

FERIA NACIONAL DE CIENCIAS 2017

E.T N°32 D.E 14

“Gral JOSÉ DE SAN MARTIN”

CIUDAD AUTÓNOMA
DE BUENOS AIRES

INFORME

PROYECTO
“INNACORE”

EDUCACIÓN TÉCNICO
PROFESIONAL

DATOS INSTITUCIONALES

PROYECTO “INNACORE”

ALUMNOS:

- BUSCA,ANTUAL
 - CURSO: 6TO 4ta MECÁNICA
 - DNI: 41665055
 - EMAIL: busca.antual@gmail.com
- ALBERTI, FEDERICO
 - CURSO: 6TO 4ta MECÁNICA
 - DNI: 41705085
 - EMAIL: fede.alberti.98@hotmail.com

ASESOR DOCENTE:

- VANESA, FRECCIA
- DNI: 40642857
- EMAIL: vanesafreccia@gmail.com

ASESORES CIENTÍFICOS:

- Dr. Ing. JUAN JOSÉ ORTIZ – Jefe de laboratorios
jortiz@fan.org.ar
- OVIEDO ADRIÁN – Encargado Sector NanoFab
aoviedo@fan.org.ar
- BERNARDO, VILLARES HAD – Asistente Sector Nanofab

FUNDACIÓN ARGENTINA DE NANOTECNOLOGÍA

- LIC. CECILIA LORENZO – Encargada sector plásticos

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

ESCUELA:

ESCUELA TÉCNICA N° 32 D.E 14 “GENERAL JOSE DE SAN MARTIN”

- DIRECCIÓN: TEODORO GARCIA 3899
- TELEFONO: 4551-9121



COMENTARIOS INICIALES ACERCA DE LOS APORTES DE ESTE PROYECTO:

Área educativa – Nivel científico – Económico – Grado de innovación – Atributos distintivos.

En cuanto a los aportes de los resultados obtenidos, consideramos que esto impacta directamente en el **área educativa**, ya que estamos incorporando nuevas tecnologías para el aprendizaje, conocimiento y capacidades de los alumnos. Dado que hoy en día en los planes de estudio las aplicaciones de estas nuevas tecnologías no son incluidas. También la incorporación de polímeros en las nuevas unidades curriculares, tecnología de los materiales, laboratorio de ensayos de materiales y taller, aportan significativamente novedosos conocimientos y saberes al estudiante.

En cuanto al aporte **científico** este proyecto quedaría como antecedente para posibles mejoras contribuyendo al desarrollando de nuevos compuestos, más livianos, reciclables y con mayor resistencia mecánica. Mejorando de esta manera con la reducción del impacto ambiental y fomentando la creación, de nuevas materias primas reutilizadas con nano partículas incorporadas.

Considerando también el aspecto **económico**, este proyecto es de gran importancia, puesto que reemplazando materiales con densidades altas por otros de menores densidades, como por ejemplo en la industria automotriz, podrían obtenerse grandes beneficios; Básicamente, reducir el peso de la carrocería o de un tubo de GNC de un vehículo impactaría directamente en la reducción del consumo de combustible, menor desgaste de los neumáticos y mayor capacidad de carga, entre otros beneficios.

Este proyecto cuenta con un **grado de innovación** importante, por el hecho de que no encontramos antecedentes relevantes sobre el tema, si bien se están desarrollando nuevos compuesto con NTC y otras nano partículas, únicamente hayamos información sin detalles técnicos y sólo desarrollo a nivel experimental.

Como **atributos distintivos** de este proyecto, destacamos estar, y seguir trabajando desde una escuela de nivel medio técnica, directamente con elementos y materiales nanotecnológicos, articulando el proyecto con distintos centros de investigación; dado que, pese a la falta de recursos, con mucho esfuerzo hemos logrado conseguir contactarnos con científicos e investigadores prestigiosos, trasladarnos en varias ocasiones y compartir experiencias en los centros de investigación, obtener los NTC (nanotubos de carbono) multipared de origen Alemán y realizar los ensayos necesarios con resultados favorables.

- Esto nos sirvió y motivo para comenzar a experimentar en el mundo de nanotecnología y las nano ciencias.



1. RESUMEN

1.1 Origen del proyecto

Los factores principales que dieron origen al proyecto fueron: La incorporación de polímeros en los nuevos planes de estudio y la actualización de nuevas tecnologías.

El cuidado del **medio ambiente** sigue siendo un factor impulsor fuerte, dado que nuestro material compuesto reforzado puede: reutilizar polímeros reciclables, reemplazar componentes metálicos por este nuevo compuesto de baja densidad, disminuir la cantidad de polímero utilizado (de piezas ya existentes en el mercado) por efecto del aumento de resistencia mecánica.

El proyecto sigue la línea de investigación del "Proyecto Nanocompuestos", presentado en la edición anterior de la Feria de Ciencias, en el cual se logró reforzar un polímero reciclable con nanotubos de carbono (NTC). Los objetivos de esta segunda etapa forman parte de las proyecciones a futuro de la primera etapa.

Aclaremos que nuestra escuela es una participante activa del concurso "Nanotecnólogo por un día" que es organizado por la FAN (Fundación Argentina de Nanotecnología) y nuestro grupo de trabajo está muy interesado en descubrir nuevas aplicaciones de esta ciencia (*ver imágenes en actividades de formación y difusión*).

En el camino recorrido, establecimos relaciones con centros de investigación, incorporando nuevas tecnologías y distintos enfoques de estudio y de trabajo.

1.2 Objetivo del proyecto:

En la primera etapa del proyecto logramos desarrollar un material a base de **polipropileno (PP) reforzado con Nanotubos de Carbono (NTC), mejorando en un 80% la resistencia a la tracción**. Este material compuesto puede reemplazar un gran número de elementos mecánicos que requieran el uso de un polímero con una alta resistencia, tales como engranajes y estructura de electrodomésticos, elementos de la industria automotriz, filamentos para impresora 3D, entre otros.

Como aclaramos anteriormente, los objetivos de la segunda etapa forman parte de las proyecciones a futuro de la primera, las cuales fueron:

- **Sumar más ensayos de este nuevo compuesto, como ser: dureza, compresión, choque, conductividad eléctrica y térmica, entre otros.**
- **Replicar a otros polímeros termoplásticos reciclables.**
- **Experimentar con otros porcentajes de ntc.**
- **Mejorar la dispersión mediante sonicación.**

Pusimos especial énfasis en determinar más propiedades mecánicas de este compuesto, dado que reemplazará piezas que estén sometidas a esfuerzos mecánicos. Por ende nos abocamos a realizar ensayos de compresión, dureza y choque. También agregaremos como objetivo para esta segunda etapa:

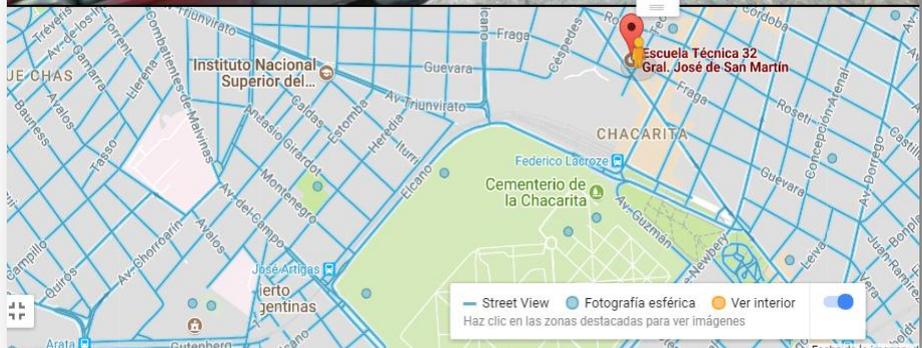
- **Generar prototipos en impresora 3D, para analizar los diseños y luego fabricar piezas por inyección.**



1.3 Nuestra escuela:

Nuestra escuela se encuentra situada en el barrio de Chacarita, en la calle Teodoro García al 3899 de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Las especialidades de nuestro colegio son:

- Técnico Mecánico.
- Técnico en Computación.





1.4 Acerca del grupo de trabajo, y el asesoramiento científico:

El proyecto tuvo colaboraciones y asesorías de:

- La **FAN** (Fundación Argentina de Nanotecnología).
- Área de polímeros del **INTI** (Instituto Nacional de Tecnología Industrial)
- Laboratorio de ensayos de la **ET N° 10** "Fray Luis Beltrán".
- Docentes del Ciclo Superior Mecánica.
- Laboratorio de ensayos de Materiales, destructivos y no destructivos de nuestra escuela.

Los alumnos participantes del proyecto en la edición anterior fueron del curso de 5°1° del Ciclo Superior Mecánica (2016) de la **E.T. N° 32 D.E. 14** "Gral. José de San Martín". En el ciclo lectivo actual (2017) donde se desarrolló la segunda etapa, participaron los alumnos que pasaron de 5° a 6° año, siendo el actual 6° 4°, manteniendo así la continuidad del grupo de trabajo y la línea de investigación del proyecto.

1.5 Tiempos y costos del proyecto:

El proyecto comenzó en marzo 2016 y continúa en curso. El costo del proyecto hasta el momento es el siguiente:

POLIPROPILENO 5KG.....	\$ 180.-	CONSUMIBLES.....	\$ 100.-
NTC 5GR.....	\$ 1000.-	TRASLADOS.....	\$ 300.-
MATERIAL DIDACTICO.....	\$ 150.-	CAÑOS INOXIDABLES.....	\$ 100.-
PORTA OBJETOS.....	\$ 70.-	ACERO 1045.....	\$ 200.-
TOTAL APROX.....	\$ 2100.-		

1.6 Equipos utilizados:

- ✓ Extrusora doble tornillo (FAN)
- ✓ Termómetro infrarrojo (laboratorio lem ET 32)
- ✓ Pistola de calor (laboratorio lem ET 32)
- ✓ Máquina de ensayos (ET N° 10)
- ✓ Herramientas varias (laboratorio lem ET 32)
- ✓ Microscopio de fuerza atómica "Nanosurf Flex-axion"(FAN)
- ✓ Inyectora (ET 32)
- ✓ Torno horizontal de accionamiento manual (ET 32)
- ✓ Incluidora Metalográfica (laboratorio lem ET 32)
- ✓ Horno industrial (laboratorio lem ET 32)
- ✓ Máquina de ensayos Mohr & Federhaff (LEI - ET 32)
- ✓ Durómetros Brinell y Vickers (laboratorio lem - ET 32)
- ✓ Impresora 3D (laboratorio de diseño – ET 32)
- ✓ Microscopio óptico con cámara digital incorporada (laboratorio lem - ET 32)



ETAPA

INICIAL

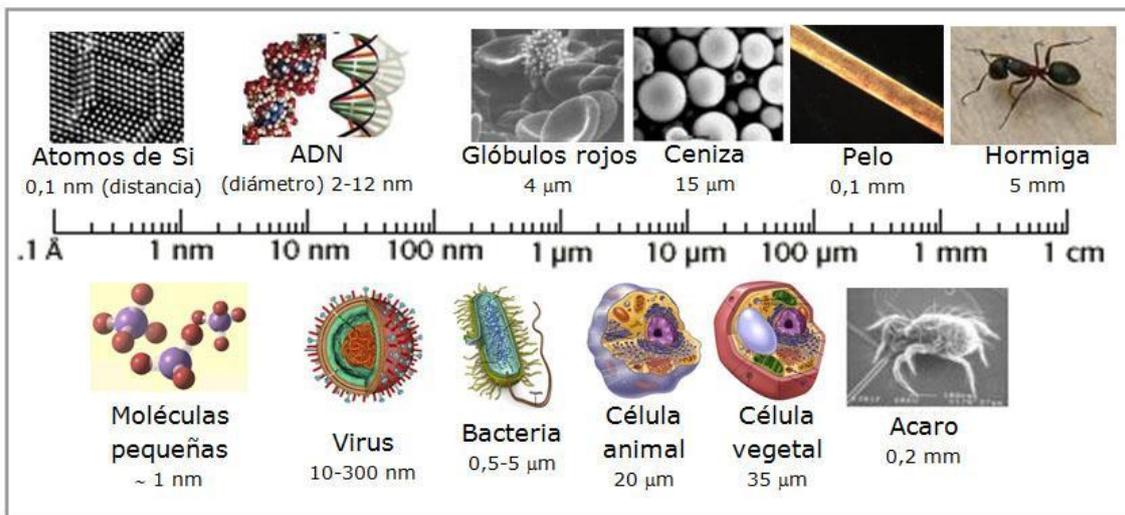
CICLO LECTIVO 2016



2. ETAPA INICIAL

2.1 Introducción

La nanotecnología es una ciencia transversal, que estudia los objetos y propiedades de los materiales a escala nanométrica.



