquel látex con azufre y fue a parar a su estufa.
http://www.goodyear.cl/comp_info/did_you_know/natural_rubber.html

La duración en producción de un cultivo de caucho supera los 20 años cuando proviene de semilla y los 30 años cuando es injertado, es poco exigente en insumos, disminuyendo de esta manera los costos de producción.

Las posibilidades comerciales del caucho no se limitan solo a la venta de látex, puede ser negociado como un bosque productor de oxígeno y/o de captura de carbono y al finalizar su ciclo se reciben ingresos adicionales por la venta de madera.

Es amigable con el medio ambiente al ser es un bosque productor-protector, mejora condiciones del suelo, es generador de agua, sirve como corredor biológico, incrementa la biodiversidad y reduce los procesos erosivos.

El caucho se puede utilizar en una amplia gama de sectores, petrolero, agrícola, la salud, casas y oficinas. Cuando se vulcaniza se utiliza para la fabricación de neumáticos, llantas, artículos impermeables y aislantes. Es repelente al agua, aislante de la temperatura y de la electricidad. Se pueden fabricar guantes de cirugía, preservativos, bombas, mangueras, empaques, colchones inflables, ropa impermeable, trajes de buceo, revestimientos de tanques de almacenamiento y cables eléctricos, guantes protectores, zapatos, mantas, teléfonos, piezas de correas de transmisión.

En la industria del caucho se utilizan básicamente dos tipos de caucho: el **natural** y el **sintético**. El caucho natural se produce principalmente en el sudeste asiático, mientras que el sintético procede en su mayoría de países industrializados como Estados Unidos, Japón, Europa occidental y Europa oriental. Brasil es el único país en desarrollo que posee una industria importante de caucho sintético. Este último, obtenido a través de diferentes polímeros, sirve para la fabricación de una gran variedad de productos.²⁴

Tabla 80.1 • Principales polímeros del caucho.

Tipo de caucho/ Elastómero	Producción (en miles de toneladas en 1993)	Propiedades	Usos comunes
Caucho natural	Tailandia 1.501 Indonesia 1.353 Malasia 923 India 426	Usos generales; no resistente al aceite, se hincha con los disolventes; no resistente al oxígeno, ozono y luz UV	Neumáticos, soportes elásticos, burlletes, acoplamientos, soportes de puentes y para la construcción, calzado, mangueras, correas transportadoras, productos moldeados, revestimientos, rodillos, guantes, preservativos, dispositivos sanitarios, pegamentos, tejidos de fondo para alfombras, hilos, espuma
Polisopreno (IR)	EE.UU. 47 Europa occidental 15 Japón 52	Usos generales; caucho natural sintético, propiedades similares	Véase Caucho natural (párrafo anterior).
Estireno-butadieno (SBR)	EE.UU. 920 Europa occidental 1.117 Japón 620	Usos generales; sustituyó al caucho natural durante la segunda Guerra Mundial; baja resistencia al aceite y disolventes	Neumáticos (75%), correas transportadoras, esponjas, productos moldeados, calzado, mangueras, recubrimientos de rodillos, pegamentos, productos impermeables, forros de alfombra de látex, productos de espuma
Polibutadieno (BR)	EE.UU. 465 Europa occidental 297 Japón 215 Europa oriental 62 (1996)	Baja resistencia al aceite y disolventes; no resistente a la intemperie, alta resiliencia, resistencia a la abrasión y flexibilidad a baja temperatura	Neumáticos, calzado, correas transportadoras, correas de transmisión, pelotas de juguete.
Butilo (IIR)	EE.UU. 130 Europa occidental 168 Europa oriental 90 Japón 83	Baja permeabilidad al gas; resistente a calor, ácidos y líquidos polares; no resistente al aceite y disolventes; resistencia moderada a la intemperie	Interior de tubos, cámaras de vulcanizado de neumáticos, calafateo y selladores, aislamiento de cables, aisladores vibratoriales, revestimiento protector de estanques y membranas para tejados, correas transportadoras y mangueras para alta temperatura
Etilenpropileno/ Etilen- propilen- dieno	EE.UU. 261 Europa occidental 201 Japón 124	Flexibilidad a baja temperatura; resistente a la intemperie y al calor pero no al aceite, o a los disolventes; excelentes propiedades eléctricas	Recubrimientos de cables; desfibradores y burlletes extruidos; productos moldeados; juntas aislantes; recubrimientos para silos, tejados, estanques, zanjas y vertederos controlados
Policloropreno (CR) (neopreno)	EE.UU. 105 Europa occidental 102 Japón 74	Resistente al aceite, llamas, calor e intemperie	Recubrimientos de cables, mangueras, correas transportadoras, calzado, ropa impermeable, tejidos recubiertos y productos inflables, extruidos, pegamentos, soportes de puente y rail, revestimientos, juntas de esponja, productos de espuma de látex
Nitrilo (NBR)	EE.UU. 64 Europa occidental 108 Japón 70 Europa oriental 30	Resistente al aceite, disolventes y aceite vegetal; se hincha con disolventes polares como las cetonas	Sustancias taponadoras, recubrimientos y juntas para mangueras resistentes a combustibles, camisas de rodillos, correas transportadoras, suelas de zapatos, guantes, pegamentos, equipos de perforación para pozos petrolíferos
Silicona (MQ)	EE.UU. 95 Europa occidental 107 Japón 59 (1990)	Estable a temperaturas altas y bajas; resistente al aceite, disolventes e intemperie; fisiológica y químicamente inerte	Aislamiento de cables, burlletes, pegamentos, juntas, productos moldeados y extruidos, mascarillas de gas y respiradores, tubos para alimentación y sanitarios, implantes quirúrgicos
Polisulfuros (OT)	EE.UU. 20 Europa occidental 0 Japón 3	Resistente al aceite, disolventes, bajas temperaturas e intemperie; baja permeabilidad al gas	Camisas de rodillos, revestimientos de mangueras, juntas, productos moldeados, taponadores, diafragmas para gasómetros, selladores de vidrio, aglomerante sólido de combustible para cohetes
Caucho reciclado	— —	Cadenas poliméricas más cortas; mayor facilidad de procesamiento; menor tiempo de mezclado y menor consumo de energía; menor resistencia a la tracción y menor coste	Neumáticos, interior de tubos, felpudos, productos mecánicos, pegamentos, asfalto cauchutado

Fuente: Volúmenes de producción del Instituto de Investigación de Stanford.

Entre los diferentes tipos de **caucho natural** (←) que se producen actualmente se encuentran las planchas estriadas ahumadas, el caucho de especificación técnica, los crepés, el látex, el caucho natural epoxidizado y el caucho natural termoplástico. El 60 % del **caucho sintético** (→) y el 75 % del caucho natural se destinan a la fabricación de neumáticos y productos afines, que da empleo a casi medio millón de trabajadores en todo el mundo.

²⁴ BELICZKY, L.D. Y FAJEN J. (1998). Capítulo 80. Ítem 80.2

Anexo 2

El neumático



También denominado cubierta, goma o llanta, es una pieza que al colocarse en la rueda de un vehículo²⁵ se configura como único punto de contacto de este con el suelo para conferir adherencia y configurar parámetros de tracción, dirección, amortiguación de golpes, estabilidad, soporte de la carga, etc.

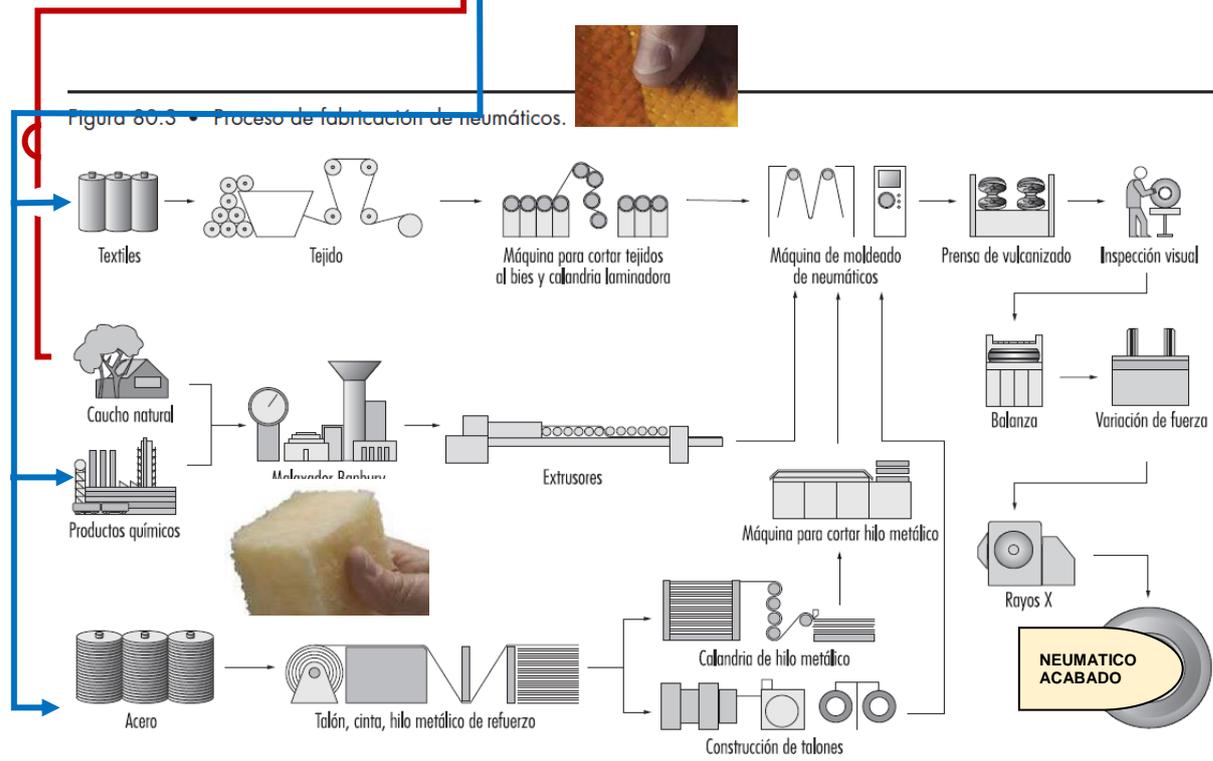
No es desconocida la evolución del neumático en la industria automotriz, y se sabe que a los de caucho puro le han sucedido diseños que en general son largas cadenas de polímeros de hidrocarburos que incorporan Estireno, Butadieno, Acrilonitrilo, Polibutadieno y/o Polisoprenos sintéticos, para ofrecer diferentes propiedades.

La tabla de la derecha manifiesta otros componentes presentes y la función que cumplen en la estructura de este elemento de rodamiento vehicular que se fabrica bajo un esquema como el que se muestra debajo.

Componentes	Vehículos		Función
	Automóviles % en Pesos	Camiones % en Pesos	
Caucho	48	45	Estructural-Deformación
Negro Humo	22	22	Mejora Oxidación
Óxido de Zinc (acelerante)	1.2	2.1	Catalizador
Material Textil	5	0	Esqueleto Estructural
Acero	15	25	Esqueleto Estructural
Azufre	1	1	Vulcanización
Otros	12	0	Juventud

fuente: Adaptado de "Materiales y compuestos para la industria del neumático" de Guillermo Castro

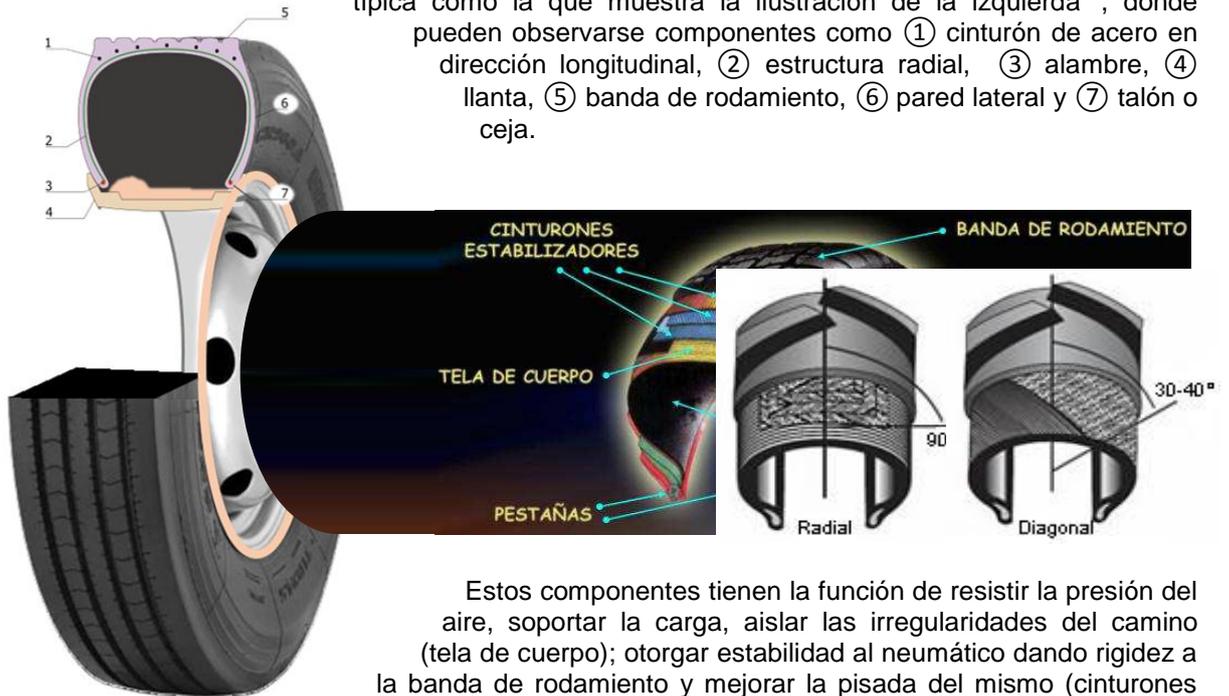
²⁶



²⁵ Medio de locomoción que permite el traslado de un lugar a otro de personas, por ejemplo la bicicleta, la motocicleta y el automóvil; cuando se traslada animales u objetos es llamado vehículo de transporte, el camión entre otros.