Los polímeros se definen como macromoléculas compuestas por una o varias unidades químicas, los monómeros, que se repiten a lo largo de toda una cadena. Estas son unidades básicas para la formación de materiales plásticos, y según la forma en que se unan pueden dar estructuras lineales o no lineales. El proceso de polimerización es una condensación de monómeros.

¿Por qué aplicamos la nanotecnología?

Debemos tener en cuenta que en los últimos años se descubrió que **el tamaño influye en las propiedades** de los materiales. Se sabe que a nano escala las propiedades cambian con el tamaño, y al cambiar estas propiedades, investigadores de todo el mundo apuestan a desarrollar y mejorar materiales con el fin de que sean más resistentes y livianos.

Otro concepto importante es el de **exposición superficial**, un material a micro-escala tiene una superficie expuesta determinada, en cambio ese mismo material fraccionado a nano-escala tendrá el mismo volumen, pero las superficies expuestas serán exponencialmente mayores. Para entender esto podemos explicar el efecto que causa en un alimento al cocinarse.

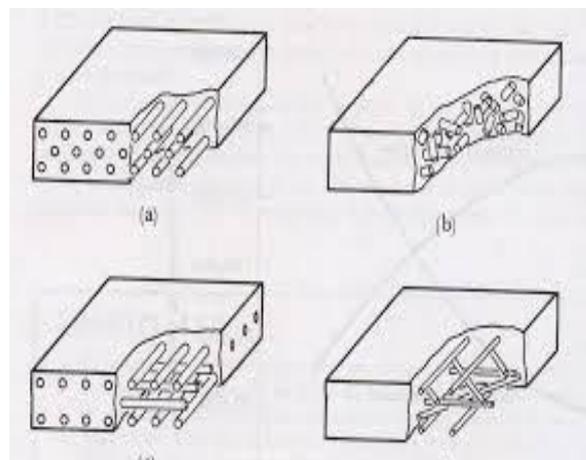


Un ejemplo sería el de una papa. Si yo coloco una papa de 1kg a cocer en agua a una temperatura determinada, va a llevar un mayor tiempo que si yo coloco la misma papa con el mismo peso y volumen, pero cortada en pequeñas partes a cocer a la misma temperatura. ¿Cuál sería la explicación a esto? Simple, mientras más fraccione el material más superficie expuesta de contacto voy a tener, lo mismo ocurre con las partículas a nano escala dentro de una matriz, ya sea polimérica o metálica (ver siguiente figuras)



¿Qué son los materiales compuestos?

Los materiales compuestos son materiales de ingeniería, combinaciones de materiales diversos como resinas epoxi, poliéster, acrílicas, poliuretánicas con materiales de refuerzo tales como fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras aramídicas, entre otras. Sus propiedades son superiores a la simple suma de las propiedades de sus componentes, por lo que dan por resultante materiales de características excepcionales muy utilizados en la industria espacial, aeronáutica, química, náutica y otras.





¿Por qué reemplazaríamos fibras de carbono por NTC (nanotubos de carbono)?

Debido al concepto de exposición superficial. En los materiales compuestos, como por ejemplo polímeros reforzados con fibras de carbono, si bien estos son materiales altamente resistentes, livianos y de diversas aplicaciones, también son muy costosos debido al alto porcentaje de refuerzo en la matriz polimérica.

En un material compuesto como éste, la cantidad de fibras de carbono varían desde un 30% a 50% en matriz polimérica, es decir, que estas fibras tienen dimensiones microscópicas con una exposición superficial específica. En cambio el porcentaje de NTC en matrices también poliméricas, serían mucho menor (de 0,1 a 1%) debido a la mayor cantidad de superficie expuesta de estas Nanoparticulas. Por otro lado, según nos asesoró el área de plásticos en el INTI, la interface entre los NTC y la mayoría de los polímeros es óptima.

2.2 Antecedentes:

Los antecedentes en estas temáticas son muy escasas, ya que la aplicación de la nanotecnología empezó a comienzos de los años 90. Tecnológicamente hablando, es muy reciente. Si bien en algunos países desarrollan y aplican estas nuevas tecnologías, queda mucho por hacer. Un ejemplo es el de Colombia que trabaja con nanofibras de carbono y una matriz termoplástica de poliéster sulfona (ver carpeta de campo). Es por esto que nuestro desafío, es aplicar nuevas tendencias, actualizar y seguir el camino de la investigación e innovación.

2.3 Pre-proyecto:

2.3.1 Objetivo General y Derivados:

- El objetivo general del proyecto es mejorar las propiedades mecánicas, físico – químicas y otras de un polímero reciclable con nanotecnología y en consecuencia reducir el peso de muchos productos, ya sean piezas mecánicas, autopartes y otros.
- En cuanto a los objetivos que derivan de la realización de nuestro proyecto tenemos:
 - Difundir y divulgar la nanotecnología en escuelas técnicas, ya que estas nuevas tecnologías avanzan a pasos agigantados en la industria a nivel nacional e internacional.
 - Disminuir la contaminación ambiental que generan los plásticos desechados.
 - Motivar a los alumnos a investigar e interesarse por las nuevas tecnologías y vincularse con distintos centros de investigación de primer nivel.
 - Estudiar la posibilidad de reemplazar piezas de densidades más altas (ejemplo: materiales metálicos) por piezas más livianas (compuestos poliméricos)
 - Estudiar la posibilidad de incorporar nuevos materiales a la industria automotriz.

2.3.1 Acciones a desarrollar en el proyecto:

- A. Asesoría científica, evaluación y disponibilidad de equipos. (INTI y FAN)
- B. Investigación y antecedentes.
- C. Elección del material.
- D. Fabricación de probetas para ensayos.
- E. Ensayos mecánicos.
- F. Conclusiones de los ensayos.
- G. Aplicaciones posibles.
- H. Proyecciones a futuro.



2.3.2 Roles en el Grupo de trabajo:

- **Kowcz, Erik (5º 1º)** Producción de PP + NTC – Interpretación de microscopía de Microscopio de Fuerza Atómica – Redacción de informe.
- **Alberti, Federico (5º 1º)** Producción de PP + NTC – Interpretación de microscopía de Microscopio de Fuerza Atómica – Redacción de informe.
- **Busca, Antual (5º 1º)** Producción de PP + NTC – Interpretación de microscopía de microscopio de Fuerza Atómica – Redacción de informe.
- **Chapacù, Tomàs (5º 1º)** Asesoramiento – Búsqueda de antecedentes – Redacción de informe.
- **Czemernicki, Matias (5º 1º)** Asesoramiento – Búsqueda de antecedentes – Redacción de informe.
- **Jaraz Fernandez, Facundo (5º 1º)** Asesoramiento – Búsqueda de antecedentes – Redacción de informe.
- **Maddeo, Pablo (5º 1º)** Asesoramiento – Búsqueda de antecedentes – Redacción de informe.
- **Medrano, David (5º 1º)** Asesoramiento – Búsqueda de antecedentes.
- **Morito, Nicolas (5º 1º)** Diseño y armado de Banner.
- **Tolaba, Rodrigo (5º 1º)** Diseño y armado de Banner.
- **Curso de 5º 1º mecánica.** Charlas sobre Nanotecnología y seguimiento del proyecto.

2.4. ASESORÍA CIENTÍFICA Y ELECCIÓN DEL MATERIAL

2.4.1 Asesoría científica:

Experiencia n°1 - Reunión de inicio de proyecto en FAN:

El primer contacto lo tuvimos en la FAN (Fundación argentina de nanotecnología) el día 22/02/16. Los profesores asesores de nuestra escuela, Martin Célico y Jonatán Gordillo, se reunieron con el grupo de trabajo responsable del sector Nanofab Dr. Ing. Juan José Ortiz y el D. I. Bernardo Villares Had para ver la factibilidad del proyecto y el equipamiento disponible para organizar las etapas del mismo.

En la reunión el grupo de investigadores mostro interés y nos brindo su apoyo para el desarrollo.

Al finalizar la reunión nos aconsejaron que nos contactáramos con especialistas en polímeros, fue así que decidimos iniciar una búsqueda de diferentes centros de investigación que trabajen en el tema. Nos fue de mucha ayuda consultar en el libro "¿Quién es quién en nanotecnología?" publicado por la FAN. De esta manera enviamos un e-mail a la **licenciada Cecilia Lorenzo del INTI.**

El día 4 de mayo nos respondió invitándonos a realizar una visita al INTI.





Experiencia nº2 – Reunión de asesoramiento:

El día 04/04/16 nos respondió el mail autorizándonos para ir el día 13/04/16 realizando una salida didáctica con los profesores asesores y el grupo del trabajo del proyecto.

Nos reunimos con Cecilia Lorenzo que trabaja en dicho instituto para charlar acerca de reforzar un polímero con nanotubos de carbono. Luego de la entrevista y sugerencias de la Lic. Lorenzo, concluimos que el mejor método de fabricación sería la extrusión para la obtención de pellets concentrados con nanotubos de carbono y así utilizar los mismos como cargas para la fabricación por inyección de probetas en nuestra escuela.

Expectantes para ver si disponían de algún equipo para la dispersión de los NTC mediante ultrasonido, (datos propios obtenidos de la búsqueda de información) resultando así que no contaban con esta técnica e informándonos también que la dispersión de los NTC es muy compleja en cualquier matriz por las propias características de los mismos. Esto se debe a que son tan pequeños que tienen mucha exposición superficial por lo tanto tienden a aglomerarse, este efecto sucede con cualquier carga manométrica.

Después de una extensa charla, concluimos que el **método más factible es por extrusión para la obtención de pellets concentrados con nanotubos de carbono** y así utilizarlos como cargas para la fabricación de probetas por inyección a futuro.

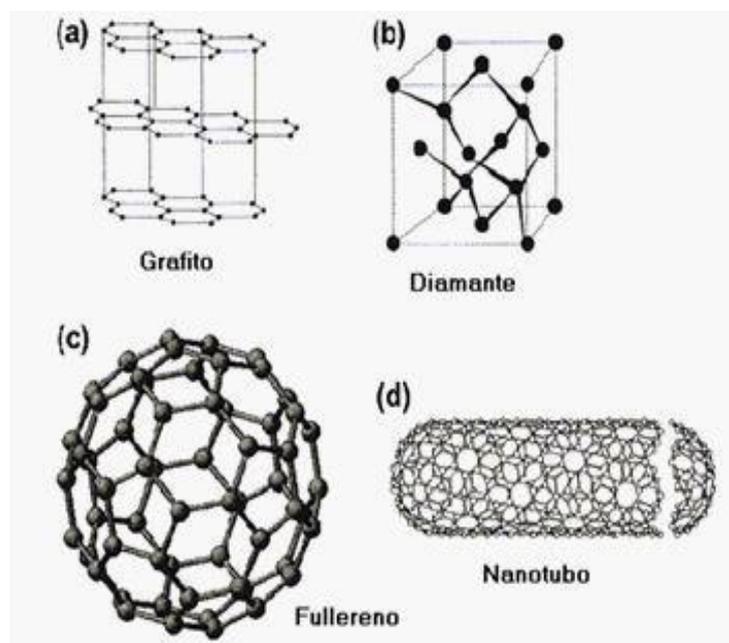


2.4.2 Investigación y Elección del material base:

Para poder realizar el proyecto era necesario tener información de los materiales necesarios. En primera instancia buscamos información de los NTC. En segundo lugar buscamos un polímero que sea reciclable y que sea muy utilizado.

Características de los nanotubos de carbono

Los NTC (nanotubos de carbono) son una forma alotrópica del carbono, como el diamante, el grafito o los fullerenos. Cuentan con una estructura que puede considerarse procedente de una lámina de grafito enrollada sobre sí misma. Dependiendo del grado de enrollamiento y la manera en cómo está formada la lamina original, el resultado lleva a nanotubos de diferente diámetro y geometría interna. Están siendo estudiados activamente, como los fullerenos, por su interés fundamental en la química y aplicaciones tecnológicas.





Se adjunta el cuadro, explicitando las propiedades y características de este nano-material.

Propiedad	Nanotubos de pared única (SWNT)	Por comparación
Tamaño	0.6 a 1.8 nanómetros de diámetro	La litografía de haz electrónico puede crear líneas de 50 nm de ancho.
Densidad	1.33 a 1.40 g/cm ³	El aluminio tiene una densidad de 2.7 g/cm ³
Resistencia a la tracción	45 mil millones de pascales	Las aleaciones de acero de alta resistencia se rompen a alrededor de 2 mil millones de pascales.
Elasticidad	Pueden doblarse a grandes ángulos y vuelven a su estado original sin daño.	Los metales y las fibras de carbón se fracturan ante similares esfuerzos.
Capacidad de transporte de corriente	Estimada en mil millones de amperes por centímetro cuadrado	Los alambres de cobre se funden a un millón de amperes por centímetro cuadrado aproximadamente.
Emisión de campo	Pueden activar fósforos con 1 a 3 voltios si los electrodos están espaciados una micra	Las puntas de molibdeno requieren campos de 50 a 100 voltios/m y tienen tiempos de vida muy limitados.
Transmisión de Calor	Se predice que es tan alta como 6,000 vatios por metro por kelvin, a temperatura ambiente.	El diamante casi puro transmite 3,320 W/mK
Estabilidad térmica	Estable aún a 2,800 grados Celsius en el vacío, y 750 °C en aire.	Los alambres metálicos en microchips funden entre 600 y 1000°C.



Primera Elección de Material Base:

Elección del polímero termoplástico reciclable: Politereftalato de Etileno (PET)

¿Por qué queríamos utilizar PET?

Principalmente porque es reciclable y es el que más se desecha. Además el PET es un material particularmente resistente a la biodegradación debido a su alta cristalinidad y a la naturaleza aromática de sus moléculas, por lo cual se le considera no biodegradable. Puede ser degradado mediante un proceso químico por el cual se modifica su estructura molecular para reutilizar el material para un nuevo producto. Para realizar la degradación química se deben tomar en cuenta primeramente las propiedades físicas y mecánicas del desecho de PET.

Existen diferentes alternativas en las cuales se puede reciclar el PET desde el reciclado mecánico, químico y algunos que han sido planteados en otros países para reutilizar el PET o encontrar utilidad a los envases de PET, con el fin de disminuir su impacto ambiental y el volumen de estos en los tiraderos de basura.

Datos técnicos

Valor límite de la viscosidad medido en ácido dicloroacético a 25°C	1.07
Punto de fusión °C	aprox. 252/260
Acetaldehído	ppm < 1
Contenido en grupos carboxílicos	mval/kg 20
Densidad aparente [g/cm ³] aprox.	0.85

Para conseguir PET, nos pusimos en contacto con un gerente de una empresa recicladora de este tipo de polímeros, que muy amablemente nos donó 5 Kg de **PET reciclado en forma de Pellets**.

Experiencia n°3 – Extrusión de PET y redefinición de material base

El martes 10 de mayo visitamos la FAN por segunda vez, para realizar las primeras experiencias con Pellets PET y NTC.

Surgió una dificultad al realizar la extrusión con la muestra de Pellets, por lo que tuvimos que retrasar el proceso y realizar una serie de pruebas.

Nos sugirieron mejorar la producción con algún tipo de plastificante y resolvimos optar por otro polímero reciclable con mejor fluidez y menor fragilidad.





Segunda Elección de Material Base:

Concluimos en trabajar con **POLIPROPILENO** de alta densidad, un polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno). Pertenece al grupo de las poliolefinas y es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes. Tiene gran resistencia contra diversos solventes químicos, así como contra álcalis y ácidos. Utilizamos este material porque tiene buena fluidez para la realización del proyecto.



La sugerencia vino del Maestro de Enseñanza Práctica Néstor Guillaume, encargado de la inyectora de nuestra escuela.



Además el **polipropileno** es el segundo material de estas características, que se encuentra en abundancia en los desechos plásticos.

Imagen de desechos de polipropileno



Investigación del Polipropileno

La importancia de este polímero reside en la variedad de utilidades que se le pueden dar, por esto mismo sus usos son múltiples ya que brindan



propiedades distintas a cada uso.

El polipropileno de alta densidad es utilizado para la constitución de envases, juguetes, parachoques de autos, contenedores de alimentos, botellas, en particular se utiliza PP para aplicaciones que requieren resistencia a alta temperatura (microondas) o baja temperatura (congelados).

Propiedades mecánicas del polipropileno

Presenta muy buena resistencia a la fatiga, por ello la mayoría de las piezas que incluyen bisagras utilizan este material.

	PP Homopolimero	PP copolimero	Comentarios
Módulo elástico en tracción (GPa)	1,1 a 1,6	0,7 a 1,4	
Alargamiento de rotura en tracción %	100 a 600	450 a 900	Junto al polietileno una de las más altas
Carga de rotura en tracción (MPa)	31 a 42	28 a 38	
Módulo de flexión (GPa)	1,19 a 1,75	0,42 a 1,40	

Propiedades térmicas

	PP homopolimero	PP copolimero	Comentarios
Temperatura de fusión (°C)	160 a 170	130 a 168	Superior al polietileno
Temperatura Máxima de uso continuo (°C)	100	100	Superior al poliestireno, al LDPE y al PVC pero inferior al HDPE, al PET y a los "plásticos de ingeniería"
Temperatura de transición vítrea (°C)	-10	-20	



2.5 DESARROLLO

2.5.1 Premezcla:

Experiencia n°4 – Premezcla de Polipropileno (PP) + NTC

Esta es una de las acciones realizadas el Laboratorio de ensayo de materiales de la escuela. Previo al preparado de la mezcla pp+ntc con diferentes porcentajes, (0.5%, 1%), se realizó el secado de la pre -mezcla en horno de cultivo a 60°C promedio.

Acciones:

- 1) Puesta en solubilización de los NTC y alcohol etílico como disolvente, para una mejor dispersión. Se procedió al secado de la muestra para evaporar el alcohol en el horno biológico a 60° durante 12hs
- 2) Preparado de la pre-mezcla del polipropileno + NTC. en sus porcentajes preestablecidos (ver planilla excel de cálculos). Se realiza una medición de la densidad aparente antes de este proceso que se lleva a cabo pesando los nanotubos de carbono y los pellets en una balanza (tipo libra) y luego se mide su volumen en recipientes graduados en ml dando como resultado la densidad aparente de cada uno.
- 3) Secado final de la pre-mezcla + 2hs en el horno biológico a (+ -) 60°C, sellado de los envases con el agregado de silicagel en bolsas para quitar el exceso de humedad
- 4) Traslado a la fan de los elementos para la posterior fabricación del hilado en la extrusora en el sector nanofab.

Puesta en disolvente, para

solubilización en alcohol etílico como una mejor dispersión de los NTC.





CÁLCULO DE NANOTUBOS EN POLIPROPILENO

Porcentajes [%]	Masa de Polipropileno [gr]	δP (Densidad teórica) Polipropileno [g/cm ³]	$\delta_{ap}P$ (Densidad aparente) Polipropileno [g/cm ³]	Volumen polipropileno [cm ³]	Masa de Nanotubos [gr]	$\delta_{ap}N$ (Densidad aparente) Nanotubos [g/cm ³]	Volumen Nanotubos [cm ³]	Masa total [gr]	δ_{N+P} (Densidad teórica Nanotubos + polipropileno) [g/cm ³]	Volumen extruido [cm ³]	Diámetro Alambre [cm]	Longitud de Cable [cm]	% Masa en masa de Nanotubos en (Nanotubos + Polipropileno)
0,2	37,5	0,915	0,625	60	0,075	0,05	1,5	37,58	0,91	41,29	0,40	328,59	0,1996
0,5	37,81	0,915	0,625	60,5	0,19	0,05	3,8	38,00	0,91	41,76	0,40	332,32	0,5000
1,0	37,5	0,915	0,625	60	0,38	0,05	7,6	37,88	0,91	41,63	0,40	331,25	1,0032
0,1	15	0,915	0,625	24	0,015	0,05	0,3	15,02	0,91	16,50	0,40	131,30	0,0999
0,2	12,5	0,915	0,625	20	0,025	0,05	0,5	12,53	0,91	13,76	0,40	109,53	0,1996
0,3	13,13	0,915	0,625	21	0,04	0,05	0,8	13,17	0,91	14,47	0,40	115,13	0,3038
0,4	12,5	0,915	0,625	20	0,05	0,05	1	12,55	0,91	13,79	0,40	109,75	0,3984
0,5	13,13	0,915	0,625	21	0,065	0,05	1,3	13,19	0,91	14,49	0,40	115,34	0,4928
0,6	12,5	0,915	0,625	20	0,075	0,05	1,5	12,58	0,91	13,82	0,40	109,97	0,5964
0,7	12,5	0,915	0,625	20	0,09	0,05	1,8	12,59	0,91	13,84	0,40	110,10	0,7149
0,8	12,5	0,915	0,625	20	0,1	0,05	2	12,60	0,91	13,85	0,40	110,18	0,7937
0,9	12,5	0,915	0,625	20	0,115	0,05	2,3	12,62	0,91	13,86	0,40	110,32	0,9116
1,0	37,5	0,915	0,625	60	0,38	0,05	7,6	37,88	0,91	41,63	0,40	331,25	1,0032



2.5.2 Fabricación:

Experiencia N°5 - Proceso de fabricación

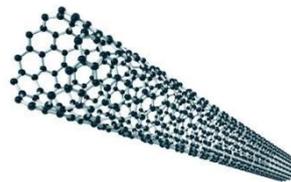
Se insertan los pellets de polipropileno (PP) junto con los NTC en la maquina extrusora "Thermo scientific Process11" de la FAN, que funciona mediante el empuje de material/es, obteniendo así un hilado de distintos diámetros según la boquilla terminal.

Pellets PP

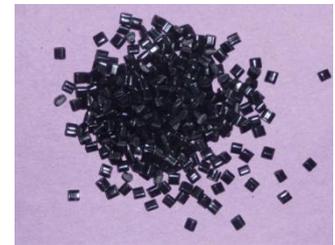


NTC

(Cargas)



*Pellets PP
con NTC*



(5 de julio 2016)

Cuarta visita a la FAN

Antes de comenzar el proceso de fabricación, realizamos una prueba disolviendo los pellets en alcohol etílico. La idea de esto, era volver el material más poroso facilitando la incorporación de las Nanopartículas, evitando que se dispersen en el aire, para lograr una mezcla más homogénea.

Tuvimos que suspender la práctica por problemas energéticos (hubo un corte de luz), pero logramos retomarla una semana después.





Experiencia N°6

Proceso de fabricación

Quinta Visita a la FAN

El 12 de julio pudimos comenzar con el proceso de fabricación del polímero reforzado.

Se trató de realizar un hilado de un diámetro de 3mm, pero no se lograba una forma homogénea y el diámetro tendía a variar mucho.

Procedimos a intentarlo con una sección más pequeña, de 1,7mm, logrando finalmente los resultados que deseábamos. Pudimos realizar el producto con varios porcentajes de NTC, 0.5%, 1% y <0.5%.



2.5.3 Ensayos:

Experiencia N° 7- Ensayo de tracción en ET N° 10:

Visitamos la escuela técnica 10 "Fray Luis Beltrán" ubicada en el barrio de Barracas, para realizar el ensayo de tracción del material. El profesor Héctor Escola, muy amablemente nos recibió y realizamos los ensayos en la máquina de tracción de su escuela.

Obtuvimos resultados positivos confirmando, que el agregado de NTC le daba un 80% más de resistencia a la tracción a las probetas de 0.5% y un 66% más a la de 1% con respecto al polipropileno en pellets de origen reciclado.

Se ensayaron en total 8 probetas (hilados de 1,7mm), 3 con la adición de 0,5% de NTC, 3 con la adición del 1%, y 2 solo polipropileno dando valores iguales en estas últimas. Los resultados se promediaron.