²⁶ FREDERICK, J.S. (1998). Enciclopedia del Salud y Seguridad en el Trabajo. Capítulo 80. Industria del Caucho. Fabricación de Neumáticos. 80.4.

El producto definitivo, o **NEUMÁTICO ACABADO**, adopta de manera genérica una figura transversal típica como la que muestra la ilustración de la izquierda²⁷, donde pueden observarse componentes como ① cinturón de acero en dirección longitudinal, ② estructura radial, ③ alambre, ④ llanta, ⑤ banda de rodamiento, ⑥ pared lateral y ⑦ talón o ceja.



Estos componentes tienen la función de resistir la presión del aire, soportar la carga, aislar las irregularidades del camino (tela de cuerpo); otorgar estabilidad al neumático dando rigidez a la banda de rodamiento y mejorar la pisada del mismo (cinturones estabilizadores); retener el aire comprimido en el neumático (innerliner); proveer tracción, adherencia en superficies secas y mojadas y resistir la fricción (banda de rodamiento); otorgar flexibilidad al neumático (laterales o pared) y por último fijar el neumático a la llanta (pestañas o talones).²⁸ En la actualidad, la mayoría de los neumáticos de vehículos de pasajeros como los de camión son **radiales**, y existe también otro tipo de neumáticos llamados **diagonales**, utilizados principalmente en camiones.

Es de destacar que el área de contacto corresponde, para cada rueda, a una superficie equivalente a la de una tarjeta postal y según la utilidad, tipo de conducción y/o función del vehículo que utiliza un neumático como elemento de rodadura para su desplazamiento, esta superficie de contacto varía, por



lo cual, en consecuencia es desigual el tipo y la cantidad de neumáticos que un vehículo utiliza.

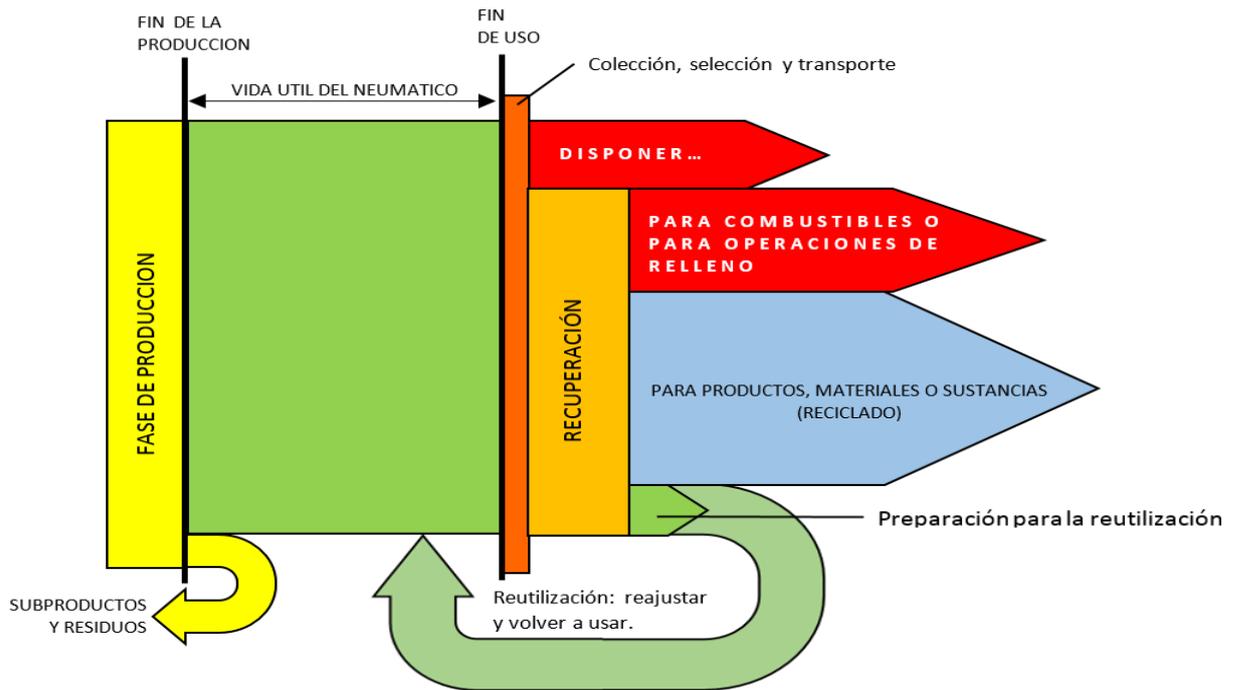
En nuestra región los tipos y las cantidades oscilan según la descripción superior, con cantidades que van de dos a dieciocho unidades por móvil. El peso final de un neumático es el resultado de la estructura seleccionada y las soluciones aplicadas en el diseño interior.

Tipo de vehículo	Peso medio por neumático
Turismos ligeros	7 (6,5-9)
Vehículos semiligeros	11
Camiones	50
Grandes trailers: Mínimo	55
Grandes trailers: Máximo	55-80
Maquinaria agrícola	100
Maquinaria industria/construcción	100

²⁷ http://www.goodyear.com.ar/tire_know/making_a_tire/

²⁸ CASTRO, G. (2008) Materiales y Compuestos para la industria del neumático.

La existencia de un neumático se puede representar gráficamente de la siguiente manera²⁹:



La duración de los neumáticos depende de varios factores que tienen que ver con el tipo de neumático, su almacenamiento previo a la utilización, la aplicación, las velocidades y las cargas utilizadas, las condiciones geográficas, los hábitos de conducción, los cuidados, etc.; sin embargo, y por regla general, el desgaste es el principal factor limitante en la duración.

La mayoría de los neumáticos tienen barras indicadoras o testigos de desgaste ubicadas en el fondo de los surcos, denominado TWI (Tread Wear Indicator – Indicador de Desgaste de la Banda de Rodamiento)³⁰. Si el neumático es bueno, es necesario cambiarlo a los 40000 o 50.000 km, aunque en el caso de neumáticos “*baratos*” y por tanto menos fiables lo mejor es no arriesgarse y cambiarlos a los 10.000 km. No obstante, la vida del neumático depende mucho del estilo de conducción y del tipo de carreteras por las que nos movamos habitualmente.

Cuando el dibujo de la goma tiene una profundidad inferior a los 1,6 milímetros, es decir, que sobrepasa aquellos indicadores provistos por el fabricante, se hace legalmente necesaria su sustitución³¹. CESVI Argentina recomienda que por lo menos cuente con 2 mm de profundidad³² antes del recambio. Además, y como medida de precaución, si los neumáticos no se han cambiado en 10 años desde la fecha de fabricación (legible en el flanco de un neumático), se recomienda cambiarlos por otros nuevos.

También suele ser necesario un recambio por síntomas anormales de deterioro, por ejemplo, un desgaste asimétrico (grandes diferencias en neumáticos del mismo eje), un desgaste en el centro o bien desgaste en los hombros de la banda de rodadura, todos síntomas evidentes y fáciles de detectar que probablemente se deban a un problema mecánico. A ello se le debe de agregar posibilidades de cortes, grietas, deformaciones, que representan el paso previo a un pinchazo o reventón.

²⁹ Lo Presti, D. (2013) Recycled Tyre Rubber Modified Bitumens for road asphalt mixtures. Construction and Building Materials, 49. pp. 863-881.

³⁰ http://www.goodyear.com.ar/tire_know/faq/#q12

³¹ Ley Nacional de Tránsito N°24449.

³² http://www.cesvi.com.ar/campania_autopistas/2009/neumaticos.htm

Anexo 3

Normas relacionadas con gestión de caucho

De competencia Federal

En el año 2013³³, la entonces Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS)³⁴ reglamenta el “Manejo Sustentable de Neumáticos”, dicha normativa (publicada en el Boletín Oficial del 17 de mayo de 2013, bajo número 32641 en página 13)³⁵ entre otros aspectos, considera:

- ✓ el “*Principio de responsabilidad extendida del productor*” como instrumento de la política de gestión de los desechos (prevención, minimización, reutilización, reciclado, otro tipo de recuperación, incluida la recuperación de energía, y la eliminación final);
- ✓ la obligatoriedad asumida por el Mercado Común del Sur (MERCOSUR) para desarrollar una política de destino final ambientalmente adecuada para todo el sector de neumáticos, común a todos los países plenos y asociados³⁶; que considera a los “**neumáticos usados, fuera de uso y/o de desecho**”³⁷ dañinos para el medio ambiente por sus características de peligrosidad, riesgo o potencial efecto nocivo, por lo que “**requieren de una gestión ambientalmente adecuada y diferenciada de otros residuos**” que de no cumplirse genera, además, la particularidad de contaminación y posible afectación a la salud de la población;
- ✓ el impacto ambiental que genera la combustión no controlada de neumáticos que deviene en un residuo peligroso, impactando además en la salud a través de la emisión de los productos de descomposición entre los cuales es relevante mencionar Gases de Efecto Invernadero (GEIs);
- ✓ el potencial albergue que representa un neumático en desuso para roedores y criaderos de insectos, como los mosquitos que transmiten el dengue y la fiebre amarilla, representando por ende riesgos a la salud pública;
- ✓ la relevante cantidad de desecho generado, que constituido por múltiples componentes como caucho, aceros y fibras, con propiedades físicas y químicas complejas, implica una biodegradación muy prolongada en años.
- ✓ el compromiso de seguir reduciendo, reutilizando y reciclando (las 3 erres) los desechos y a aumentar la recuperación de energía procedente de los mismos, asumido en el marco de la Conferencia Mundial sobre el Desarrollo Sostenible celebrada en la ciudad de Río de Janeiro (Río+20)...

Aspectos por los cuales, entre otros, **se resuelve**³⁷:

- 1º _ Establecer definiciones y lineamientos para el desarrollo de una “**estrategia nacional**” referida al Manejo Sustentable de Neumáticos en su Ciclo de Vida, particularmente los Neumáticos de Desecho; entendiéndose:
 - a) Por **Neumático**: Elemento constituido básicamente por caucho y materiales de refuerzo, que se monta sobre una llanta para ser utilizado en el rodamiento de todo tipo de vehículos.
 - b) Por **Neumático Usado**: Neumático que ya fue rodado, y que por sus características conserva la capacidad para seguir haciéndolo.
 - c) Por **Neumático fuera de uso (NFU)**: Neumático usado cuyo estado de desgaste no reúne las condiciones para seguir siendo utilizado como tal, que es almacenado por el consumidor o

³³ Resolución 523/2013

³⁴ Esta Secretaría fue creada en 2006 bajo jurisdicción de la Jefatura de Gabinete de Ministros del Gobierno de la Nación, y en 2015 se eleva a Ministerio; de él dependen diversos organismos, como la Dirección de Bosques, la Dirección de Fauna Silvestre, entre otros.

³⁵ <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?jsessionid=3A80ECA90F814EB0DDEC12BF6C6B2AD5?id=214412>

³⁶ El bloque tiene seis miembros plenos (Argentina, Brasil, Uruguay, Bolivia, Paraguay y Venezuela). y seis asociados (Chile, Ecuador, Perú, Colombia, Guyana y Surinam). La formalización de lo que se conoce como Mercado Común del Sur (Mercosur) data del 26 de marzo de 1991, cuando la Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay suscribieron el Tratado de Asunción, carta fundacional de esta unión.

³⁷ La exposición del reglamento en esta sección del informe es una síntesis.