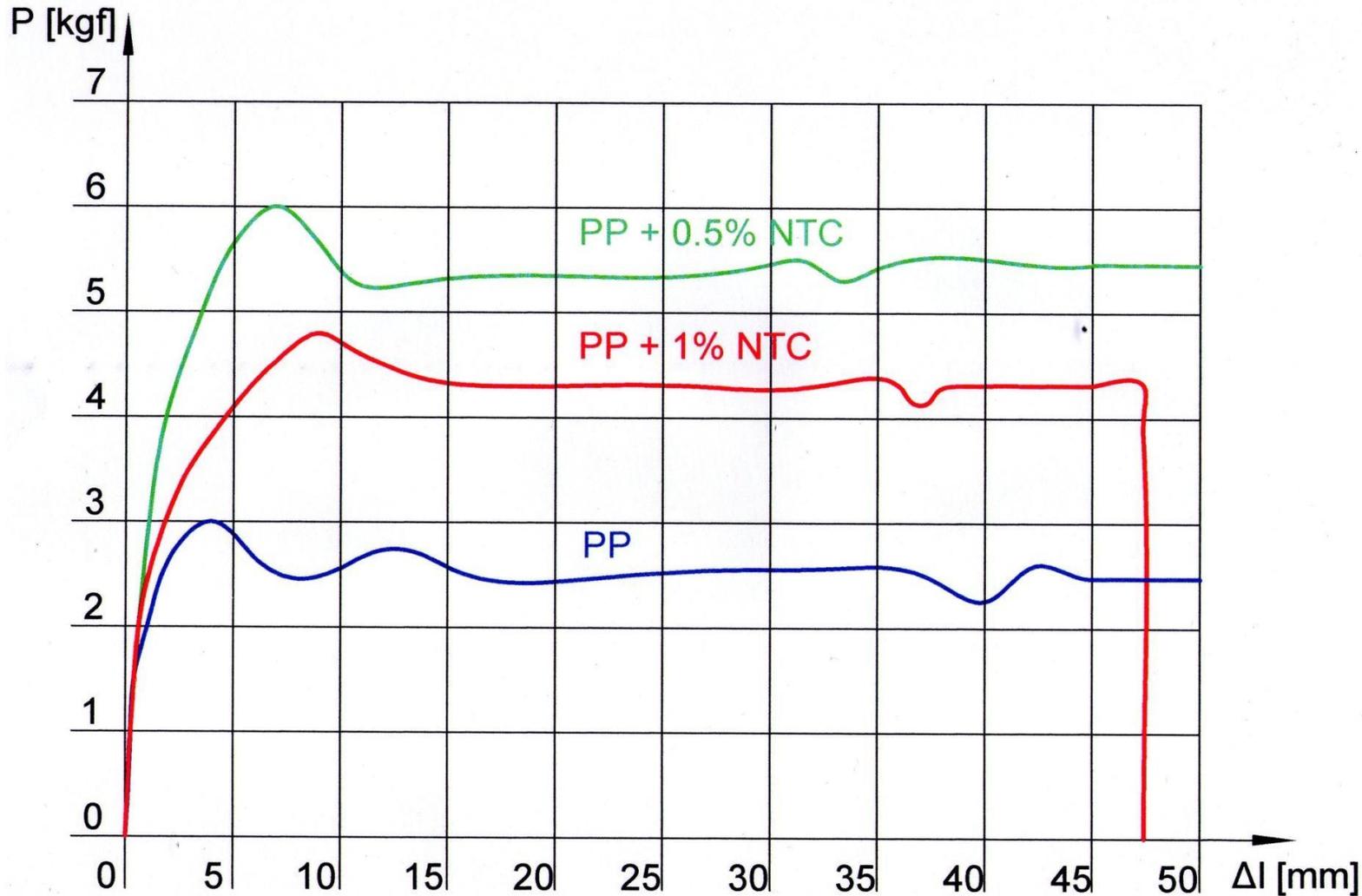


Gráfico comparativo de los diagramas de tracción de los distintos compuestos:

2.6 Conclusiones de ensayos:

En las probetas con adición de NTC, se observa un marcado aumento de la resistencia a la tracción, particularmente en las probetas con 0,5% de NTC. Se deduce que, si bien en ambos porcentajes se notó un marcado aumento, en las que tienen el 1% de NTC hubo una leve disminución y no presentaron deformaciones mayores, no así con las que tienen el 0,5% que la deformación son más pronunciadas.



Observación: Se deduce que las probetas cargadas con el 1% de NTC, posiblemente estén saturadas, dando mejores resultados con adiciones menores a ese porcentaje.

2.7 Experiencia N°8 – Microscopía Electrónica

El día 11/10 fuimos a la FAN con motivo de averiguar sobre la fabricación de una pieza a partir del hilado, en la impresora 3D. Nos enseñaron su muestrario de probetas diseñadas en la impresora con distintos polímeros con agregado de Nanopartículas, entre ellos se incorporo el compuesto que producimos:



En la imagen se pueden observar las probetas de PP con distintos porcentajes de NTC realizadas por la FAN en la impresora chimak 3D.

Fabricamos una de estas probetas para su exposición.

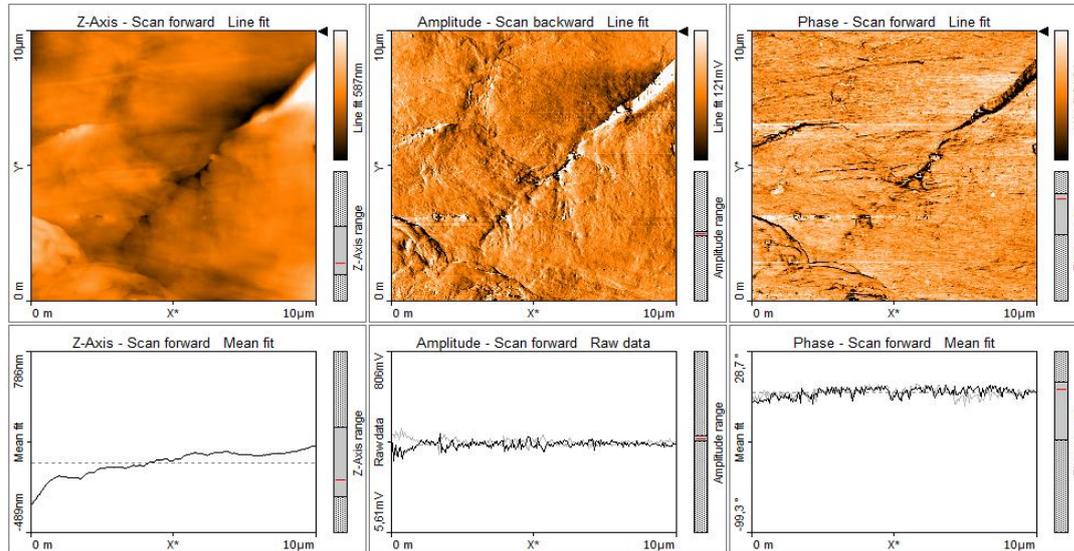
Durante la visita y pudimos realizar más hilado para posteriores ensayos.



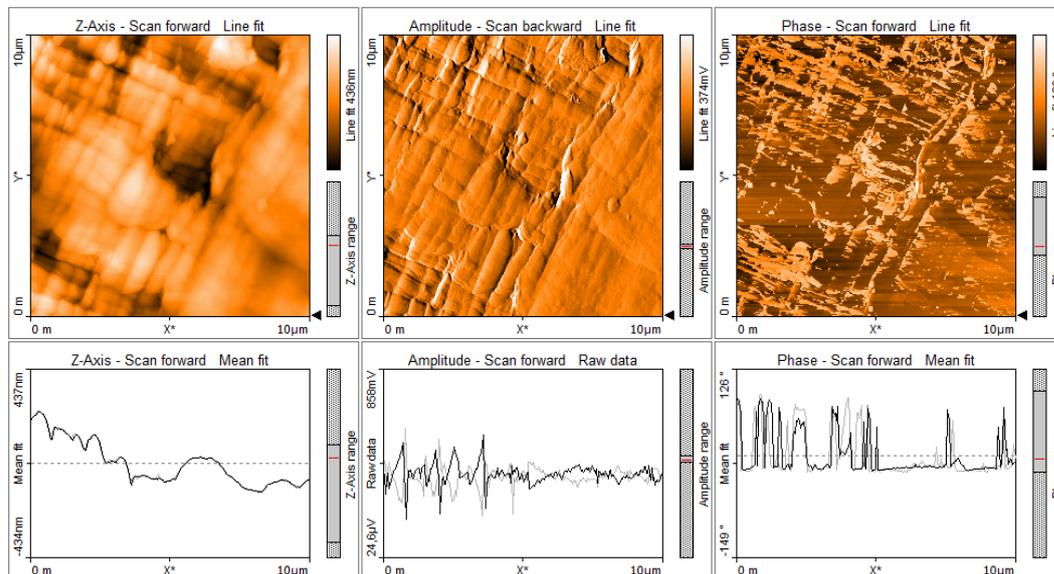
EXPERIMENTACION:

Se adjuntan microscopias realizadas en microscopio de fuerza atómica "Nanosurf flex-axion" del sector nanofab (FAN) de las probetas con 0.5% de NTC. (Ver carpeta de campo "interpretación de imágenes microscopia de fuerza atómica")

Muestra longitudinal



Muestra transversal 1



Se observa que tanto en el corte transversal como en el longitudinal la ubicación de los NTC presentan una aglomeración parcial en zonas. Existiendo la posibilidad, a futuro, de tener una mejor dispersión por medio de sonicación en el proceso de producción y así, mejorar aún más las propiedades.



SEGUNDA

ETAPA

CICLO LECTIVO 2017



3. SEGUNDA ETAPA

3.1 Introducción a la segunda etapa

En el ciclo lectivo 2017 nos reunimos en el taller de Oficina Técnica los alumnos participantes del proyecto Nanocompuestos del ciclo 2016 para acordar el camino a seguir durante esta etapa, y resolvimos realizar las siguientes actividades:

- Realizar ensayo de compresión y dureza sobre el material compuesto.
- Fabricación de prototipos de las utilidades que se le puede dar al material en impresora 3D
- Crear un instrumento de máquinas de ensayos Charpy para realizar pruebas de choque con el nuevo compuesto
- Realizar hilado y ensayos con porcentajes de 0,7% y 0,3% de NTC para determinar la mayor eficiencia del material.
- Fabricación de piezas por inyección a presión para obtener mejores resultados en los ensayos.

3.1.1 Acerca del Grupo de trabajo:

El proyecto se llevó a cabo con nuestros compañeros de 6º 4º, quienes participaron en diferentes etapas del desarrollo o de las actividades que se realizaron en el proyecto. A partir del esfuerzo y empeño que le dedicamos al mismo, resultamos como referentes del proyecto:

- **Alberti, Federico**
- **Busca, Antual**
- **Kowcz, Erik**

Nuestros compañeros participantes fueron:

- **Czermernicki, Matías.**
- **Chapacú Tomás.**
- **González, Santiago.**
- **Jaraz, Facundo.**
- **Sanchez, Franco.**
- **Sotelo, Fernando.**
- **Tolaba, Sebastián.**
- **Valdez, Agustín.**
- **Vázquez Mallo, Leandro.**

3.1.2 Objetivos segunda etapa:

- Realizar más ensayos. (Compresión, dureza, choque)
- Fabricar y diseñar piezas por impresión 3D.
- Ensayo de choque charpy, y diseño de máquina de ensayos.
- Posibles aplicaciones a la industria.
- Ampliar la ficha técnica del material.



DESARROLLO

Más Ensayos

y Aplicaciones



3.2 DESARROLLO

Esta etapa consistió en una serie de experiencias que podemos dividir en cuatro etapas bien definidas:

- **FABRICACIÓN DE MOLDES Y PROBETAS:**
 - ✓ Experiencia N°1: Pelletización de hilados y mecanización de moldes
 - ✓ Experiencia N°2: deposición en los moldes y mecanización
 - ✓ Experiencia N°3: conformado final de probetas bajo presión y temperatura

- **ENSAYOS DE COMPRESIÓN**
 - ✓ Experiencia N°4 Ensayo de compresión en el L.E.I

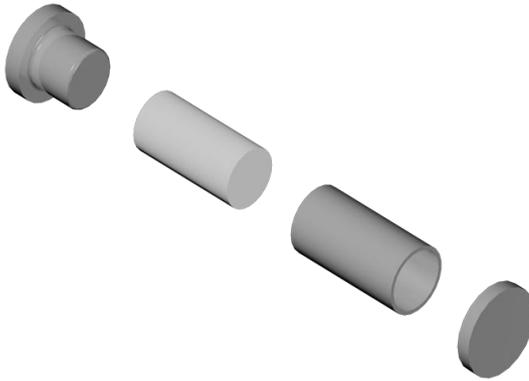
- **ENSAYOS DE DUREZA**
 - ✓ Experiencia N°5 Ensayo de dureza Vickers en el L.E.M.
 - ✓ Experiencia N°6 Ensayo de dureza Brinell en el L.E.M.

- **FABRICACIÓN DE PROTOTIPOS DE LAS UTILIDADES QUE SE LE PUEDE DAR AL MATERIAL EN IMPRESORA 3D**
 - ✓ Experiencia N° 7 Generamos prototipos en impresora 3D, para analizar los diseños posibles con este material compuesto.



3.2.1 FABRICACION DE MOLDES Y PROBETAS

Trabajamos durante varias semanas en la construcción de unos dispositivos cilíndricos contenedores (molde) (Ver imagen) en los que se inyectara el compuesto por deposición, y luego se le dará presión y temperatura con una máquina incluidora metalográfica. La fabricación fue por medio del torneado de una barra de SAE 1045 y debimos normalizar la estructura antes del mecanizado. Esta fue la forma más eficiente por la cual pudimos realizar la inyección del material según los recursos disponibles, ya que la fabricación de una matriz excede nuestro presupuesto, pero priorizamos que la fabricación de todas las probetas tanto del compuesto como las del PP se realicen bajo las mismas condiciones



Experiencia N°1: Pelletización de hilados y mecanización de moldes:

El día 8-5-17 se comenzó la pelletización de los hilados anteriormente fabricados, la cual consiste en fraccionarlos en segmentos de aproximadamente 3mm para luego poder utilizarlos en la inyectora.

Para llevar a cabo la inyección, se debieron fabricar recipientes que puedan contener y amoldar la mezcla inyectada, los cuales se fabricaron mecanizando varios cilindros de acero inoxidable, en un torno convencional. Cada molde consiste en un cilindro hueco, con un tapón de acero SAE 1045 en su base. Luego se fabrico otro tapón de mayor longitud que fue utilizado para todos los moldes en su extremo superior, el cual transmitió el esfuerzo de compresión al material fundido.

En cuanto a los tapones de acero debieron someterse a un proceso previo de normalizado, es decir, se colocaron los mismos en un horno tipo mufla a temperatura de austenización, y posteriormente se enfrió a temperatura ambiente, para darle mayor maleabilidad y poder mecanizarlo.





Experiencia N°2: Deposición en los moldes y mecanizado:

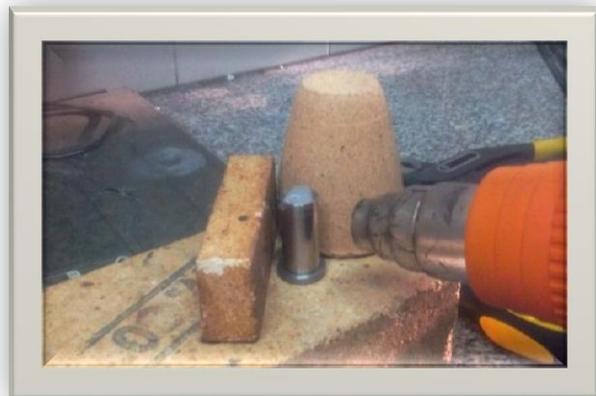
El día 16-5-17 se realizaron 9 probetas, 3 de Polipropileno y 6 del compuesto con Nanotubos de Carbono. Dicho proceso se llevó a cabo en el taller de la escuela (sector inyectora de plástico) con la ayuda del profesor Néstor Guillaume, M.E.P.



La experiencia consistió en depositar el material fluido dentro de los moldes (Cilindros + tapón base) utilizando la inyectora. El proceso realizado fue por deposición, para luego finalizar con el proceso de compresión en la incluidora del Laboratorio de Ensayos Materiales.

Experiencia N°3: Final de probetas bajo presión y temperatura:

Paso 1: Se precalentó el molde con su respectivo material (PP o PP + NTC según probeta) mediante una pistola de calor hasta llevarlo a un estado semifluido.





Paso 2: Se trasladó cada muestra a la incluidora metalográfica, con previa colocación del tapón superior en cada caso (Ver imágenes) para terminar las probetas por un proceso a presión y temperaturas constantes. Vale aclarar que todas las probetas se realizaron bajo las mismas condiciones. Se dejó cada muestra por 10 minutos a una temperatura de 140 °C para simular las condiciones que se dan con una matriz e inyectora apropiadas.



Paso 3: Finalizado el tiempo programado, se retiró el molde, dejándolo enfriar a temperatura ambiente hasta 35°C, y luego se aceleró el enfriamiento con aire comprimido y agua.

Paso 4: Se realizó un orificio con una agujereadora de banco sobre un extremo del cilindro del molde para que, al retirar el tapón del molde, no se produzca el efecto vacío existente entre el material y el tapón, facilitando la extracción de la probeta ya que elimino la presión.



Paso 5: Una vez retirados los tapones de los dos extremos, el material se desmoldó con facilidad debido a que la disminución de la temperatura conlleva a una contracción. Luego, las probetas fueron separadas junto con sus respectivos moldes, embolsadas y etiquetadas.



3.2.2 ENSAYOS DE COMPRESIÓN

Experiencia N°4 Ensayo de compresión en el L.E.I

El día 23-5-17 se sometieron las probetas a compresión en el laboratorio de ensayos industriales del colegio con la máquina Mohr y Federhaff para determinar cómo se comporta el material ante dicho esfuerzo. Se observó que la deformación del material fue plástica y no presentó rotura en ninguno de los casos

Se ensayaron las 9 probetas (3 de PP y 6 de PP+NTC). Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

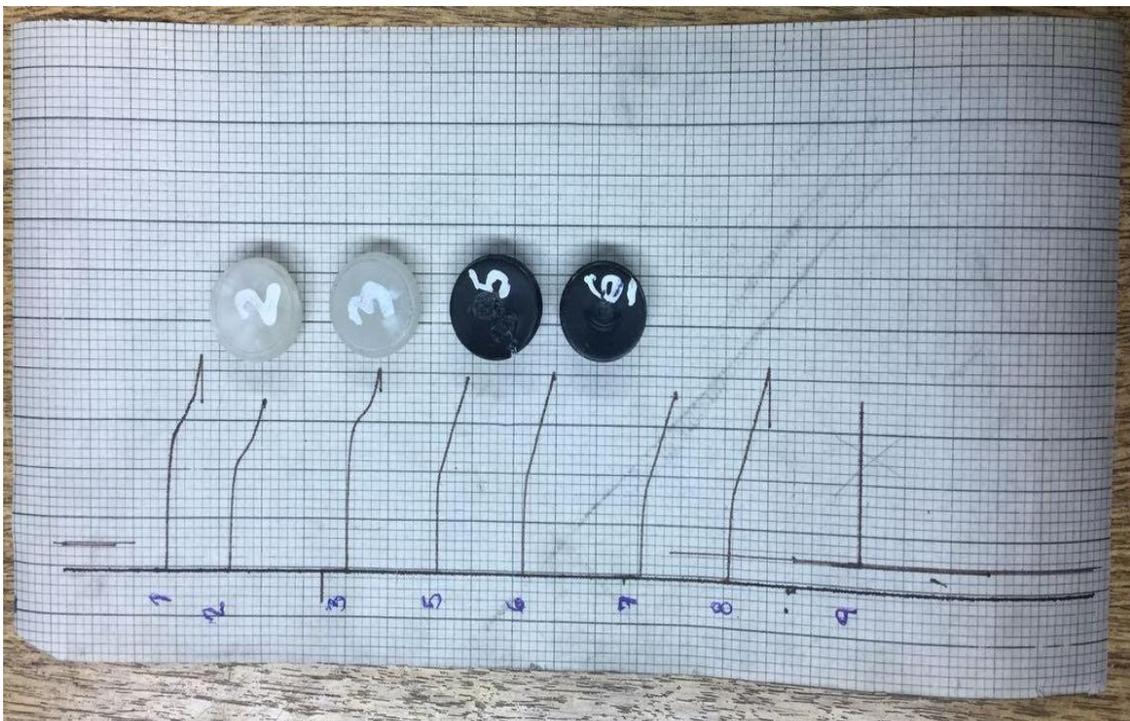


Probeta N°:	Do (mm)	So (mm)	Ho (mm)	Pmax (Kg->)	Df (mm)	Sf (mm)	Hf (mm)	Acortamiento	Ensanchamiento
N°1PP	15,8	196,066	16	1760	21,6	366,43	9,4	41%	86%
N°2PP	15,8	196,066	15,9	1400	21,5	366,05	9,6	39%	85%
N°3PP	15,8	196,066	15,9	1660	22	380,132	9,2	42%	93%
N°4PP+ NTC0.5%	15,7	193,592	15,9	1500	20,1	317,308	8,9	44%	63%
N°5PP+ NTC0.5%	15,7	193,592	15,9	1600	23,2	422,732	8	49%	118%
N°6PP+ NTC0.5%	15,7	193,592	15	1650	22	380,132	8,2	45%	96%
N°7PP+ NTC0.5%	15,8	196,066	15,6	1510	21	346,360	8,6	44%	76%
N°8PP+ NTC0.5%	15,6	191,134	15,9	1720	23	415,475	8	49%	117%
N°9PP+ NTC0.5%	15,6	191,134	15,9	1220	21	346,360	8,3	47%	81%



Conclusiones y análisis del ensayo:

En las 8 probetas se observa un comportamiento similar en la pendiente inicial (período elástico), donde se cumple la ley de Hooke. El comportamiento comienza a variar a partir de la finalización del período elástico, donde se observa que en las probetas de polipropileno la deformación plástica es no proporcional. En el caso de las probetas reforzadas es claro advertir que la deformación plástica es proporcional (comportamiento lineal en el período plástico).



La probeta N°9 no fue tenida en cuenta ya que por efecto de un rechupe interno el ensayo no fue satisfactorio.



3.2.3 ENSAYOS DE DUREZA:

Se sometieron las probetas resultantes del ensayo de compresión a un ensayo de dureza. Primeramente se realizó el ensayo de dureza por el método Vickers con 5kg de carga, pero luego de investigar, se constató que, para plásticos el ensayo más conveniente y que está normalizado es el ensayo de dureza Brinell.

DURÓMETRO VICKERS – MARCA PETRI (1-10 KG) - LABORATORIO DE ENSAYOS E MATERIALES

INTRODUCCIÓN A ENSAYOS DE DUREZA:

Para averiguar la dureza de un material debemos contar con una máquina específica llamada durómetro, dentro de la variedad de estos equipos optamos por utilizar los llamados durómetros por procesos estático, estas máquinas aplican una carga predeterminada sobre el material a ensayar, la cual deja una impronta sobre la pieza, (es decir una deformación plástica permanente) esta impronta luego es observada con un microscopio óptico con cámara incorporada, esta imagen obtenida es transmitida a la computadora en la cual con un programa (programa Mias) se realizan las mediciones en pixeles de ambas diagonales, en el caso que sea un ensayo de dureza vickers (impronta en forma de pirámide de base cuadrada) y del diámetro, en el caso de dureza Brinell (Impronta esferoidal), este valor obtenido en la computadora es dado en cantidad de pixeles, y luego, al conocer la cantidad de pixeles que entran en 1 mm real se puede averiguar la medida de la impronta en milímetros, estas medidas son promediadas y en base a este promedio se realiza un cálculo teniendo en cuenta datos de la máquina utilizada, (calculador en Excel) A continuación se adosan las tablas de valores de cada procedimiento.





Experiencia N°5 Ensayo de dureza Vickers

Tabla de resultados y cálculos método Vickers 5 Kg

probeta N ^a	Diag. 1 (pix)	Diag. 2 (pix)	Prom. (pix)	diagonal (mm)	Dureza HV
probeta N ^o 1	466,00	455,00	460,500	0,769	15
probeta N ^o 2	440,66	437,13	438,895	0,733	12
probeta N ^o 3	448,02	451,25	449,635	0,751	12
probeta N ^o 4	351,81	347,23	349,520	0,584	20
probeta N ^o 5	338,86	340,40	339,630	0,567	21
probeta N ^o 6	330,73	333,43	332,080	0,555	22
probeta N ^o 7	345,08	340,23	342,655	0,572	20
probeta N ^o 8	282,48	282,14	282,310	0,472	29
probeta N ^o 9	327,37	344,38	335,875	0,561	21

Imágenes de ensayo de dureza:

Para poder medir las dimensiones de las improntas se utilizó el microscopio óptico marca Digimes con 100x.