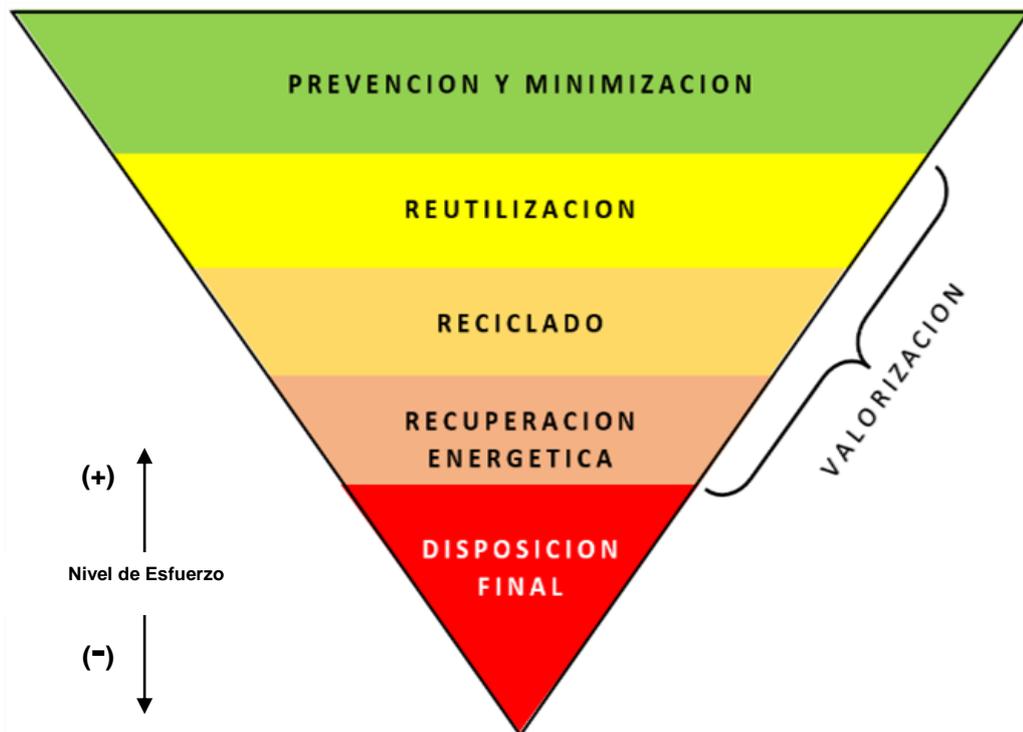
- usuario final y que mediante un proceso de reconstrucción puede ser reutilizado para su rodamiento.
- d) Por **Neumáticos reconstruidos**: Son aquellos, neumáticos sometidos a un proceso de reparación que permite extender la vida útil de un neumático usado; ya sea “*recapado*”, proceso por el cual un neumático es reconstruido por sustitución de su banda de rodamiento; “*recauchutado*”, proceso por el cual un neumático es reconstruido por sustitución de su banda de rodamiento y de sus hombros; “*remoldeado*”, proceso por el cual un neumático es reconstruido por sustitución de su banda de rodamiento, de sus hombros y de toda la superficie de sus costados, este proceso también es conocido como recauchutaje de talón a talón.
 - e) Por “**neumáticos de desecho**” (**ND**): Son aquellos neumáticos que no pueden usarse para el propósito que se fabricaron originalmente careciendo de condiciones técnicas necesarias para un proceso de reconstrucción, o aquellos que su poseedor ha transformado en desecho/residuo por propia decisión.
 - f) Por “**descarte**” (**D**): Se incluye en esa definición al material de descarte de caucho (*scrap*) generado en el proceso de fabricación o producción, y reconstrucción de neumáticos (esté o no vulcanizado)....
 - g) Por “**transformación**”: Es el tratamiento físico y/o químico o combinado de los neumáticos de desecho para modificar sus características o aprovechar sus componentes y/o su potencial.
 - h) Por “**reutilización**”: Toda operación que permita prolongar el uso del neumático de desecho o el de algunos de sus componentes, en una aplicación distinta a la original.
 - i) Por “**reciclaje**”: Todo proceso de extracción y transformación de los componentes y/o elementos de los neumáticos de desecho para su utilización como insumo o materia prima de otro proceso productivo en una aplicación distinta a la original.
 - j) Por “**tratamiento**”: toda actividad de desmontaje, desarmado, desensamblado, trituración, valorización o preparación para su disposición final y cualquier otra operación que se realice con tales fines;
 - k) Por “**valorización**”: toda acción o proceso que permita el aprovechamiento de los neumáticos, así como de los materiales que los conforman, siempre que no represente un impacto negativo significativo al ambiente o la salud humana. Se encuentran comprendidos en la valorización los procesos de reutilización y reciclaje;...
 - l) Por “**recuperación energética**”: aprovechamiento de la energía residual de los residuos.
 - m) Por “**disposición final**”: destino último —ambientalmente seguro— de los elementos residuales que surjan como remanente del tratamiento de neumáticos de desecho....
 - n) Por “**productor de neumáticos**”: toda persona que fabrique y/o coloque neumáticos en el mercado y/o los importe al territorio nacional;
 - o) Por “**consumidor o usuario final**”: Es la persona física o jurídica, pública o privada, que utiliza neumáticos y genera neumáticos fuera de uso y de desecho....
- 2º** _ Regir la Gestión de Neumáticos mediante un “**adecuado diseño e innovación en los procesos productivos y los productos y sistemas adecuados de recolección para el tratamiento, valorización, y disposición final**”; teniendo en consideración:
- a) La “**proximidad**” el tratamiento de los neumáticos de desecho deberá realizarse en los sitios adecuados más cercanos posibles al lugar de su generación.
 - b) La “**responsabilidad extendida del Productor**” que es la asignación de la carga de la gestión ambiental a los Productores, a lo largo de todo el ciclo de vida del producto incluida la etapa post-consumo.
 - c) La “**prevención**”, las causas y las fuentes de los problemas ambientales se atenderán en forma prioritaria e integrada, tratando de prevenir los efectos negativos que sobre el ambiente se puedan producir...
- 3º** _ Considerar como “**acción no ambientalmente racional**” el abandono y vertido de neumáticos no autorizado, la quema a cielo abierto y el depósito en rellenos sanitarios de neumáticos enteros (con exclusión de aquellos utilizados como elementos de protección en los propios rellenos sanitarios)...
- 4º** _ Considerar como “**actividades de manejo ambientalmente racionales**” de los neumáticos de desecho –sin tratar- a las acciones que se listan a continuación:
- En esolleras y rompeolas artificiales.
 - En control de erosión.

- En barreras acústicas.
- En barreras de contención contra colisiones (autódromos, puertos, entre otros).
- En aplicaciones de ingeniería civil.

5º _ “Valorizar” el aprovechamiento de neumáticos de desecho triturados en:

- Superficies deportivas.
- Patios de juegos.
- Pisos de seguridad.
- Recubrimiento de contenedores para flete marítimo.
- En asfaltos modificados.
- En pavimentos de hormigón de cemento.

Concluyendo, la reglamentación analizada explicita en su ANEXO 1 una gráfica donde se escalonan por “jerarquía” aquellos procesos relacionadas con la producción y el manejo de “neumáticos” en general; de manera que en los escalones superiores se encuentran los que debieran requerir mayor nivel de esfuerzo para minimizar los efectos de la disposición final, la que por ende, necesitaría entonces menores recursos.



De competencia provincial

LEY 1.434 Provincia de San Juan³⁸

-Norma de protección ambiental para el desarrollo de un Sistema Integral de Gestión de Cauchos de Desecho generados en la Provincia de San Juan-

Publicación B.O.: 11/07/2016

³⁸ SAIJ. Sistema Argentino de Información Jurídica. <http://www.saij.gob.ar/>

LA CAMARA DE DIPUTADOS DE LA PROVINCIA DE SAN JUAN SANCIONA CON FUERZA DE LEY:

CAPITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 1º.- OBJETO: Las disposiciones de la presente Ley establecen normas de protección ambiental para el desarrollo de un Sistema Integral de Gestión de Cauchos de Desecho generados en la Provincia de San Juan, propiciando el manejo sustentable y determinando las responsabilidades jurisdiccionales del gobierno provincial y de los diferentes generadores públicos y privados de dicho descarte.

ARTICULO 2º.- Son objetivos de la presente Ley: a) Otorgar el marco normativo que propicie la gestión integral y ambientalmente responsable para prevenir que los pasivos de cauchos de desechos provoquen afectaciones al ambiente y a la salud humana, derivados de una disposición final inadecuada; b) Implementar planes de acción multisectorial coordinada a fin de asegurar que los distintos sectores privados y públicos asuman su responsabilidad postconsumo como productores y usuarios de este desecho; c) Promover la reutilización, el reciclado y otras formas de valorización de dicho pasivo ambiental; d) Fomentar el correcto manejo, manipulación, disposición final y uso mediante campañas educativas y de concientización a la población; e) Crear sistemas de trazabilidad que permitan controlar y cuantificar el pasivo ambiental generado en la Provincia; f) Hacer cumplir a los grandes, medianos y pequeños generadores de cauchos en desecho las normativas aplicables en la Ley N° 504-L de Impacto Ambiental, Ley N° 25612 Gestión Integral de Residuos Industriales y de actividades de servicios, Ley N° 25675 General de Ambiente, Ley Provincial N° 1114- L; Ley N° 24051 de Residuos Peligrosos y su Ley de adhesión N° 522-L; y toda otra norma atinente; g) Fomentar el manejo y recolección diferenciada de los cauchos de desechos; h) Prohibir la quema indiscriminada a cielo abierto de cauchos de desechos; i) Divulgar y propiciar las mejores técnicas para el tratamiento de cauchos de desechos disponible y mejores prácticas ambientales en la materia en el sector industrial que corresponda; j) Promover la construcción y desarrollo en la Provincia de San Juan de un Centro de Tratamiento y Disposición de Cauchos de Desechos a efectos del rehúso o industrialización de estos residuos acumulados por la actividad en la provincia y aquellos provenientes de otras jurisdicciones provinciales o del exterior; k) Resolver los pasivos ambientales existentes por acumulación de cauchos, en particular de los neumáticos de desechos.

ARTICULO 3º.- DEFINICIONES: A los fines de esta Ley, se entiende por: a) Caucho: es el componente principal utilizado para la fabricación de objetos como neumáticos, cámaras, cintas transportadoras, mangueras y otros; b) Neumático: elemento construido básicamente por caucho y materiales de refuerzo, fabricado recientemente, usado o reconstruido, que se monta sobre una llanta para ser utilizado en el rodamiento de todo tipo de vehículo; c) Neumático fuera de uso: son aquellos neumáticos usados cuyo estado de desgaste no reúne las condiciones para seguir siendo utilizado como tal, es almacenado por el consumidor o usuario final, pero mediante un proceso de reconstrucción o recauchutado puede ser reutilizado para su rodamiento; d) Cauchos de desecho: son aquellos que no pueden usarse para el propósito que se fabricaron originalmente, careciendo de condiciones técnicas necesarias para las diseñadas originalmente, o los cuales su poseedor ha transformado en residuos por propia decisión; e) Descarte de cauchos de producción: se incluye en esa definición el scrap de caucho generado en el proceso de producción, fabricación, reconstrucción, remodelado o recauchutado de neumáticos (esté o no vulcanizado), cintas transportadoras, mangueras y otros; f) Manejo sustentable de cauchos: procesos que priorizan las mejores prácticas disponibles y técnicas ambientales asociadas a la producción, uso, consumo, transformación, valorización (reutilización y reciclaje), tratamiento (desmontaje, desarmado, desensamblado, trituración, valorización) y disposición final de neumáticos como producto, usados y de desecho; g) Transformación: es el tratamiento físico, químico o combinado de los cauchos de desecho para modificar sus características o aprovechar sus componentes o su potencial; h) Reutilización: toda operación que permita prolongar su uso o el de alguno de sus componentes, luego de su utilización original; i) Reciclaje: todo proceso de extracción y transformación de los componentes o elementos de los cauchos que han llegado al término de su vida útil pero que admite un uso adicional; j) Tratamiento: toda actividad de desmontaje, desarmado, desensamblado, trituración, valorización o preparación para su disposición final y cualquier otra operación que se realice con tales fines; k) Valorización: toda acción o proceso que permita el aprovechamiento de los neumáticos, así como de los materiales que los conforman, siempre que no dañe el ambiente o la salud humana. Se encuentran comprendidos en la valorización de los procesos de reutilización y reciclaje; l)

Disposición final: destino último ambientalmente seguro, de los elementos residuales que surjan como remanente del tratamiento de los cauchos de desecho.

ARTÍCULO 4°.- PRINCIPIOS. La gestión de cauchos de desechos deberá regirse por los principios: a) Reducción de fuentes y ciclo de vida integrado (producción, uso, reutilización, reciclaje, valorización, tratamiento o disposición final); b) Prevención de efectos negativos que sobre el ambiente se puedan producir; c) El que contamina paga, a fin de evitar y resolver los problemas ocasionados por la inadecuada gestión.

CAPITULO II

DE LOS GENERADORES Y RESPONSABILIDADES

ARTICULO 5°.- Se considera generador a toda persona física o jurídica, pública o privada que como resultado de sus actos, procesos productivos, operaciones o de actividades de servicios, genere caucho (cualquiera fueren sus presentaciones) como desechos.

ARTICULO 6°.- De los tipos de generadores categorizados según cantidad y características de cauchos (presentados en objetos como cubiertas, cintas, mangueras y otros) que produzcan mensualmente o su equivalente anual: a) Pequeño: cantidades comprendidas entre uno (1) y diez (10) neumáticos descartados de rodado de motos, autos o camionetas (menores a 70 kg.) de desecho; b) Mediano: cantidades comprendidas entre setenta kilogramos (70 kg.) y setecientos kilogramos (700 kg.) de cauchos de desechos; c) Grandes: cantidades superiores a setecientos kilogramos (700 kg.) de caucho de desecho.

ARTICULO 7°.- Créase el padrón de medianos y grandes generadores de cauchos de desechos. A tal fin la autoridad de aplicación realizará un censo o relevamiento en toda la Provincia de San Juan.

ARTICULO 8°.- Los generadores de cauchos de desechos deberán instrumentar las medidas necesarias para: a) Minimizar su generación como desecho; b) Separarlo o diferenciarlo del residuo sólido urbano y demás residuos para facilitar todas las etapas de gestión; c) Llevar un control cuantitativo y cualitativo de dicho pasivo ambiental; d) Tratar adecuadamente y poner sus desechos de cauchos a disposición de la gestión para ser procesados en plantas de tratamiento debidamente habilitadas.

ARTICULO 9°.- El generador de cauchos deberá brindar a la autoridad competente la información necesaria solicitada correspondiente a: a) Tipo de actividad que realiza; b) Cantidad generada mensual y anualmente; c) Tipo de desecho y cualidades; d) Tipo de tratamiento o trazabilidad para su destino final, en caso de que lo hubiere; e) Modo de almacenamiento o acopio temporal si hubiere.

ARTICULO 10°.- Para los pequeños generadores se otorga la responsabilidad de trasladar sus neumáticos de desecho hasta centros de recolección o a la planta de procesos habilitada por la autoridad de aplicación y los distintos municipios de la Provincia.

CAPITULO III

CICLO DE VIDA

ARTICULO 11°.- La trazabilidad de los cauchos se extiende en la jurisdicción, comprendiendo entre otras, las siguientes etapas: a) Puesta en el mercado de los cauchos presentados en sus distintos tipos de productos; b) Utilización de los mismos por parte de los usuarios; c) Acopio transitorio antes de su destino final; d) Entrega a centros habilitados para su reconstrucción; e) Retiro y transporte del mercado de los cauchos de descarte; f) Transformación de los cauchos para recuperar sus componentes o aprovechar su potencial; g) Utilización de los componentes recuperados; h) Disposición final apropiada de los materiales o constituyentes que ya no sean utilizables en ninguna forma.

CAPITULO IV

DE LAS DISPOSICIONES FINALES

ARTÍCULO 12°.-TRATAMIENTO AMBIENTALMENTE RESPONSABLE. A título enunciativo, se considera tratamiento ambientalmente responsable de los cauchos fuera de uso a: aprovechamiento de

cauchos triturados; a los usados como fuente de energía (mediante adecuado tratamiento de efluentes gaseosos) o como combustible alternativo en hornos de cemento, en plantas de generación de energía eléctrica, en procesos industriales, los presentados como neumáticos de desecho enteros fuera de uso, entre otros.

CAPITULO V

DE LAS TECNOLOGIAS

ARTICULO 13º.- Las tecnologías utilizadas para el tratamiento de los cauchos de desecho deben responder a los principios establecidos en el Capítulo IV Artículo 17 de la Ley Nacional N° 25612.

ARTICULO 14º.- Cualquier tipo de tratamiento utilizado por toda persona física o jurídica, pública o privada, deberá fundamentar ante las autoridades correspondientes, la elección de las tecnologías a utilizar en la gestión integral de neumáticos de desecho y obtener la autorización correspondiente.

CAPITULO VI

AUTORIDAD DE APLICACION

ARTICULO 15º.- Será autoridad provincial de aplicación la Secretaría de Estado de Ambiente y Desarrollo Sustentable, o el órgano que en el futuro lo reemplace.

CAPITULO VII

DE LOS CENTROS DE ACOPIO Y CONFINAMIENTOS TEMPORALES

ARTICULO 16º.- Todo vertedero de cauchos o centros de acopio que no hayan sido previamente autorizados por las autoridades competentes, será declarado clandestino e inmediatamente clausurado, ello sin perjuicio de las sanciones previstas en esta Ley y el Código de Faltas de la Provincia de San Juan u otra legislación vigente.

ARTICULO 17º.- Los recolectores autorizados deberán respetar los circuitos de acopio establecidos por el municipio correspondiente.

ARTÍCULO 18º.- PROHIBICION. Queda prohibido el abandono, vertido o la eliminación no autorizada de cauchos (incluida la quema), en la jurisdicción provincial.

ARTICULO 19º.- Declárase de interés provincial la construcción de un Centro de Tratamiento y Disposición Final de Cauchos en Desuso.

ARTICULO 20º.- Posteriormente a la construcción y la puesta en operación del Centro de Tratamiento, será de carácter obligatorio a las empresas inscriptas en el padrón de generadores de caucho, la gestión adecuada para el tratamiento y disposición final de los cauchos acumulados a esa fecha.

ARTICULO 21º.- Se prohíbe el enterramiento, en rellenos sanitarios de los Centros de Tratamiento y Disposición Final que integran el Programa Estratégico Provincial de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, de cauchos en cualquiera de sus presentaciones (neumáticos, cintas transportadoras, mangueras de gran tamaño, etc.). Autorizándose únicamente el acopio y posterior traslado al Centro de Disposición Final de Caucho en desuso.

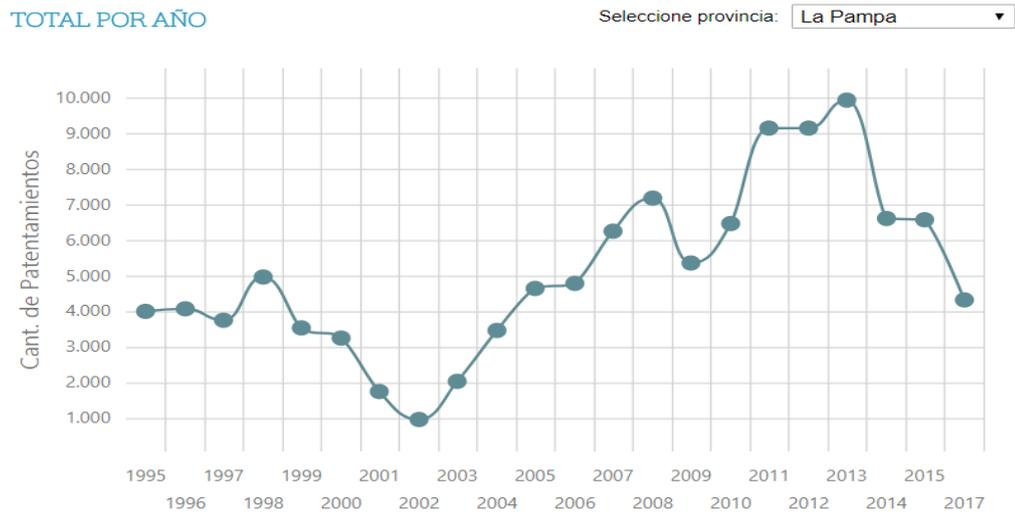
ARTÍCULO 22º.- REGIMEN DE CONTROL Y SANCIONES. Todo el transportista que recolecta este residuo de mediano y gran generador, deberá ser autorizado y constar con una orden de transporte que permita identificar su procedencia, recorrido y disposición, identificando al generador, transportista y sitio de destino final. En un todo de acuerdo con la Ley N° 1114-L (Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)-Provincia de San Juan) Artículos 5º; 13; 14; 15; 17; y 18. Las contravenciones que se detecten o corroboren, serán sancionadas según la normativa vigente Ley N° 941-R (Artículos 98; 99; 162; 167; y 169) o lo estipulado en la Ley N° 1114-L.

ARTICULO 23º.- Comuníquese al Poder Ejecutivo. Sala de Sesiones de la Cámara de Diputados, a los diecinueve días del mes de Mayo del año dos mil dieciséis.

Anexo 4

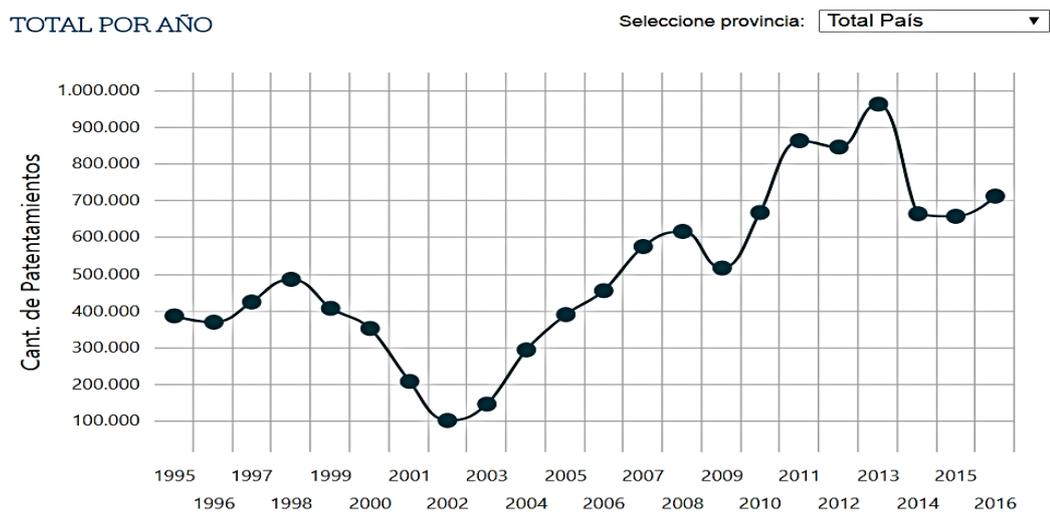
Patentamiento vehicular

El periódico de tirada nacional *La Nación* pone a disponibilidad de los lectores un componente de gráficos interactivos con todos los patentamientos por provincia y por año desde 1995³⁹. Allí se puede observar la evolución histórica de patentamientos de automotores en relación con la venta de **vehículos nuevos** para todo el país:



La grafica pone de manifiesto que la cantidad de registros en dos décadas es de aproximadamente 11.000.000 unidades vehiculares, que insertan 44.000.000 de neumáticos directamente al mercado de ser vehículos con cuatro ruedas.

Para el caso de la provincia de **La Pampa** se tiene:



Esta grafica manifiesta un registro de aproximadamente 115.000 unidades, lo que equivale a poco más del uno por ciento (1,04%) del total país en el mismo periodo; insertando de manera directa al mercado pampeano una cantidad de 460.000 neumáticos de ser cuatro las unidades por vehículo.

³⁹ Diario la Nación: <http://www.lanacion.com.ar/1665557-patentamiento-automotor-evolucion-historica-de-la-venta-de-vehiculos-nuevos>

Anexo 5

El mercado de Neumáticos en la Argentina

La línea de investigación de la “Comisión Permanente de trabajo para el reciclado de Neumáticos Usados” formada en el ámbito del Instituto Nacional de Investigación Tecnológica logra discernir en el año 2009 la siguiente información:

	Regiones geográficas	% de generación de neumáticos fuera de uso
	Zona NOA (Jujuy - Salta - Tucumán - Catamarca - Santiago del Estero)	8
	Zona CUYO (La Rioja - San Juan - Mendoza - San Luis)	8
	Zona NEA (Formosa - Chaco - Misiones - Corrientes - Entre Ríos - Santa Fe)	18
	Zona Centro (Ciudad de Buenos Aires - Buenos Aires - Córdoba - La Pampa)	58
	Zona Sur (Neuquén - Río Negro - Chubut - Santa Cruz - Tierra del Fuego)	8



Figura 5.1 – Distribución geográfica de NFU's en Argentina

Para la Cámara de Industria del Neumático (CIN⁴⁰), el **Consumo Aparente** de un producto dado es una “*estimación razonablemente satisfactoria*” del volumen de su mercado; su determinación se realiza sobre la base de la fórmula general:

$$\text{CONSUMO APARENTE} = \text{PRODUCCIÓN} + \text{IMPORTACIONES} - \text{EXPORTACIONES}$$

Los valores de "Producción de Neumáticos" son elaborados mensualmente por esta Cámara y resultan de consolidar los datos que suministran las empresas asociadas con plantas de producción radicadas en Argentina; dicha información es suministrada con fines estadísticos únicamente al INDEC quien, quien de forma análoga suministra a la Cámara datos que permiten calcular las "Importaciones y Exportaciones de Neumáticos"; así se conforman tablas que conducen a la siguiente:

Total de NEUMÁTICOS (Unidades)							
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Consumo Aparente	3.837.673	5.177.523	6.839.157	6.846.865	7.351.856	5.998.224	7.245.739
Producción	4.945.995	4.738.732	5.627.158	6.242.751	7.329.014	7.174.189	7.593.003
Exportación	1.258.163	580.688	495.246	770.434	1.596.157	2.447.072	2.336.270
Importación	140.841	1.019.479	1.707.245	1.374.548	1.618.999	1.271.107	1.988.976

⁴⁰ Representa institucionalmente a las empresas del sector con plantas industriales radicadas en la República Argentina. La Industria registra, en el país, antecedentes de fabricación local desde 1931. La Cámara tiene un antecedente de constitución el 10 de Junio de 1954, pero luego de algunos períodos de receso inició actividades formales como Asociación Civil el 8 de Abril de 1970, siendo aprobada su Personería Jurídica C-5602 mediante la Res. I.G.P.J. 430 del 21 de Febrero de 1975.

<http://www.cin.org.ar/estadisticas.html>

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Consumo Aparente	9.117.898	9.230.525	7.687.198	8.578.125	6.921.682	4.665.807	7.761.430
Producción	8.532.189	9.515.643	8.250.200	8.635.450	8.036.898	9.093.020	9.758.202
Exportación	2.620.840	3.772.045	4.261.916	4.807.995	4.574.886	5.982.611	5.107.808
Importación	3.206.549	3.486.927	3.698.914	4.705.630	3.459.670	1.555.398	3.111.036
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Consumo Aparente	9.077.972	9.715.510	9.686.390	11.206.243	11.447.143	<i>Aun no publicados</i>	
Producción	10.649.623	12.034.171	12.286.866	12.211.500	11.093.304		
Exportación	5.381.769	6.441.107	6.857.398	6.470.413	5.850.444		
Importación	3.810.118	4.122.446	4.256.922	5.465.156	6.204.283		

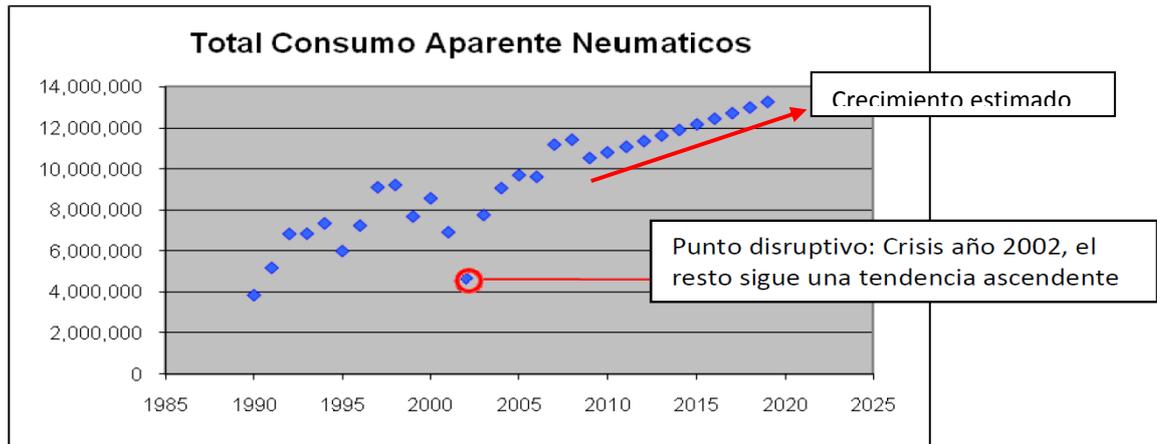


Gráfico 5.1 – Proyección de Consumo Aparente

Anexo 6

Tecnología para la obtención de GCR

Existe una importante cantidad y calidad de ofertas operativas en el mundo con el objetivo de minimizar este importante “*pasivo ambiental*”; los sistemas técnicos/tecnológicos que lo intentan realizar se pueden identificar según el proceso; así se tiene:

- **Termólisis:** Utiliza trozos de neumático pre tratados y es un proceso de cizalladura termomecánica que cambia las características del material de entrada en dos fases. Durante la primera fase, el granulado se plastifica. Durante la segunda fase, el material es procesado por procesos térmicos y mecánicos. Estos tratamientos descomponen la estructura vulcanizada para restaurar algunas de las características originales de caucho virgen.

- **Pirolisis:** También utiliza trozos de neumático pre tratados y es un método de dos fases que utiliza la descomposición térmica para calentar el caucho en ausencia de oxígeno y romperlo en sus partes constituyentes, por ejemplo, aceite, gas y carbón. Este último elemento surge como un polvo grueso con un tamaño de partícula que varía de 0,4 μm a más de 1000 μm de diámetro que puede utilizarse en procesos de producción de colorante o relleno. Continúa en “*fase de investigación*” presentando problemas técnicos de separación de la cantidad de compuestos carbonados producidos; y en primera instancia resulta costoso.

- **Incineración:** somete a combustión los materiales orgánicos del neumático a altas temperaturas. Resulta costoso, difícil de controlar y contaminante. Genera calor que puede ser usado como energía (proceso exotérmico).