Imágenes de ensayo de dureza Vickers

(Imágenes obtenidas del microscopio óptico marca Digimesc con 400x)

Probeta N°1 PP



HV 15

Probeta N°2 PP



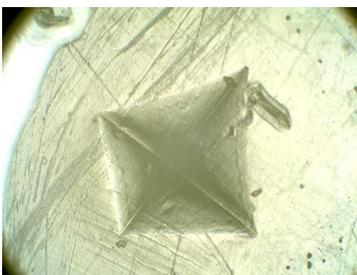
HV 12

Probeta N°3 PP



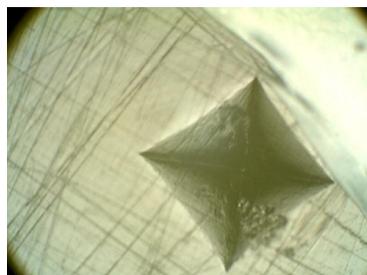
HV 12

Probeta N°4 PP+NTC



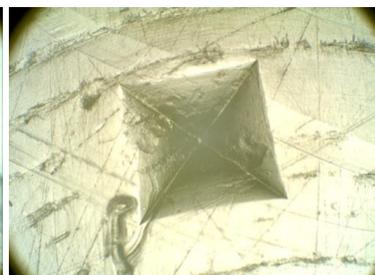
HV 20

Probeta N°5 PP+NTC



HV 21

Probeta N°6 PP+NTC



HV 22

Probeta N°7 PP+NTC



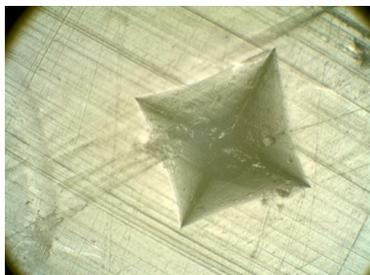
HV 20

Probeta N°8 PP+NTC



HV 29

Probeta N°9 PP+NTC



HV 21



Experiencia N°6 Ensayo de dureza Brinell 31,2 Kg

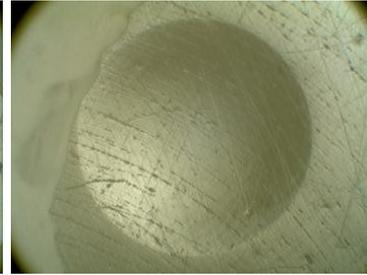
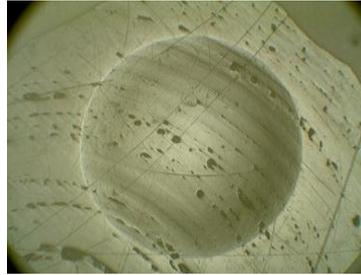
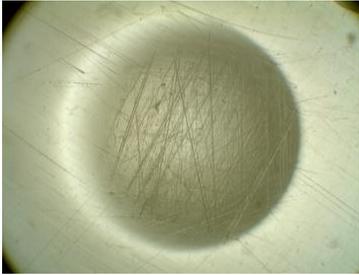
Imágenes de ensayo Brinell

(Imágenes obtenidas del microscopio óptico marca Digimesse con 100x)

Probeta N°1 PP

Probeta N°2 PP

Probeta N°3 PP



HB 15

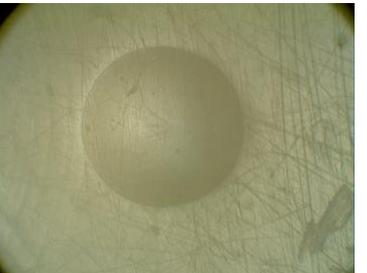
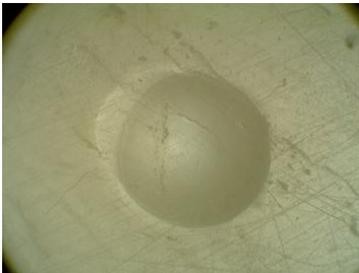
HB 16

HB 14

Probeta N°4 PP+NTC

Probeta N°5 PP+NTC

Probeta N°6 PP+NTC



HB 34

HB 33

HB 30

Probeta N°7 PP+NTC

Probeta N°8 PP+NTC

Probeta N°9 PP+NTC



HB 40

HB 37

HB 36



Tabla de resultados y cálculos método Brinell 31,2 kg

Probeta N°	diámetro 1 (pix)	diámetro 2 (pix)	Prom. (pix)	Diámetro (mm)	Dureza HB
Probeta N°1	406,06	394,05	400,055	1,594	15
Probeta N°2	390,10	392,00	391,050	1,558	16
Probeta N°3	417,00	415,00	416,000	1,657	14
Probeta N°4	275,15	266,31	270,730	1,079	34
Probeta N°5	280,01	265,35	272,680	1,086	33
Probeta N°6	286,01	284,00	285,005	1,135	30
Probeta N°7	246,00	250,01	248,005	0,988	40
Probeta N°8	259,03	256,03	257,530	1,026	37
Probeta N°9	258,50	265,00	261,750	1,043	36

A partir de los resultados obtenidos obtuvimos como resultado que la **dureza del compuesto es un 133% mayor que la del PP**, siendo la dureza promedio del PP de 15 HB y la del compuesto de 35 HB.



ETAPA

FINAL



4. ETAPA FINAL:

4.1 LOGROS

- COMPUESTO POLIMÉRICO CON ADICIÓN DEL 0,5% DE NTC Y SIGNIFICATIVO AUMENTO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.
- VARIACION EN EL COMPORTAMIENTO DEL PERIODO PLASTICO DEL MATERIAL COMPUESTO ANTE UN ENSAYO DE COMPRESIÓN.
- NOTABLE AUMENTO DE LA DUREZA (133%) EN COMPARACION CON EL MATERIAL BASE (PP)
- FABRICACIÓN DE PROTOTIPOS DE LAS UTILIDADES QUE SE LE PUEDE DAR AL MATERIAL EN IMPRESORA 3D
- TRABAJAR CON DIMENSIONES A ESCALA NANOMÉTRICAS.
- ARTICULACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO EN CENTOS DE INVESTIGACIÓN.
- INCORPORACIÓN DE DESARROLLOS NANOTECNOLÓGICOS EN NUESTRA ESCUELA.
- COLABORAR CON LA ECOLOGÍA, EL MEDIO AMBIENTE Y EL RECICLADO DE UN MATERIAL QUE ABUNDA AL LOS DESECHOS PLÁSTICOS, COMO ES EL POLIPROPILENO.

4.2 PROYECCIONES A FUTURO

- SUMAR MÁS ENSAYOS DE ESTE NUEVO COMPUESTO, COMO SER: TRASMISIÓN TÉRMICA - CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA - FLEXIÓN -, ETC.
- REPLICAR A OTROS POLIMEROS TERMOPLASTICOS RECICLABLES PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES.
- MEJORAR LA DISPERSIÓN MEDIANTE SONICACIÓN
- REALIZAR NUEVAS MICROSCOPIAS SEM EN EL CENTRO DE INVESTIGACION DE LA UBA
- TRABAJAR EN CONJUNTO CON EMPRESAS AUTOPARTISTAS PARA LA FABRICACION DE PIEZAS.
- DISEÑAR Y FABRICAR LA MAQUINA DE CHOQUE PARA ENSAYOS CHARPY
- EXPERIMENTAR Y REALIZAR ENSAYOS DE TRACCIÓN EN HILADOS CON %0,3 Y %0,7 DE NTC.
- FABRICACIÓN DE PIEZAS DE MATRICERÍA.



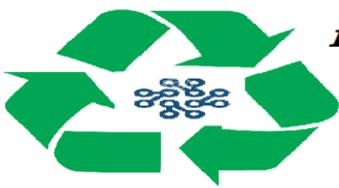
4.3 PREMIACION Y DEVOLUCIONES DE LA FERIA JURISDICCIONAL CABA:

Premiación:

Primer puesto en la categoría "Técnico Profesional", nivel Secundario

Primer premio de Escuelas Verdes- Temáticas ambientales.





Buenos Aires Ciudad

Feria Jurisdiccional de Educación, Arte, Ciencias y Tecnología 2017
FICHA DE DEVOLUCIÓN DE TRABAJOS

TÍTULO	NANO COMPUESTOS II		
INSTITUCIÓN	Código	D-52	
	Localidad	CABA	
	Jurisdicción		
EXPOSITOR	Apellido, Nombres	ALBERTI, FEDERICO	
	Apellido, Nombres	BUSCA, ANTUAL	
DOCENTE	Apellido, Nombres	GORDILLO, JONATAN	
FECHA	16/08/17		

Fortalezas del trabajo presentado
(Consenso del equipo evaluador)

Ante todo, esperamos poder plasmar nuestra devolución en palabras, de manera adecuada, tal como lo ha hecho el equipo expositor para con nosotros evaluadores.

FORTALEZAS

- Destacamos el respeto demostrado en cada momento, con los evaluadores, con el público visitante y entre sus propios integrantes
- El cumplimiento de absolutamente todos los puntos de presentación en Feria, planteados por la organización
- Organización, visibilidad y orden del material expuesto.
- Entrega demostrada en defensa del proyecto, tanto de alumnos como del docente referente.
- Elección de temática de investigación, teniendo en cuenta necesidades surgidas de la realidad.
- Proyección a futuro de temática de trabajo
- Articulación con entidades facilitadoras de información e intercambio de experiencias
- La relación entre contenidos curriculares y transversalidad entre áreas.
- Fuerte apoyo de directivos y comunidad educativa para con el proyecto desde su inicio.
- Compromiso y responsabilidad demostrada
- Incidencia que pudo alcanzar, si es que se logra un producto final óptimo, acorde al objetivo planteado, para aprovechar al máximo las propiedades del nuevo material

1 de 2



Buenos Aires Ciudad



Feria Jurisdiccional de Educación, Arte, Ciencias y Tecnología 2017
FICHA DE DEVOLUCIÓN DE TRABAJOS

Comentarios y Recomendaciones

Consideramos que tanto polímeros como nanotecnología se encuadran entre las ciencias del futuro.
 Como surge a través de pruebas y ensayos realizados en el T.P creamos que han podido comprobar las virtudes del material y que no obstante ello, se podría mejorar aun más.
 Al observar la energía puesta en el desarrollo del tema, esperamos que puedan transmitir a sus pares, los conocimientos adquiridos y esa pasión por la investigación demostrada tanto por alumnos como por el docente referente.

Como sugerencia solo pedirles que mantengan esa actitud en todo proyecto que emprendan en sus vidas.

Evaluadores:

Apellido y Nombre: MONTIVERO, Héctor

Firma

Apellido y Nombre: TOBIA, AYELEN

Firma



ACTIVIDADES
PARALELAS E
IMÁGENES DEL
DESARROLLO
DEL PROYECTO



4.4 ACTIVIDADES PARALELAS E IMÁGENES DEL DESARROLLO DEL PROYECTO:

En este apartado expondremos algunas experiencias que se fueron realizando y forman parte del desarrollo del proyecto que aún continúan en proceso.

Por otra parte se mostrarán varias imágenes referidas a las diferentes actividades que se realizaron en la escuela, en la FAN y en el Centro Cultural de la Ciencia.

4.4.1 OTRAS EXPERIENCIAS:

Experiencia N°8 Pre mezcla de PP con NTC en 0,3% y 0,7%:

Se inicio la preparación de los nuevos pellets con otros porcentajes de NTC (**0,3 y 0,7%**). La cantidad de nanotubos de carbono en función de la cantidad de pellets es:

- **0,3%**= 4,8ml de NTC en 75g de PP
- **0,7%**= 10,8ml de NTC en 75g de PP

Esto se realiza con el objetivo de saber cuál es la mayor cantidad de NTC que puede poseer el material antes de su saturación. Cabe recordar que el compuesto ensayado en la primera etapa fue de: Pp más **0,5%** de NTC

El proceso de fabricación de los nuevos pellets se realizo de la misma forma que en la etapa anterior (Ver pag. 15 – Experiencia N°4) En las imágenes siguientes se puede apreciar la primera etapa de la pre- mezcla (preparación de los elementos del compuesto y secado) antes de introducirla en la extrusora de la FAN (sector Nanofab)

4.4.2 Fabricación de elementos para ensayo Charpy (en proceso)

Nos encargamos de comenzar a realizar un equipo para ensayos de choque Charpy ya que la máquina de choque que se encuentra en el colegio es para mayores cargas y está diseñada para probetas industriales de materiales metálicos, por lo tanto comenzamos a diseñar una máquina





Una vez establecidos estas posibles utilidades se decidió trabajar en conjunto con los profesores Quastler Ivan y Tessi Eva para generar prototipos en la impresora 3D utilizando como materia prima el hilado del compuesto.