- **Trituración criogénica:** Se realiza a muy baja temperatura usando nitrógeno líquido o refrigerantes comerciales para fragilizar el caucho. Suele ser un sistema de cuatro fases que incluye reducción del tamaño inicial, enfriamiento, separación y molienda. El material entra en una cámara de congelación que tiene por temperatura -80 a -120 °C, por debajo del punto en que el caucho deja de comportarse como un material flexible. Debido a su frágil estado, las fibras y el metal se separan fácilmente en un molino de martillos. El granulado pasa a través de una serie de pantallas magnéticas y estaciones de tamizado para separar los últimos vestigios de impurezas. Se necesitan instalaciones complejas, lo cual disminuye la rentabilidad económica; lo que, junto a la complejidad de mantenimiento de la maquinaria y a la baja calidad de los productos obtenidos, ubica a este sistema como poco recomendable.

- **Trituración mecánica:** método de menor costo. Se logra mediante el corte y el desgarrado de los neumáticos, en trituradoras con cuchillas rotativas de varios tamaños. El proceso es puramente mecánico y los productos resultantes son de alta calidad, limpios de todo tipo de impurezas. Es, generalmente, el paso previo en los métodos de recuperación y rentabilización de residuos de neumáticos. La mayoría de las ofertas tecnológicas que operan bajo este proceso tienen en común la generación de productos determinados para aplicaciones específicas que se pueden sintetizar en:

Producto 1.- El que proviene de etapas de trozado/triturado sin separación de tela y metal; útil como combustible para cualquier tipo de caldera u horno que esté adaptado para quemar residuos sólidos sin contaminar el medio ambiente.

Producto 2.- El procedente de una separación de metal, residuos textiles, y trozos de goma de diferentes granulometrías; propicio para alfombras de piso, lomos de burro, amortiguación en canchas de césped sintético, plásticos cargados, picaderos para caballos de carrera (se comprobó que con polvo de goma los caballos tienen menos riesgo de conjuntivitis), pisos de goma y asfaltos (contribuye fundamentalmente a la disminución de ruido y permite aumentar su durabilidad), entre otros.

La Asociación Europea de Reciclado de Neumáticos (ETRA)⁴¹ ha establecido una gama de materiales trozados/granulados post-consumo generados a partir de neumáticos de descarte que según sus medidas volumétricas se denominan de la siguiente manera:

⁴¹ Shulman, V.L. (2004) Tyre Recycling. Pagina 15.

[European Tyres Recycling Association]



Para la obtención de estos elementos existen mayormente “*plantas fijas*” que, equipadas con dispositivos tecnológicos de alta magnitud volumétrica y de gran producción, se sitúan en posiciones geográficas estratégicas, hacia donde se traslada aquel neumático de desecho (ND) que se acopia sectorizadamente.

Una mirada más focalizada a los procesos que efectúan las plantas y/o métodos existentes mayoritariamente permite observar técnicas de trozado, pretriturado y/o triturado enmarcadas en una división de fases tipificadas en cinco tipos:



1

Fase 1.- **Extracción** del cordón de acero del talón o ceja del ND.



2

Fase 2.- **Trozado** mecánico del conjunto restante.

Fase 3.- **Granulación** mecánica del trozado resultante.



2

Fase 4.- **Refinación** -separación caucho-textil-acero- del granulo.

Fase 5.- **Pulverización** del grano refinado.



2



3

Existe en nuestro país, particularmente en el predio del Complejo Norte III de la CEAMSE⁴², sito en Debenedetti 8947 camino del Buen Aire, San Martín, Provincia de Buenos Aires, una planta fija de “**reciclado industrial**” de neumáticos que bajo un modelo de articulación público-privado de gestión sustentable busca contribuir a la conservación del medio ambiente.

El “**proyecto Regomax**” es un modelo de gestión ideado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y se dedica a la recolección de los neumáticos fuera de uso, para ser trasladados a la planta de trituración mencionada. Allí, mediante procesos industriales de **trituración mecánica**, separación y molienda fina, los componentes de los neumáticos (caucho, acero, nylon) pueden ser reutilizados en diversos usos como la fabricación de pisos deportivos para canchas de fútbol, creación de gránulos de cauchos coloridos para pistas de atletismo, carreras de caballo, construcciones civiles, asfalto modificado, productos moldeados, membranas impermeables para techos. Este plan de acción es denominado “**coordinación multisectorial**” dado que involucra a más de un sector vinculado con el descarte de neumáticos.



⁴² Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado. Empresa pública argentina encargada de la gestión de residuos sólidos

Anexo 7

Mercado del GCR

La capacidad de reciclado (figura 6)⁴³ y la disponibilidad de materiales postconsumo han crecido exponencialmente a lo largo de los años.

Todo ello se atribuye al mérito cualitativo de los mismos que han demostrado principalmente ser apropiados y eficaces para aplicaciones particulares, de fácil acceso y con una relación de costo beneficio muy atractiva comparada con la de los productos típicamente tradicionales.

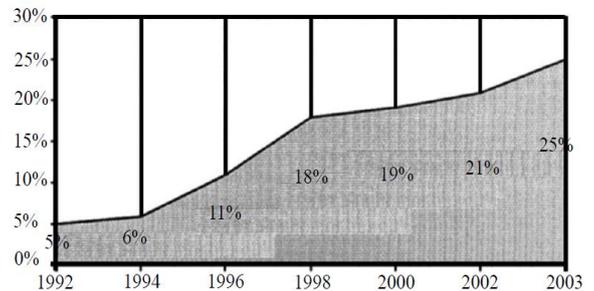


Figure 6 EU recycling capacity 1992-2003

En relación a la clasificación/gama de materiales resultantes del tratamiento de neumáticos de descarte realizada por la Asociación Europea de Reciclado de Neumáticos (ETRA), explicitada ut supra, V.L. Shulman (Tyre Recycling) expresa⁴⁴:

Los **neumáticos enteros descartados (whole tyres)** se pueden utilizar sin tratar o tratarse con dispositivos para hacerlos más flexibles o manejables. Son sus usos principales: arrecifes artificiales; terraplenes; barreras de sonido, estabilización o materia prima para un tratamiento posterior.

El **fragmento o trozo (Shred)** es el resultado del tratamiento mecánico que fragmenta, rasga o desgarrar el neumático en pedazos irregulares con medidas que van de ± 50 a ± 300 mm en cualquier dimensión. Son sus usos principales: relleno liviano, drenaje, aislamiento térmico de carreteras o edificios, barreras acústicas, ingeniería, o materia prima.

Los **bastones (chips)** son piezas de forma irregular ± 10 a ± 50 mm en cualquier dimensión. Son sus principales usos: refuerzos, pilares de puente, relleno ligero para construcción, drenaje, mantenimiento de terrenos, carreteras, fundaciones de campos para deportes y tratamientos de suelo o materia prima.

El **granulo (granulate)** es el resultado del procesamiento del ND para reducirlo en partículas finamente dispersas de ± 1 a ± 10 mm en cualquier dimensión. Hay dos métodos de reducción de tamaño en uso hoy en día:

- Reducción de tamaño ambiental: procesos mecánicos a temperatura ambiente ordinaria que cizalla el caucho para reducirlo a un tamaño deseado que da como resultado un reciclado de forma irregular.
- Reducción de tamaño criogénico: nitrógeno líquido o comercial los refrigerantes debilitan el caucho para reducirlo a un tamaño deseado dando como resultado superficies regulares lisas.

Son sus principales usos: césped artificial, piezas de automoción; barreras antiruido; suministros para pisos, pavimentos y tejados; superficies de parques infantiles y deportivos; calzado; tratamientos del suelo, ruedas sólidas; mobiliario para carretera y sistemas de tráfico; asfaltos cauchutados; alfombras; esteras de vibración o materia prima para un tratamiento posterior.

Los **polvos (powders)** son el resultado del procesamiento del caucho para lograr partículas dispersas menores de ± 1 mm en cualquier dimensión, mediante tratamientos en condiciones ambientales o criogénicas, por

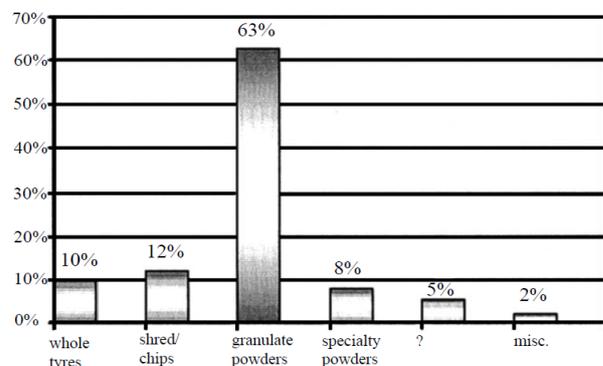


Figure 7 EU recycled tyre production by material category

⁴³ Shulman, V.L. (2004) Tyre Recycling. Pagina 18.

⁴⁴ Shulman, V.L. (2004) Tyre Recycling. Pagina 28.

ejemplo, pirolisis o termólisis/desvulcanización. Son sus principales usos: piezas de automoción; compuestos para “lechos” de cables; relleno de neumáticos; calzado; aglomerantes bituminosos porosos; selladores; equipos deportivos; superficies diversas y/o como materia prima.

Los **polvos muy finos (fine powders)** son el resultado de una serie de tratamientos que mejoran o aportan propiedades distintivas al material pulverizado. Son sus principales usos: piezas de automoción; material de carbono; revestimientos y selladores; ingredientes para neumáticos; materiales parcialmente desvulcanizados; pigmentos para tintas y pinturas; y elastómeros termoplásticos.

Como dato distintivo, puede observarse también en dicha bibliografía y particularmente en la figura que se muestra a la derecha (figura 7)⁴⁵, que para la Unión Europea, el material postconsumo denominado “*polvo granulado*” [una combinación de granulo (granulate) y polvo (powders) que debiera incorporar fragmentos cuyas dimensiones se ubiquen entre ± 1 mm a $500 \mu\text{m}$], resulta ser el de mayor producción y consumo en el periodo 1992-2003 (%63).

⁴⁵ Shulman, V.L. (2004) Tyre Recycling. Pagina 18.

Anexo 8

Algunas soluciones gubernamentales

En relación al ámbito nacional se hace pertinente traer a consideración una publicación realizada el 19 de mayo de 2016 por el diario “Tiempo de San Juan”, cuyo encabezado cita “Por ley, se creó un sistema de gestión de cauchos de desecho”⁴⁶.

En su cuerpo la noticia explicita:

*“Hoy en la Cámara de Diputados de San Juan fueron aprobados siete proyectos de ley, entre los que sobresale uno (remitido por el Ejecutivo) que es inédito en el país y que fija el desarrollo de un sistema integral de gestión de cauchos de desecho generados en la provincia... son objetivos... **otorgar** el marco normativo que propicie la gestión integral y ambientalmente responsable... **implementar** planes de acción multisectorial coordinada a fin de asegurar que los distintos sectores privados y públicos asuman su responsabilidad post-consumo como productores y usuarios de este desecho... **promover** la reutilización, el reciclado y otras formas de valorización de dicho pasivo ambiental... **fomentar** el correcto manejo, manipulación, disposición final y uso mediante campañas educativas y de concientización a la población... **hacer cumplir** a los grandes, medianos y pequeños generadores de cauchos en desecho las normativas aplicables...”*

Es de destacar inicialmente que esta ley se adecua íntegramente al reglamento nacional previamente enunciado y que además otorga al aprovechamiento de cauchos triturados y a los usados como fuente de energía (mediante adecuado tratamiento de efluentes gaseosos), la categoría formal/legal de “**tratamiento ambientalmente responsable**”.

En su artículo 6º la ley define los tipos de generadores categorizados según cantidad y características de cauchos:

- ✓ **Pequeño:** cantidades comprendidas entre uno y diez neumáticos descartados de rodado de motos, autos o camionetas (menores a 70 kg.) de desecho.
- ✓ **Mediano:** cantidades comprendidas entre 70 kilos y 700 kg de cauchos de desechos.
- ✓ **Grandes:** cantidades superiores a 700 kg de caucho de desecho.



Por otra parte es loable el espíritu de esta ley jurisdiccional (provincial) que además de los mencionado **prohíbe** la quema indiscriminada a cielo abierto de cauchos de desechos y promueve la construcción y desarrollo (en la provincia de San Juan) de un **Centro de Tratamiento y Disposición** para dichos productos a efectos del re uso o industrialización de estos residuos acumulados por la actividad en la provincia y aquellos provenientes de otras jurisdicciones provinciales o del exterior.

Respecto de este último aspecto, el mismo diario publica ocho meses después (17 de enero de 2017):

“Al menos 12 empresas interesadas en realizar el recupero de caucho en San Juan”⁴⁷; situación que se da ante una convocatoria pública para contar a los inversores interesados el proyecto para la construcción de la planta recicladora de neumáticos desechados.

⁴⁶ <http://www.tiempodesanjuan.com/politica/2016/5/19/ley-creo-sistema-gestion-cauchos-desecho-134573.html>

La nota manifiesta además:

“En reciclado de neumáticos los números cierran, están las reglas claras, hay seguridad jurídica con la ley sancionada, se asegura la tasa y el pago del servicio.”

Contrario a este contexto, **en la jurisdicción pampeana**, se puede decir que si bien existen esfuerzos realizados para abordar la problemática, estos resultan ineficaces y no efectivos.

Es así que ante la *“insuficiencia e ineficiencia de normativas jurídicas”*, surgen como fundamentales las actitudes e iniciativas que adoptan los actores del ámbito privado y es a ellos a quien recurren mayormente las autoridades públicas locales y/o jurisdiccionales para, desde un acompañamiento formal técnico/político, promover conciencia ambiental, generalmente originada por el sector privado de orden técnico, que imbuido de capacidad académica, insufla a los proyectos un espíritu ambiental que muchas veces no se ve plasmado en la efectivización de los mismos.

Es de destacar que en el predio del parque industrial de Realico está instalada desde hace aproximadamente cuatro años, una fábrica de reconstrucción de neumáticos⁴⁸, un importante desafío de orden privado, específicamente un proyecto familiar que, financiado por un crédito de Promoción Industrial otorgado por el Gobierno Provincial, vio el importante valor agregado que puede otorgar un



neumático fuera de uso (NFU)⁴⁹.

Este emprendimiento reconstruye neumáticos extendiendo la vida útil de un neumático usado; ya sea por “recapado”, o por “recauchutado”; produciendo como desecho final el denominado “scrap” o descarte definido ut supra⁵⁰ que luego es vendido y reincorporado a cadenas productivas fuera de la localidad. Se hace visible en la nota periodística citada:

“...es un proyecto ambicioso que prevé una mano de obra de alrededor de 14 personas y el nivel de producción previsto es importante, ya que ronda los 12 mil cubiertas recuperadas por año para camiones y alrededor de 6 mil para maquinaria agrícola y rural”.

Por el contrario, y aun ante la existencia de un servicio de recolección de RSU inclusivo de una Planta de Reciclado Local, que data desde hace un cuarto de siglo, no se ha encontrado una solución eficaz, eficiente y efectiva a la problemática que se presenta en el mercado comercial de la localidad, donde es habitual observar como el “productor de neumáticos”, sobre todo aquel que coloca neumáticos en el mercado, traslada al “consumidor o usuario final”, es decir, al que utiliza los neumáticos y genera por ende neumáticos fuera de uso y de desecho, la responsabilidad del destino final; promoviendo con ello un fuerte impacto ambiental dado que mayormente se acumulan en un relleno sanitario próximo al

⁴⁷ <http://www.tiempodesanjuan.com/economia/2017/1/17/menos-empresas-interesadas-realizar-recupero-caucho-juan-162769.html>

⁴⁸ <http://www.diariolareforma.com.ar/2013/realico-ya-no-sera-igual-tras-la-llegada-de-neucor/>

⁴⁹ Ut supra, Ítem “1º. c” Reglamentación de SAyDS: “...neumático usado cuyo estado de desgaste no reúne las condiciones para seguir siendo utilizado como tal, que es almacenado por el consumidor o usuario final y que mediante un proceso de reconstrucción puede ser reutilizado para su rodamiento”.

⁵⁰ Ítem “1º. f” Reglamentación de SAyDS.

casco urbano, donde además, aun restringida legalmente la posibilidad, suelen generarse focos de incendio que acarrear la quema de neumáticos de desecho allí acumulados con el consecuente daño ambiental.



Informe Pedagógico del Proyecto:



Modalidad:

EDUCACION TECNICO PROFESIONAL

Especialidad

**DESARROLLO SUSTENTABLE
Y CONSERVACION
DEL MEDIO AMBIENTE**

Categoría

ETP – B - 4

Datos Personales Docentes Intervinientes

PABLO GARRONE

Electrónica - DNI 32.747.036

MARCELO GRIOTTI

Mantenimiento de Equipos e Instalaciones Electromecánicas - DNI 27.752.747

MIGUEL GIRAUDO

Programa de Apoyo y Acompañamiento de los Procesos de Aprendizaje - DNI 17.418.399

Datos Institucionales

**ESCUELA PROVINCIAL
DE EDUCACION TECNICA N° 6**
San Lorenzo 1330 – Realicó – La Pampa – Argentina

Email: epet6@lapampa.edu.ar

Contenido

INTRODUCCIÓN	3
MARCO FORMAL INSTITUCIONAL	3
MARCO CURRICULAR PERTINENTE	5
ESPACIO CURRICULAR ELECTRÓNICA (ECE)	5
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS (ECMEIE)	5
PLANTEO DIDÁCTICO DEL PROYECTO	7
ESTRATEGIAS	8
PLAN DE TRABAJO	8
SECUENCIA DIDÁCTICA	10
EVALUACIÓN	11
PLANTEO TEMPORAL	12
RESULTADOS	13
DE LA RELACIÓN DOCENTE - DOCENTE	13
DE LA RELACIÓN DOCENTE – ALUMNOS.	13
DE LA RELACIÓN ALUMNO – ALUMNO	13
DE LA RELACIÓN CON EL POTENCIAL ÁMBITO LABORAL	14
DEL PLANTEO DIDÁCTICO	14
EQUIPO DE TRABAJO	15
BIBLIOGRAFÍA	16

Introducción

Entendiendo que una profesión responsabiliza, a quien la ejerce, en dar respuesta tanto a las exigencias de su propio trabajo, como a las necesidades sociales relacionadas con su campo de acción, el presente trabajo de investigación, con foco en el desarrollo sustentable y la conservación del medio ambiente, se concibe:

- en un ámbito de “**reunión departamental multidisciplinaria**” que persigue el objeto de responder a las demandas formales institucionales consensuadas en torno al perfil del egresado y a la necesidad consecuente del desarrollo de capacidades propuestas tanto en el Proyecto Educativo de la Institución como en los materiales curriculares de la formación científico tecnológica y técnica específica explicitada jurisdiccionalmente para la educación técnico profesional de nivel secundario; tomando en consideración además, aquellas demandas detectadas mediante mecanismos de consulta efectivizados por el equipo de gestión, particularmente en alumnos del séptimo año; y
- en el marco de una “**instrucción estratégica interactiva**”¹ que, desarrollada bajo lineamientos del Programa Jurisdiccional de “Apoyo y Acompañamiento de los Procesos de Aprendizaje” (Plan de Mejora - Igualdad de Oportunidades) y llevada adelante por el equipo de gestión (que incluye la tutoría en el ciclo orientado) pretende convertir la actividad en un arte que, dirigiendo el proceso de aprendizaje entre dos o más actores, logre efectos significativos y lógicamente pertinentes con el perfil del egresado que se pretende.

Esta iniciativa, estrictamente “*voluntaria*”², proviene particularmente del compromiso asumido por:

- El docente del espacio curricular “Mantenimiento de Equipos e Instalaciones Electromecánicas” perteneciente al campo de Formación Técnica Específica; quien dispone además de tiempos complementarios relacionados con el área de Mecanización.
- El docente del espacio curricular “Electrónica” perteneciente al campo de Formación Técnica Específica; y
- El docente tutor que efectiviza “Apoyo y Acompañamiento al Proceso de Aprendizaje” en el ciclo superior, haciendo foco en la “transferencia de saberes”.

Marco Formal Institucional

La educación profesional, tal como suele ser definida, “...puede impartirse siempre que los conocimientos científicos y técnicos sean presentados y enseñados con sencillez adecuada a las características físicas e intelectuales del educando y en un contexto pertinente”³, hace indiscutible el hecho de que esta no puede alejarse del “Perfil del Egresado”. Un enlace lingüístico que deriva etimológicamente de los aforismos latinos “*per filum*” y “*egresum*”; aforismos que representan la visualización de un “*costado*” del objeto al que se mira e “*ir o salir fuera*”, conjugación del verbo latino “*egredior*”.

Resulta lógico entonces asumir que esta frase -*perfil del egresado*- representa la visualización de un determinado aspecto de quien sale titulado de la institución educativa al mundo donde su desarrollo personal es potestad absoluta de sí mismo; y que se aprovecha para nombrar rasgos característicos del titulado en relación a la formación adquirida en la institución que lo graduó.

Bajo este contexto ideológico, la institución ha entendido que el egresado debe evidenciar rasgos característicos específicos que, en términos de capacidad, se pueden agrupar en cinco:

- Rasgo 1. El alumno titulado debe ser capaz de proyectar y diseñar equipos e instalaciones electromecánicas que importen sistemas neumáticos, oleohidráulicos, eléctricos,

¹ La expresión “instrucción” proviene del latín *instructio* que significa no solo “acción de enseñar” sino también “efecto de enseñar”; la palabra “estrategia” tiene origen en el griego *strategia* y se relaciona con el “arte de dirigir ejércitos” e “interactiva” significa “actuar entre dos o más cosas”.

² Dado que no surge como imposición.

³ Unicef (2010) “La capacidad de comprensión lectora”. Buenos Aires.

- mecánicos y/o electrónicos básicos; para lo cual se debe desarrollar en los distintos espacios a los que asiste durante la formación académica la capacidad de abstracción.
- Rasgo 2. El egresado debe importar consigo aptitudes y habilidades que le permitan ejecutar proyectos relacionados con la operación, instalación, montaje y mantenimiento de máquinas, herramientas, maquinas-herramientas, equipos e instalaciones electromecánicas.
- Rasgo 3. Quien se titula debe ser capaz de desarrollar emprendimientos productivos a partir de la detección e individualización de necesidades en su entorno socio-económico, apuntando específicamente a la generación de empleo. En un mundo donde las ecuaciones mercantiles evidencian claramente un aumento sostenido y creciente del desempleo es necesario desarrollar profesionales creadores y no consumidores.
- Rasgo 4. Quien egresa debe comprender la importancia de la preparación y/o formación personal permanente que exige el mundo real, para lo cual debe llevar consigo una capacidad de gestión del aprendizaje que le permita acceder a formaciones y/o estudios de un nivel superior, valiéndose de todas aquellas capacidades aprehendidas en el transcurso de su formación educativa.
- Rasgo 5. El alumno debe de apropiarse de una “vocación técnica” que, como inspiración, inclinación o interés que una persona siente en su interior para dedicarse a una determinada forma de vida o un determinado trabajo, componga un “egresado” con espíritu de sacrificio y con valores indispensables para ser un ciudadano participativo, crítico, responsable y constitutivo de una sociedad con espíritu democrático; un “egresado” que valore y pregone la relación con el otro sustentada en hábitos de respeto, puntualidad, buena presencia, trabajo colaborativo y solidario, espíritu de superación, vocación de trabajo y uso responsable de los materiales y herramientas que el libre albedrío profesional le exija en el desempeño de su profesión.

La institución reconoce y acepta además la necesidad de desarrollar las capacidades transversales de:

- **interacción y comunicación** (comunicarse con terceros de modo adecuado a los contextos);
- **programación y organización** (fijar y/o preparar las diversas partes y/o elementos de una determinada acción);
- **análisis crítico** (utilizar procedimientos oportunos que permitan concluir, partiendo de lo complejo a lo simple o viceversa);
- **procesamiento de información** (elaborar y/o transformar un conjunto de informes o datos);
- resolución de problemas (encontrar la solución a una duda, dificultad y/o cuestión) y
- **control** (controlar, inspeccionar, comprobar y/o verificar un proceso o un conjunto de funciones).

Complementariamente, se acuerda desarrollar “vínculos” docente/alumno/contexto para potenciar el desarrollo de las habilidades:

- **cognitivas** (comprender, razonar, resolver, crear...),
- **interpersonales** (cooperar, comunicarse, comprometerse, respetar las diferencias, resolver conflictos...) e
- **intrapersonales** (reconocer las propias emociones y autorregularlas, organizarse, reconocer cómo aprender, reconocer qué actividades facilitan el estudio, fortalecer autonomías...)

En términos organizacionales la institución dispone de una estructura departamental que involucra equipos de trabajo agrupados según Departamentos Académicos de:

- **Ciencias Sociales** (Historia, Geografía, Educación Física, Construcción de Ciudadanía, Marco Jurídico).
- **Lenguajes** (Lengua y Literatura, Lengua Extranjera, Inglés, Educación Artística)
- **Ciencias Exactas** (Matemática, Biología, Educación Tecnológica, Dibujo Tecnológico, Física, Química, Economía).

- **Espacios de Formación** (Taller de Aplicaciones Técnicas, Taller de Instalaciones Eléctricas, Taller de Mecanizado, Mantenimiento de Equipos e Instalaciones Electromecánicas, Proyecto de Equipos e Instalaciones Electromecánicas).
- **Espacios de Aplicación** (Administración y Gestión de la Producción, Elementos de Máquinas, Materiales, Estática y Resistencia de Materiales, Electrotecnia, Laboratorio de Mediciones y de Ensayos Eléctricos, Diseño Asistido (CAD), Energías Renovables, Termodinámica, Electrónica, Aplicación de Hidráulica y Neumática, Aplicación de Sistemas Automáticos y de Control, Procesos Industriales, Prácticas Profesionalizantes, Laboratorio de Materiales y de Ensayos Mecánicos)

Marco Curricular Pertinente

Como se ha expresado en la introducción -ut supra- en el proyecto se involucran espacios pertenecientes al campo de Formación Técnica Específica; por lo tanto se contemplaran aquellos lineamientos que dentro de cada ámbito se correspondan específicamente con el proyecto tecnológico en términos de objetivos pedagógicos.

Espacio Curricular Electrónica (ECE)

Acorde al “**material curricular**” correspondiente a este espacio, en ejes temáticos de automatización y electrónica analógica y digital, se hace necesario por un lado “**complejizar saberes**” abordados en los espacios de Electrotecnia e Instalaciones eléctricas previamente cursados y por otro “**construir nuevas capacidades**”, aportando fundamentalmente al desarrollo de las capacidades profesionales⁴...

3. Operar equipos e instalaciones y dispositivos de accionamiento y control de la producción y máquinas herramientas.
4. **Realizar los mantenimientos predictivo, preventivo, funcional operativo, y correctivo de componentes, equipos e instalaciones electromecánicas.**
5. Montar dispositivos y componentes de equipos e instalaciones mecánicas eléctricas, de sistemas neumáticos, oleohidráulicos y electromecánicos.

... y promoviendo las capacidades específicas:

- **Analizar circuitos electrónicos en búsqueda de fallas, identificando los componentes presentes, estableciendo sus características y posibles reemplazos.**
- **Analizar equipos defectuosos con electrónica aplicada identificando, en caso de necesidad, las fuentes de error que el mismo contiene (sea circuito o componente aislado) determinando con precisión la conveniencia o no de su reparación.**
- Diseñar y desarrollar pequeñas automatizaciones evaluando diferentes alternativas y estableciendo la más adecuada según un criterio específico.

Mantenimiento de Equipos e Instalaciones Electromecánicas (ECMEIE)

Asumiendo que el “*mantenimiento*” que se realiza en instalaciones y equipos electromecánicos comienza a asumir un rol fundamental dentro de todo proceso productivo que los involucra, y teniendo en cuenta que del material curricular correspondiente y por tratarse de instalaciones y equipos electromecánicos, el tratamiento de las técnicas de mantenimiento y su correspondiente organización necesita por un lado “**vincularse con saberes abordados**” de electricidad y mecanizado (ambas de

⁴ Material Curricular para el Séptimo Año del Ciclo Orientado de la Educación Secundaria. Página 59.