4.4.4. Proyecto financiado por fundación unida bajo el programa "Escuelas Verdes" de la Ciudad de Buenos Aires:

"RECICLANDO CON NANOPARTÍCULAS PARA LA ESCUELA"

➤ **Breve descripción del proyecto:**

Este proyecto apunta a reducir el impacto ambiental que provocan los desechos plásticos y además tiene como objetivo mejorar las propiedades físico-químicas de un polímero termoplástico reciclable, haciendo énfasis en la resistencia a la tracción. Teniendo en cuenta las mejoras de este tipo de propiedades en materiales compuestos, se investigó obtener un material polimérico (polipropileno de productos reciclados) reforzado con nanotubos de carbono (ntc).



➤ **Líneas de fundamentación:**

- **Reciclado:** Se utilizará polipropileno virgen como material base para trabajar y se le incorporarán polipropileno reciclado.
- **Separación de residuos:** Se dispondrá un recipiente para separar los residuos de polipropileno de los demás desperdicios que a diario se generan en la escuela.
- **Aumento de propiedades mecánicas:** El material ya reciclado tendrá un agregado de nanopartículas (nanotubos de carbono) que le proporcionará mejores propiedades para su disposición.

➤ **Ámbito de aplicación:**

El ámbito donde se va a aplicar este proyecto es en nuestra Escuela Técnica n° 32 ubicada en Teodoro García 3899 en el barrio de Chacarita – C.A.B.A.



➤ **Idea:**

- La idea del proyecto consiste en reponer los regatones de las mesas y sillas de nuestra escuela a fin de evitar ruidos molestos producidos por la falta de los mismos.

● **IMÁGENES DE REGATONES GASTADOS DE NUESTRA ESCUELA:**



● **IMÁGENES DEL BUFFET DE NUESTRA ESCUELA:**





- Para poder realizar este proyecto recolectaremos las tapitas desechadas de las gaseosas y para ello ubicaremos un recipiente para recolectar las mismas en el buffet de nuestra escuela.
- Posteriormente trituraremos las tapitas recolectadas y con polipropileno virgen y los nanotubos de carbono prepararemos la mezcla para producir regatones nuevos para el mobiliario escolar:
- El último paso consistirá en adquirir un molde de regatón para utilizarlo en la inyectora de nuestra escuela.





ACTIVIDADES DE FORMACION Y DIFUSION



Exposición y participación del Proyecto en la casa Rosada 20 de diciembre 2016.



*Presidencia de la Nación
Secretaría General*

2016 - Año del Bicentenario de la Declaración de la Independencia Nacional

Buenos Aires, 6 de diciembre de 2016

SEÑOR COORDINADOR:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con motivo de la realización de la "Muestra de Trabajos de la Feria Nacional de Educación, Artes, Ciencias y Tecnología 2016", organizada por el Ministerio de Educación y Deportes de la Nación, que se llevará a cabo en el marco de la entrega del Premio Investigador de la Nación.

Al respecto, se convoca a participar al Proyecto "Nano - compuestos", de la Escuela Técnica N°32 "General San Martín" de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La muestra tendrá lugar el martes 20 de diciembre del corriente, a partir de las 8:00 Hs, en el Patio de las Palmeras de la Casa de Gobierno. La misma contará con la visita especial del señor Presidente de la Nación, Ing. D. Mauricio MACRI.

Asimismo se informa que, la participación constará de la exposición del Proyecto a través de un tríptico cuyas especificaciones se detallan en adjunto.

Esperamos contar con la presencia exclusiva del equipo expositor, integrado por el docente a cargo del proyecto y dos alumnos

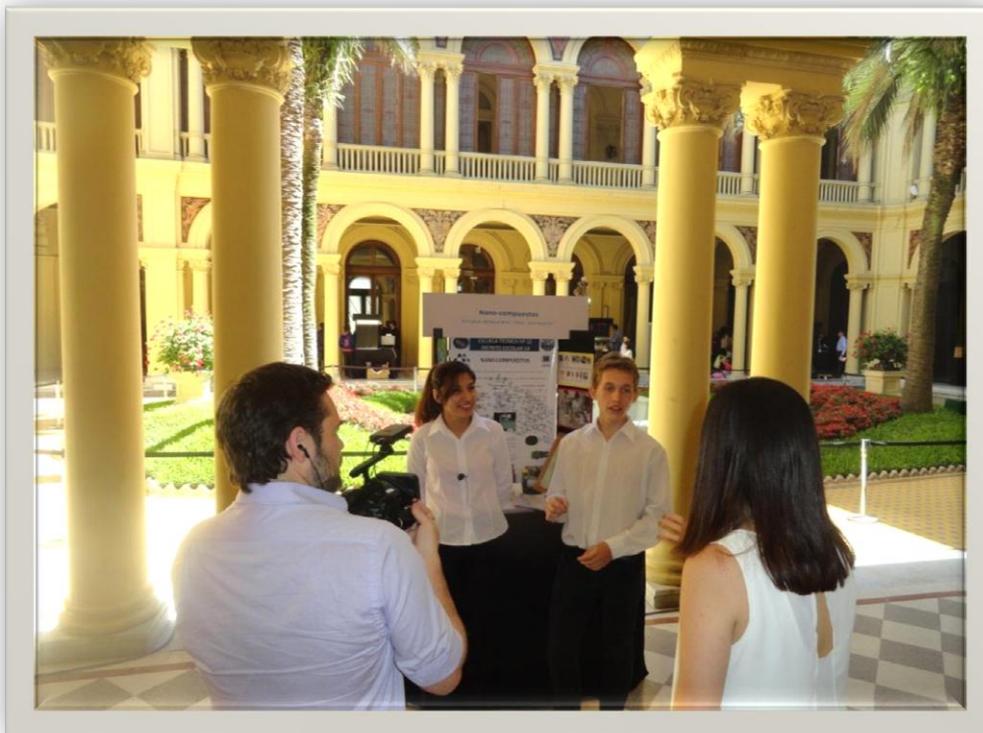
Sin otro particular, saludo a usted muy atentamente.

Lic. Fernando de Andreis
Secretario General



Presidencia eligió e invito a 15 trabajos de la feria Nacional 2016 de distintas provincias, a participar de una exposición en la Casa Rosada. Los proyectos elegidos fueron de distintos niveles, como ser inicial, primario y secundario, siendo nuestro proyecto el único que representó a la jurisdicción CABA en último nivel mencionado.

Imágenes de la exposición y participación del Proyecto en la casa Rosada





Participación de “Nanotecnólogos por un día en el Centro Cultural de la Ciencia”

El día 18-05-17 asistimos con los alumnos de 6º4º y docentes al centro cultural de las ciencias C3 con el fin de participar de “Nanotecnólogos por un día” en el cual tuvimos varias experiencias fabricando Nanopartículas y experimentando con ellas.

A continuación transcribimos una parte de la nota realizada por el diario Infobae y que se puede visualizar completamente a través del siguiente enlace:



<http://www.infobae.com/salud/ciencia/2017/05/26/chicos-juegan-a-ser-nanotecnologos-por-un-dia/>

Martín Célico es profesor del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Escuela Técnica N° 32 y desde la primera edición del concurso, que junto a sus estudiantes participa del programa. "Lo aplico directamente en mi asignatura orientada a materiales, aunque la nanotecnología no forme parte del plan de estudios", indicó Célico y agregó: "Porque hay una tendencia a crear materiales nuevos basados en nanopartículas, que ya están en el mercado", afirmó, remarcando la importancia de que los chicos absorban este tipo de contenidos "porque son cosas que van a ver en las universidades".

Leandro, Antual y Facundo tienen 18 años y vinieron con el profesor Célico, quién previamente les explicó y les dio información sobre nanotecnología. "Esto es bastante curioso, muy interesante", dice Antual intentando recordar los elementos que utilizaron para realizar un espejo de plata. Observaron su reacción, se concentraron para no equivocarse con las cantidades y comentaron entre ellos el avance de su experimento. Los tres tienen pensado seguir alguna rama de la Ingeniería y coincidieron en que les es muy útil tener estos conocimientos para sus futuras carreras y trabajos.



4.4.2 Imágenes del desarrollo del proyecto en la escuela y en el sector Nano-fab de la (FAN)









NOTA AVAL DE LA FAN:



San Martín, 4 de Octubre de 2017

De mi mayor consideración:

A través de la presenta certifico que los alumnos Erick Hernan Kowck, Antual Ariel Busca Canosa, Federico Ezequiel Alberti y los docentes Martín Celico, Vanesa Yanina Freccia y Jonatan Gordillo del Laboratorio de ensayos Metalúrgicos y END pertenecientes a la Escuela Técnica N° 32 General San Martín realizaron el proyecto "Nano compuestos: Pellets concentrados de PP + NTC para carga en inyectora" en el laboratorio "NanoFab" de la Fundación Argentina de Nanotecnología.

Dr. Ing. Juan José Ortiz
Responsable NanoFab

Fundación Argentina de Nanotecnología



PARTICIPACION NANO-MERCOSUR 2017

¿Qué es Nanomercosur?

Nanomercosur es el evento de nanotecnología más grande de la región. Un espacio de encuentro entre los principales actores del mundo nanotecnológico. Investigadores, empresarios, tecnólogos y emprendedores presentan las tendencias en nanotecnología en la región y el resto del mercado mundial.

Los días 26, 27 y 28 de noviembre se realizó en el polo científico (Godoy cruz 2370/2390) el evento nanotecnológico más grande de la región organizado por la FAN, "NANOMERCOSUR 2017" y dos alumnos de 6° 4° tuvieron la oportunidad de ir a representar al colegio y poder informarse acerca de las innovaciones en este área, además de contactarse con distintas instituciones investigadoras. Luego se realizó una reunión para difundir al resto del curso (6°-4°) y compartir sus experiencias de trabajo y también repartir material bibliográfico, muestras obsequiadas de los stands y la información obtenida.

EXPO NANO 2017

asistente

26, 27 y 28 Septiembre. 2017

Buenos Aires. Argentina.

ANTUAL ARIEL BUSCA CANOSA
Escuela secundaria

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva
Presidencia de la Nación

FUNDACION ARGENTINA DE NANOTECNOLOGIA



Difusión y exposición del proyecto en la escuela técnica N° 19

El día 09/10 concurrimos a la E.T.N° 19 Volta para realizar una charla informativa acerca de la nanotecnología y las nanociencias y así informar a los alumnos del ciclo básico acerca de esta nueva ciencia, los alumnos a cargo de la charla fueron Busca Antual y Kowcz Erik ambos de 6to 4ta mecánica, junto con los profesores Célico Martin y gordillo Jonatan.

Esta actividad se organizó a partir de que en la feria regional INNOVA 2017 el profesor Fabian Konias nos comentó que quería comenzar a trabajar la nanotecnología en su colegio para que los alumnos estén mejor preparados y actualizados con nuevas tecnologías, desde ese momento se mantuvo el contacto y las intenciones de generar esta charla informativa, ya que a nosotros también nos interesaba realizarla, la charla se llevó a cabo en el SUM de su institución y los alumnos del ciclo básico se mostraron muy interesados en esta nueva tecnología, habiendo sido esta una muy buena experiencia tanto para ellos como para nosotros.





Notas de agradecimiento escuela técnica N° 19



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES
MINISTERIO DE EDUCACIÓN
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN TÉCNICA
ESCUELA TÉCNICA N° 19 – D.E. 1° "ALEJANDRO VOLTA"
Lavalle 1681 – C1048AAM Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Tel. (+5411) 4371-5611
e-mail: det_19_de1@bue.edu.ar
tec19de1@buenosaires.edu.ar
WEB: www.evvolta.com.ar
CODIGO ESCUELA 8456-0000
CUE ESCUELA 201232-00
CUI ESCUELA 101044

CONSTANCIA GENERAL

El que suscribe SECRETARIO de la ESCUELA TECNICA N° 19 – DE 1° "ALEJANDRO VOLTA", deja constancia que: KOWCZ ERIK con DNI.: 41.667.549 , concurrió a este Establecimiento al SEMINARIO NANOTECNOLOGIA EN EL HORARIO DE 9 a 10.30hs.