4to., 5to. y 6to. Año) y de electrotecnia y por otro, se hace pertinente atender a las capacidades generales⁵...

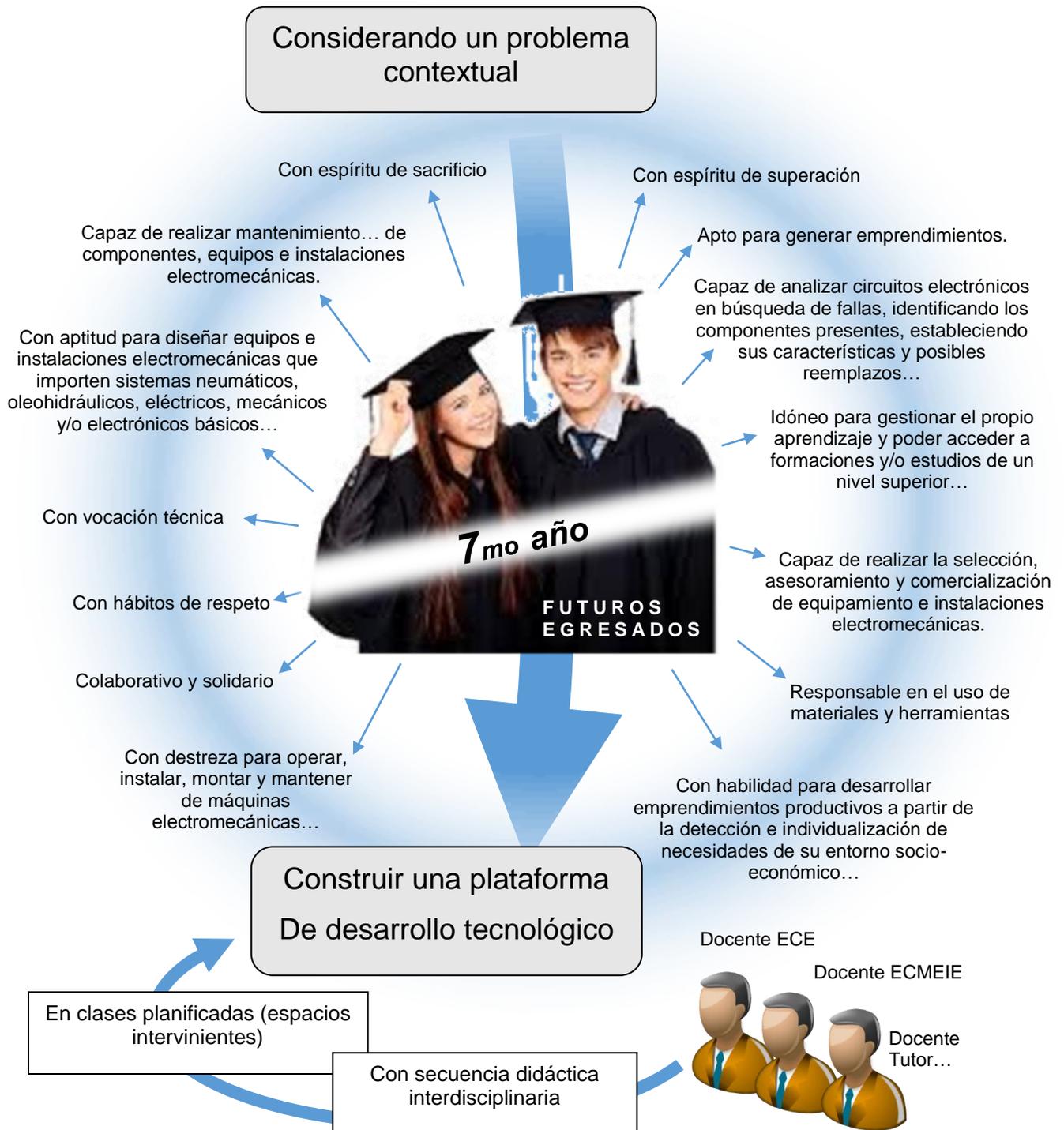
- 4. Realizar los mantenimientos predictivo, preventivo, funcional operativo, y correctivo de componentes, equipos e instalaciones electromecánicas.**
- 7. Realizar la selección, asesoramiento y comercialización de equipamiento e instalaciones electromecánicas.**
- 8. Generar emprendimientos.**

... en un marco concreto donde las tareas organizacionales correspondientes se contrasten con realidades del mercado contextual.

⁵ Material Curricular para el Séptimo Año del Ciclo Orientado de la Educación Secundaria. Página 67.

Planteo didáctico del proyecto

Tal lo expresado, con el objeto de dar respuesta tanto a las exigencias laborales propias de la docencia, como a las necesidades sociales y ambientales relacionadas con el campo de acción del futuro egresado de la institución, en un marco multidisciplinario y sin dejar de observar las exigencias formales jurisdiccionales e institucionales, se decide:



Estrategias

Entendiendo que una programación de aula es el conjunto de acciones de planificación y desarrollo mediante las cuales se transforman las intenciones educativas generales en propuestas didácticas concretas, y pretendiendo alcanzar los objetivos previstos atendiendo a la diversidad de los alumnos, se decide una “*configuración*” que, reservando un tiempo al inicio de curso para repasar conocimientos previos y hacer evaluación diagnóstica, permita secuenciar de manera equilibrada “**actividades grupales**” complementarias -no suplementarias- al desarrollo de las temáticas centrales que, sin dejar por ello de prever tareas de revisión y evaluación, permitan afianzar el desarrollo de las capacidades generales y específicas de los espacios involucrados y enunciadas ut supra.

Por otro lado, si educar para lo desconocido es el desafío habría que preguntarse ¿Cómo pueden los contenidos curriculares, tomar importancia en la actualidad para la vida que probablemente vivan los estudiantes?, según *David Perkins*, habría que “...reencuadrar⁶ un hecho en particular para volverlo más general y por tanto más significativo para la vida...” y recrearlo⁷ para que el alumno pueda “hacer” usando conocimientos previos y “resolver” nuevos problemas, “pensando” y “actuando” con lo que sabe (criterio de desempeño flexible).

Por ello, y comprendiendo además que los proyectos tecnológicos presentan para los alumnos la posibilidad de articular conocimientos, destrezas, actitudes y aptitudes en un todo coherente e interrelacionado, procesos que además han sido ampliamente corroborados por la institución en su larga participación en ferias de ciencias, es que se plantea a los alumnos del séptimo año de la institución “**buscar un hecho de la vida cotidiana**” que, condicionado a las temáticas reconocidas por la modalidad de carácter institucional ETP – B como parte del formato “Técnicamente” dentro del Programa Nacional de Ferias de Ciencias...

1. Innovación en producto, bienes y servicios;
2. Innovación en procesos;
3. Accesibilidad y atención de la discapacidad;
4. Desarrollo sustentable y conservación del ambiente; e
5. Innovación en dispositivos tecnológicos aplicados a la enseñanza.

...permita desarrollar, “**en equipo... bajo un eje organizador y... con adaptaciones curriculares**”, soluciones convenientes para mitigar sus efectos negativos y potenciar los positivos. A través de esta forma de trabajo se espera:

- Desarrollar en los alumnos el espíritu de colaboración, de asistencia mutua y de lealtad al grupo y la capacidad de convivir y de organizarse colectivamente.
- Formar el hábito de trabajo en grupo para un propósito común y de acuerdo con sus propios intereses.
- Incorporar el sentido de responsabilidad individual para con el grupo.
- Fomentar el espíritu de tolerancia y respeto mutuo.

Plan de trabajo

Reencuadrando aquel hecho cotidiano para volverlo más general y más significativo, e intentando ampliar tanto “saberes” como “destrezas” -saber hacer- usando los conocimientos previos detectados en los alumnos y adaptaciones curriculares que permitan a los alumnos “resolver” nuevos problemas, “pensando” y “actuando” bajo un esquema de desempeño flexible, y suscitando el valor de las nuevas tecnologías de uso potencial y corriente en el campo laboral asociado a la titulación y enmarcadas en los eje temáticos, se efectivizan tareas específicas como:

⁶ Bajo el esquema sugerido por Feldman y Palamidessi (Anijovich R. & Cappelletti, G. La planificación de la enseñanza II. Páginas 1 y 2) quienes proponen, para la planificación, los componentes **Intencionalidad** (propósitos y objetivos); **Contenidos** (selección, organización y secuencia); **Estrategias** (Ámbito, Tiempo y Recursos) y **Evaluación** (Alumno, Profesor).

⁷ Regulando y orientando una acción, justificando, analizando y legitimando la misma y por último, representándola y comunicándola.

- Definición conjunta de la consigna incorporando todos los actores, es decir, docentes de los espacios intervinientes, tutor del programa de apoyo y acompañamiento, y alumnos del séptimo año del ciclo orientado;
- Planificación conjunta con los alumnos, de los objetivos y del programa de actividades que conducirán a la secuencia didáctica;
- Asesoramiento y orientación sobre la tarea global;
- Designación de coordinadores grupales en relación a la secuencia didáctica/programación de actividades;
- Determinación del ritmo de trabajo y de los criterios de valoración;
- Estimulación y supervisión al grupo general y a los subgrupos específicos, dando asistencia y comentando los logros parciales alcanzados;
- Evaluación del funcionamiento grupal, observando actitudes, problemas y otros indicadores que caracterizan la tarea grupal realizada; y
- Asistencia al grupo frente a dificultades relacionadas con la necesidad de instalaciones adecuadas, la reactividad de muchos alumnos a este tipo de trabajo que condiciona la efectividad del grupo, la coordinación de las dinámicas grupales que atentan con la planificación y proyección y la necesidad de fuentes de información.

Las adaptaciones curriculares tendrán como protagonista principal “*acciones de diseño*” que involucren cálculos y razonamientos propios de los espacios (modelos analíticos y modelos sintéticos); lo que implica para el docente distanciarse del modelo de la clase tradicional y asumir el rol de guía y coordinador, para que los alumnos logren incorporar nuevos saberes, apelando a técnicas de exposición, demostración, diálogo y resolución de problemas, entre otras. Se intentara en ello profundizar el uso del lenguaje técnico, y específicamente, desarrollar la discusión de ideas bajo bocetos.

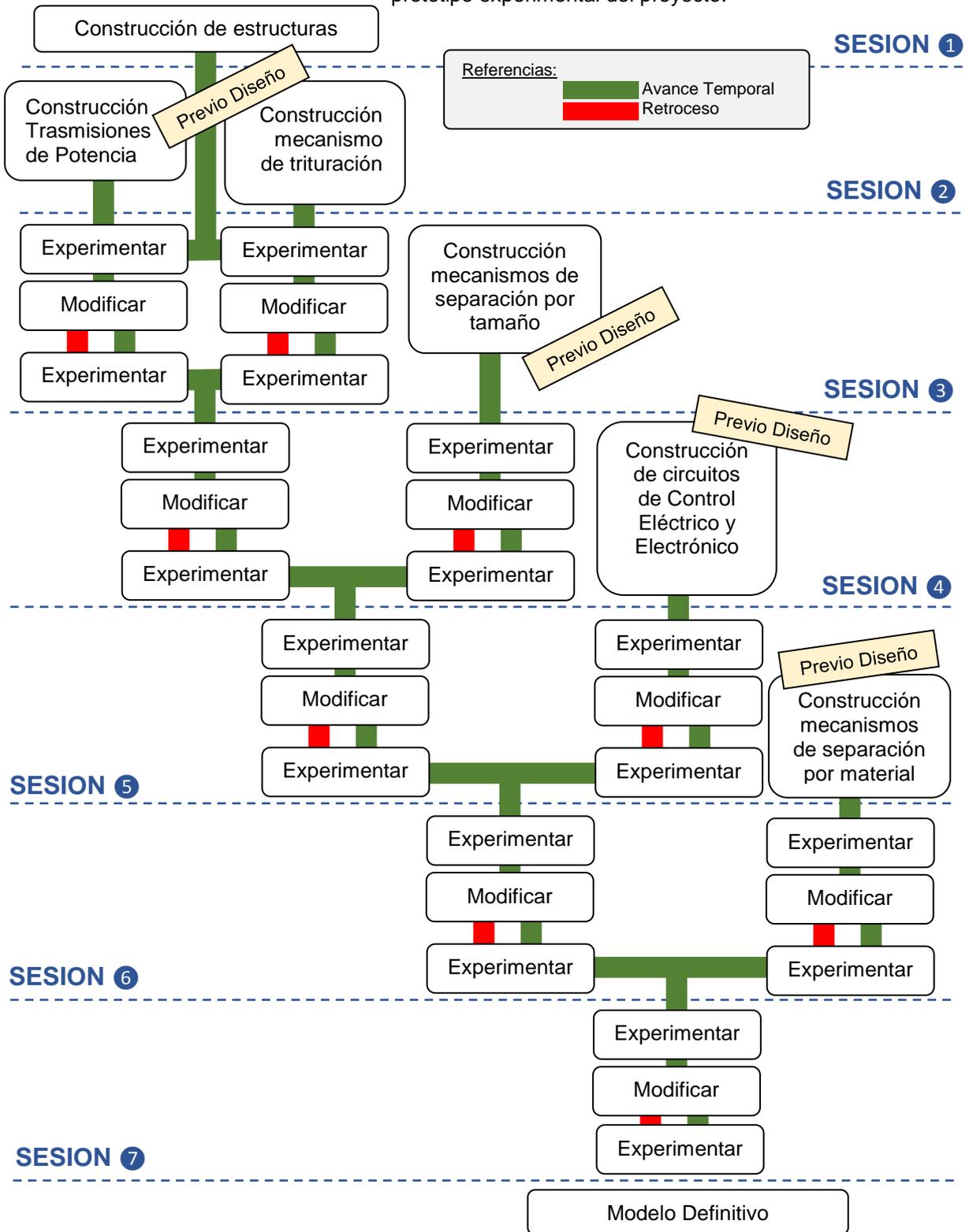
Esta técnica busca recrear un modelo a escala de lo que ocurre en el mundo real, un mundo donde los cambios se vienen en avalancha, donde resulta difícil desempeñarse sin una preparación adecuada y sin conocer las reglas de juego; un “mundo” donde, al decir de Carina Kaplan⁸ “...las representaciones del docente acerca de lo que puede y no puede cada estudiante se actualizan en sus interacciones con cada uno de ellos, y se proyectan sobre las expectativas de logro...”; un “mundo” en el que, según expresa Fairstein⁹, “...la capacidad de pensamiento abstracto está en (...) escolares desafiantes” y si el debate no se plantea a partir de saberes que portan los chicos y chicas acerca de cuestiones que empiezan a “sonarles”, se desaprovecha ese interés propio de esa etapa en la que las ideologías cobran fuerza...”

⁸ Kaplan C. (1997). La inteligencia escolarizada. Página 9.

⁹ Fairstein, G. (2017). Promover el aprendizaje en la escuela I. Página 6.

Secuencia didáctica

Está relacionada con la construcción de la plataforma de desarrollo tecnológico que es específicamente el prototipo experimental del proyecto.



Evaluación

La evaluación se centrará particularmente en el aspecto formativo y actitudinal, recabando información con el fin de revisar y modificar la enseñanza y el aprendizaje, en función de las necesidades de los estudiantes y de las expectativas de logro centradas particularmente en los propósitos (implícitos en objetivos, plan de trabajo -informe del proyecto- y secuencia didáctica).

Instancias	Inicial	<p>Al comenzar cada sesión se recogerán conocimientos previos acerca del tema desarrollar (Es importante destacar que el inicio de cada sesión implica acción de Diseño, donde se deben de manifestar y complementar saberes y destrezas multidisciplinares).</p> <p><i>El análisis y la interpretación de esto datos proporcionaran el diagnóstico que servirá para efectuar, si es necesario, replanteamientos. Al recoger esta información, se efectúa el diagnóstico necesario para saber si con estas circunstancias se podrá seguir con las metas planteadas o será necesario adecuarlas.</i></p>
	Procesual	<p>Durante el desarrollo del proyecto se valoraran las producciones parciales, catalogando el funcionamiento del proceso y ofreciendo información de modo permanente.</p> <p><i>Permite controlar lo planificado y si aparecen desviaciones que puedan desvirtuar los resultados, estas obligarían a reajustar de inmediato lo programado.</i></p> <p><i>Posibilita tomar decisiones en el momento indicado para no esperar al final cuando las soluciones no pueden suponer una mejora del proceso.</i></p> <p><i>Otorga al alumno un indicador de sus avances.</i></p>
	Final	<p>Se valorara el trabajo de instancia individual en la producción final del total trabajado en forma grupal (siempre en función de los propósitos y en cada final de sesión)</p> <p><i>Permite analizar los resultados de los procesos educativos y acreditar los aprendizajes adquiridos por parte de los alumnos. La evaluación educativa es una herramienta generadora de información útil respecto de la calidad de la propuesta de enseñanza y del proceso formativo que se busca desarrollar en los alumnos. Es decir que da cuenta de los logros y dificultades de la práctica educativa para analizarla, comprenderla, y mejorarla.</i></p>

Es de destacar lo expuesto por Rebeca Anijovich (2017) quien plantea que una clave para construir la evaluación como herramienta potente para la enseñanza y el aprendizaje implica fortalecer la retroalimentación, es decir, la devolución que realiza un otro (ya sea el docente u otros compañeros, en la medida en que estén preparados para hacerlo) sobre las propias producciones. La retroalimentación es básicamente un proceso de regulación de los aprendizajes y la enseñanza. Ésta es más productiva si se centra en la tarea o en cómo el alumno resuelve, que en las necesidades de los docentes.

Planteo Temporal

CALENDARIO ESCOLAR Anual 2017 – Secundario Técnico Profesional					
Primer Trimestre	Inicio	6 de Marzo	13 semanas	3 Feriados coincidentes: Viernes 24 de Marzo Viernes 14 de Abril Lunes 1 de Mayo	Sesiones 1,2,y 3
	Fin	31 de Mayo			
Segundo Trimestre	Inicio	01 de Junio	13 semanas	2 Feriados coincidentes: Lunes 21 de Agosto Miércoles 30 de Agosto	Sesión 4
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Receso Invernal 10 al 21 de julio (08 – 23) </div>				
Tercer Trimestre	Inicio	11 de Septiembre	13 semanas	3 Feriados coincidentes: Lunes 16 de Octubre Lunes 27 de Noviembre Viernes 08 de Diciembre	Sesiones 6 y 7
CALENDARIO SEMANAL para los Espacios Curriculares - 2017 – EPET Nro. 6					
Espacio Curricular →		Electrónica		Mantenimiento de Equipos e Instalaciones Electromecánicas	
Días ↓	Horarios ↘				
Lunes				13:55 a 16:05 hs. (3hs. Catedra)	
Miércoles		07:45 a 10:35 hs. (4hs. Catedra)			
Viernes				16:15 a 17:35 hs. (2hs. Catedra)	
Horas Reloj Semanales →		02:40 hs. Reloj		03:30 hs. Reloj	
		06:10 hs. Reloj			
Total Horas ANUAL →		Aproximadamente 200 horas			

(*) Voluntariamente los alumnos pueden asistir en extra horario escolar a las instalaciones de las aulas taller de la institución con la sola condición de no extender el horario más allá de las 23: horas y acompañados por un docente (Acuerdo Equipo de trabajo ↔ Equipo de gestión).

Resultados

De la relación docente - docente

Se ha dado en un clima muy productivo, satisfactorio y de gran aceptación mutua; de un análisis compartido entre colegas se entiende que esta condición se desprende fundamentalmente de la “cultura escolar” que posee la institución en relación a este tipo de proyectos y que ha construido, en derredor de su historia en trabajos de ciencia y tecnología, un alto sentido de pertenencia en alumnos, exalumnos (hoy docentes) y docentes; y han sido, estas situaciones concretas, potenciales multiplicadores que terminan por reflejarse en el comportamiento institucional.

El “saber”, el “saber hacer” y el “saber hacer con otros”, explícitos por el accionar docente, ha hecho de la intervención un “ideal” que condujo sin dudas al clima manifestado, y es esta maniobra un “gesto profesional” que el alumno ve y replica en las “**actividades grupales**” complementarias que se le proponen como “configuración” estratégica y como plan de trabajo.

De la relación docente – alumnos.

Si tomamos en consideración lo explicitado por Carina Kaplan (ut supra plan de trabajo) quien asegura que la interacciones docente-alumno actualizan lo que el docente cree que el alumno puede o no puede, llegaremos a la conclusión que no habrá escenario más rico que aquel que logra concretar esa ida y vuelta de saberes y destrezas, y en esto, el proyecto ha generado un intercambio cuantitativo y cualitativo tal que permite aseverar lo manifestado.

Se ha producido un “encuentro” en un “mundo diverso” donde, por ejemplo, la convivencia que los adolescentes tienen con las nuevas tecnologías¹⁰, atípicas para los adultos, permite justamente una retroalimentación que no hace más que mejorar la condición previa de cada participante, donde además el adulto trae la experiencia y la sensatez propias de la actividad que desempeña.

De la relación alumno – alumno

La imagen de aula tecnológica que genera este tipo de proyecto, en la que los alumnos, organizados por grupos, se enfrentan al desafío de resolver situaciones problemáticas que ellos mismos encuentran en discusiones previas, “pensando” y “actuando” bajo un esquema de “desempeño flexible”, es decir, cuando los alumnos pueden pensar y actuar de manera flexible con lo que saben, se potencian cualitativamente y cuantitativamente las interrelaciones existentes dando oportunidad a “encuentros” que bajo otra formalidad no existían; “...hay que dejar que la cultura diversa y escolar pueda influir en el currículum...”¹¹; haciendo relevante lo expresado por Denise Najmanovich:

“...es preciso visibilizar las redes existentes, y crear nuevas conexiones... sólo es posible enseñar y aprender cuando se produce un encuentro...”¹²

Un encuentro entre pares que permite, al decir de Fairstein, “... aprovechar la necesidad que los adolescentes tienen de interpelar la cultura heredada... que los impulsa a reexaminar lo que viven...”¹³,

¹⁰ “...atravesan su existencia, impactan en sus modos de conocer, aprender, expresarse, divertirse y comunicarse. Para los chicos y chicas, los medios digitales son un modo habitual de comunicación y de interacción con el mundo. Construyen su identidad interactuando tanto en la vida ‘real’ como en la ‘virtual’...” Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). (2010).Página 6

¹¹ Del autor basado en expresiones de Inés Dussel (2007) “El marco de la discusión: ¿desde dónde hablamos sobre el currículum?” Página 3.

¹² Finocchio, Najmanovich & Warschauer. (2016). Diversos mundos en el mundo de la escuela. Página 111.

¹³ Fairstein, G. (2017). Promover el aprendizaje en la escuela I. Página 9.

interpelación y reexaminación que sin dudas conducen al tratamiento y desarrollo de las capacidades transversales propuestas institucionalmente: de interacción y comunicación, de programación y organización, de análisis crítico, de procesamiento de la información, de resolución de problemas y de verificación y control.

De la relación con el potencial ámbito laboral

No caben dudas que las capacidades de explicar, extrapolar, justificar, vincular y aplicar, necesarias para adaptarse a un ámbito laboral cambiante a velocidades exponenciales, van más allá de la habilidad rutinaria que generalmente desarrollan los ámbitos de aprendizaje disciplinar “cerrados”, y tampoco hay incertidumbres al reconocer que solo una actividad multidisciplinaria puede suplir esta deficiencia, sin embargo, esta acción acarrea un sinnúmero de desafíos (que se vienen explicitando tanto en los planteos como en el análisis de resultados) que otorgan “*temeridad*” al compromiso que se debe de asumir para llevarla adelante y que muchas veces por su solo efecto no permite que los alumnos y docentes se “*animen*” a llevarla adelante. Por ello creemos que solo permite minimizar este efecto negativo la “*cultura escolar proactiva*” manifestada con este tipo de proyecto tecnológico, que de poder “*mostrar*” los resultados, genera vínculos cualitativos y cuantitativos con el contexto social y laboral, relación que además de provocar implícitamente los “*alientos*” necesarios para emprender, genera una aceptación mayor del egresado, al que se lo ve sencillamente “*más capaz*”.

Del planteo Didáctico

Una de las ambiciones más grandes de quienes realizamos tareas docentes es lograr la intervención y participación activa e interesada de nuestros alumnos en las clases; y si bien sabemos que no es una tarea fácil, creemos que este “*trabajo en equipo*” ha evidenciado que si la propuesta educativa se planifica en función de las expectativas de los alumnos (quienes en este caso reclamaban la realización de proyectos multidisciplinarios)¹⁴ y en temas que comienzan a “*sonarles*” (en este caso los problemas medioambientales) “*construye*” suficiente motivación para generar en estos “*escolares desafiantes*”¹⁵ un deseo fuerte e intenso de tener, hacer o conseguir algo relevante; deseos que al convertirse en realidad tras el logro de propósitos y objetivos planificados construye también “*seguridad emocional*”, eliminando sensaciones de malestar, nerviosismo o temeridad que pueden desencadenar la percepción de que uno mismo es vulnerable, una sensación que amenaza la propia “*autoimagen*” y por ende “*el logro de las capacidades*” manifestadas anteriormente en el planteo didáctico del proyecto.

Se hace pertinente reiterar dichos de Carina Kaplan:

“...las representaciones del docente acerca de lo que puede y no puede cada estudiante... se proyectan sobre las expectativas de logro...”

Y de Fairstein¹⁶ citando a Vygotsky:

“...la ampliación de intereses del adolescente hacia esferas más alejadas de la experiencia inmediata... se realiza a partir de su participación en esferas más amplias de la vida social, que son condición pero también consecuencia del pensamiento conceptual...”

¹⁴ Ut supra Introducción: “...tomando en consideración... aquellas demandas detectadas mediante mecanismos de consulta efectivizados por el equipo de gestión, particularmente en alumnos del séptimo año...”

¹⁵ Ut supra Plan de Trabajo: “...según expresa Fairstein, “...la capacidad de pensamiento abstracto está en (...) escolares desafiantes” y si el debate no se plantea a partir de saberes que portan los chicos y chicas acerca de cuestiones que empiezan a “sonarles”, se desaprovecha ese interés propio de esa etapa en la que las ideologías cobran fuerza...”

¹⁶ Fairstein, G. (2017). Clase 11. Promover el aprendizaje en la escuela I. Página 6. -Material bibliográfico Cátedra Psicología Educacional-

Equipo de trabajo



Bibliografía

ANIJOVICH, R. & CAPPELLETTI, G. (2017). La planificación de la enseñanza II. Didáctica General I. Buenos Aires. Ministerio de Educación y Deportes de la Nación.

DOVAL, L. (2008) Trabajo en Equipo. Colección educ.ar

DUSSEL, I (2007) El curriculum. UNLP / CONICET / FLACSO.

EDUCACIÓN TÉCNICO PROFESIONAL (2016) Técnico en equipos e instalaciones electromecánicas. Materiales Curriculares para el Séptimo Año del Ciclo Orientado de la Educación Secundaria. Versión Preliminar. Ministerio de Educación. Subsecretaría de Educación Técnico Profesional. Gobierno de La Pampa. Santa Rosa. La Pampa.

FAIRSTEIN, Gabriela. (2017). Aprendizaje y otros procesos psicológicos. Psicología educacional. Buenos Aires: Ministerio de Educación y Deportes de la Nación.

FINOCCHIO, S., NAJMANOVICH, D. y WARSCHAUER, M. (2016). Diversos mundos en el mundo de la escuela. Barcelona. Gedisa.

KAPLAN, Carina V. (1997) La inteligencia escolarizada. Un estudio de las representaciones sociales de los maestros sobre la inteligencia de los alumnos y su eficacia simbólica. Buenos Aires. Miño y Dávila,

UNICEF (2010) “La capacidad de comprensión lectora”. Buenos Aires.