A pedido del interesado y al solo efecto de su presentación ante ET N° 32 , se expide la presente en la CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES, a los 09 días del mes de Octubre del año 2017.-



Arq. LEONARDO MARTÍAS SCIOSCIA
SECRETARIO
ESCUELA TECNICA N° 19 DE "ALEJANDRO VOLTA"



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES
MINISTERIO DE EDUCACIÓN
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN TÉCNICA
ESCUELA TÉCNICA N° 19 – D.E. 1° "ALEJANDRO VOLTA"
Lavalle 1681 – C1048AAM Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Tel. (+5411) 4371-5611
e-mail: det_19_de1@bue.edu.ar
tec19de1@buenosaires.edu.ar
WEB: www.evvolta.com.ar
CODIGO ESCUELA 8456-0000
CUE ESCUELA 201232-00
CUI ESCUELA 101044

CONSTANCIA GENERAL

El que suscribe SECRETARIO de la ESCUELA TECNICA N° 19 – DE 1° "ALEJANDRO VOLTA", deja constancia que: ANTUAL BUSCA con DNI.: 41.665.055 , concurrió a este Establecimiento al SEMINARIO NANOTECNOLOGIA EN EL HORARIO DE 9 a 10.30hs.

A pedido del interesado y al solo efecto de su presentación ante ET N° 32 , se expide la presente en la CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES, a los 09 días del mes de Octubre del año 2017.-



Arq. LEONARDO MARTÍAS SCIOSCIA
SECRETARIO
ESCUELA TECNICA N° 19 DE "ALEJANDRO VOLTA"



4.5 AGRADECIMIENTOS

ALUMNOS PARTICIPANTES 6º4º:

- Kowcz, Erik
- Alberti, Federico
- Chapacù, Tomàs
- Czernernicki, Matias
- Jaraz Fernandez, Facundo
- Maddeo, Pablo
- Medrano, David
- Morito, Nicolas
- Busca, Antual
- Vázquez Mallo, Leandro.
- Czernernicki, Matías.
- González, Santiago.
- Sanchez, Franco.
- Sotelo, Fernando.
- Tolaba, Sebastián.
- Valdez, Agustín.

Grupo de apoyo científico sector Nanofab (FAN):

- Dr. Ing. Juan José Ortiz
- D.I. Adrián Mariano Oviedo
- D.I. Bernardo Villares Had

INTI Sector de plásticos

- Lic. Cecilia Lorenzo

E.T.Nº10

- Profesor Hector, Escola

Fundación Argentina de Nanotecnología

- Matías, Salemi

Personal del establecimiento

- Marcelo Fabbian (Jefe de Sección de 5to y 6to año de taller)
- Mariano, De León (Jefe de Laboratorio de computación)
- Jonatan, Gordillo (Profesor colaborador activo del proyecto)
- Celico, Martin (Profesor colaborador activo del proyecto)
- Alejandro Bozzini (Ayudante de Laboratorio de Físico-Química)
- Víctor Palacios (Jefe de Laboratorio De Ensayos)
- Nestor Gilliaume (Maestro de Enseñanza Práctica)
- Walter Mazzarella (Jefe general de Enseñanzas Prácticas)



4.6 BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Ensayos Industriales
González Arias / Alfredo Palazón

- ✓ Introducción a la Nanotecnología
Galo Soler Illia

- ✓ Quien es quien en Nanotecnología 2012
F.A.N

- ✓ Practicas de Metalografía
Dr. Eduardo J. Dubox

- ✓ "Cristales sencillos de polímeros" Phillip H. Geil
- ✓ Ciencia de los Polímeros Fred w. Billmayer
- ✓ Internet



INNACORE

<u>APORTES DEL PROYECTO</u>	PAG. 1
1. <u>RESUMEN</u>	PAG. 2
<u>1.1</u> ORIGEN DEL PROYECTO	
<u>1.2</u> OBJETIVO DEL PROYECTO	
<u>1.3</u> NUESTRA ESCUELA	
<u>1.4</u> GRUPO DE TRABAJO Y ASESORAMIENTO CIENTIFICO	
<u>1.5</u> COSTOS Y TIEMPOS DEL PROYECTO	
<u>1.6</u> EQUIPOS UTILIZADOS	
2. <u>ETAPA INICIAL (CILO LECTIVO 2016)</u>	PAG. 5
<u>2.1</u> INTRODUCCION	
<u>2.2</u> ANTECEDENTES	
<u>2.3</u> PREPROYECTO	
<u>2.4</u> ASESORIA CIENTIFICA	
<u>2.5</u> DESARROLLO	
<u>2.6</u> CONCLUSIONES DE ENSAYOS	
<u>2.7</u> EXPERIMENTACION	
3. <u>SEGUNDA ETAPA</u>	PAG 22
<u>INTRODUCCION A LA SEGUNDA ETAPA</u>	PAG 23
<u>3.1</u> GRUPO DE TRABAJO Y OBJETIVOS DE LA SEGUNDA ETAPA	
<u>3.2</u> DESARROLLO	
4. <u>ETAPA FINAL</u>	PAG 36
<u>4.1</u> LOGROS	
<u>4.2</u> PROYECCIONES A FUTURO	
<u>4.3</u> PREMIACIONES EN FERIA JURISDICCIONAL	
<u>4.4</u> ACTIVIDADES PARALELAS EN LA REALIZACION DEL PROYECTO	
<u>4.4.1</u> <u>ACTIVIDADES DE FORMACION Y DIFUSION</u>	PAG. 41
IMÁGENES DE GRUPO DE TRABAJO	
PARTICIPACION NANO-MERCOSUR 2017	
EXPOSICION EN E.T N°19 D.E 1 “ALEJANDRO VOLTA” Y	
EXPOSICIÓN CASA ROSADA	
<u>4.5</u> AGRADECIMIENTOS.....	PAG. 58
<u>4.6</u> BIBLIOGRAFÍA.....	PAG. 59

REGISTRO PEDAGÓGICO

“PROYECTO INNACORE”

“La Nanotecnología al servicio del reciclado, el medio ambiente y la industria”

E.T. Nº 32 DE 14 GRAL. JOSÉ DE SAN MARTIN

1. INTRODUCCION:

En la Escuela Técnica Nº 32 D.E. 14 “Gral. José de San Martín”, situada en el barrio de Chacarita (Capital Federal), existe una sección o rotación de taller, dentro de la especialidad Mecánica, llamada Oficina Técnica. En ella realizamos diferentes proyectos para la escuela y para la Feria de Ciencias. Dicha rotación es conducida por los profesores **Freccia Vanesa, Martín Célico** y **Jonatan Gordillo**, encargados de guiar a los alumnos en las distintas fases que se presentan al realizar proyectos. En el año lectivo 2017 trabajamos en el proyecto “**INNACORE**” Innovación en **Nano Compuestos Reciclados** que es una continuación del proyecto Nanocompuestos realizado durante el año anterior.

Para esta ocasión la docente asesor que acompaña a los alumnos es la que suscribe:

Docente: Vanesa Freccia DNI: 40.642.857

2. PROPUESTA DIDÁCTICA :

2.1 General:

La propuesta didáctica consiste en promover en los alumnos las siguientes características:

- | | |
|---|---------------------------------------|
| ✓ Trabajo en equipo. | ✓ Resolución de problemas. |
| ✓ Valoración del conocimiento. | ✓ Búsqueda de antecedentes. |
| ✓ Elaboración de proyectos. | ✓ Criterio científico y técnico. |
| ✓ Aplicación de lo aprendido en la escuela. | ✓ Redacción de informes. |
| ✓ Uso de nuevas tecnologías: Nanotecnología e Impresión 3D. | ✓ Utilización de vocabulario técnico. |
| ✓ Capacidad investigativa. | ✓ Exposición oral. |

Para ello nos valemos de la elaboración de proyectos vinculados con la especialidad y de buen nivel científico – tecnológico.

2.2 Del Proyecto INNACORE:

- ✓ Trabajar en seguir mejorando de las propiedades mecánicas y físico – químicas de un polímero reforzado con Nanotubos de carbono, logrado en el proyecto Nanocompuestos del año 2016.
- ✓ Determinar más propiedades de nuestro material producido, mediante ensayos.
- ✓ Realizar en Impresora 3D piezas con este nuevo polímero.
- ✓ Motivar a los alumnos a investigar e interesarse por las nuevas tecnologías y vincularse con distintos centros de investigación de primer nivel.
- ✓ Difundir y divulgar la nanotecnología en escuelas técnicas, ya que estas nuevas tecnologías avanzan a gran escala en la industria a nivel nacional e internacional.
- ✓ Disminuir la contaminación ambiental que generan los plásticos desechados.
- ✓ Promover la concientización en la escuela acerca del reciclado de polímeros.

3. FORMACIÓN DEL GRUPO:

3.1 ALUMNOS:

Para conformar el grupo, los docentes asesores trabajamos con el curso de 6º 4º del ciclo superior mecánica, dado que esta división había presentado monografías en el año 2016 en el Concurso Nanotecnólogo por un día. Además estos alumnos ya habían participado en el proyecto el año pasado, motivo por el cual continuaron trabajando durante el ciclo lectivo 2017.

Alumnos:

- | | |
|--|----------------------------------|
| ○ Alberti, Federico (Referente) | ○ Jaraz, Facundo. |
| ○ Busca, Antual (Referente) | ○ Sanchez, Franco. |
| ○ Kowcz, Erik (Referente) | ○ Sotelo, Fernando. |
| ○ Czermernicki, Matías. | ○ Tolaba, Sebastián. |
| ○ Chapacú Tomás. | ○ Valdez, Agustín. |
| ○ González, Santiago. | ○ Vázquez Mallo, Leandro. |

3.2 Docente:

Los docentes Vanesa Freccia, Jonatan Gordillo y Martín Célico compartimos el dictado de clases en Oficina Técnica. Además, dictamos clases en aula de la unidad curricular Laboratorio de ensayos de Materiales y Prácticas Profesionalizantes, por ello fue posible realizar una gran parte de los ensayos con el equipamiento disponibles en nuestros laboratorios.

Otros docentes han colaborado también activamente en el proyecto.

- **Marcelo Fabbian** (Jefe de Sección de 5to y 6to año de taller)
- **Alejandro Bozzini** (Ayudante de Laboratorio de Físico-Química)
- **Nestor Gillaume** (Maestro de Enseñanza Práctica – Inyección de polímeros)
- **Iván Quastler** (Maestro de Enseñanza Práctica – Diseño por impresora 3D)
- **Eva Tessi** (Maestro de Enseñanza Práctica – Diseño por impresora 3D)
- **Víctor Daniel Palacios** (Jefe de Laboratorio de Ensayos Destructivos)
- **Walter Mazzarella** (Jefe general de Enseñanzas Prácticas)
- **Héctor Escola** (Docente ET N° 10)
- **Fabian Konias** (Docente ET N° 19)

4. DESARROLLO DEL PROYECTO:

4.1 IDEA:

El proyecto comenzó en el ciclo lectivo 2016 bajo el nombre Nanocompuestos. Dicho proyecto logró desarrollar un nuevo material compuesto por Polipropileno y Nanotubos de Carbono (NTC). Para el año en curso decidimos ampliar los ensayos a este material y comenzar a diseñar prototipos en impresora 3D dados los resultados positivos que se tuvieron el año pasado, en el cual se logró aumentar un 80% la resistencia a la tracción del polipropileno.

4.2 NOMBRE DEL PROYECTO:

Se eligió ponerle el nombre **INNACORE** (Innovación en **Nano** Compuestos **Reciclables**), porque se innova en la creación de nuevos polímeros compuestos con nanotecnología y que además utilizan una parte de material reciclado.

4.3 OBJETIVOS – CARTA GANTT:

Para poder llevar a cabo el proyecto programamos una línea de trabajo en función de nuestro equipamiento y el tiempo disponible.

CARTA GANTT - PROYECTO INNACORE

ACTIVIDADES	Febrero	Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Dic.																															
	Semana	Semana		Semana		Semana		Semana		Semana		Sem.																																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	44								
Mesas de exámenes																																																			
Planificación - Reunión con directivos																																																			
Reunión con 6º 4º																																																			
Evaluación proyecto Nanocompuestos 2016																																																			
Determinación de lineamientos																																																			
Reunión FAN - Visita Amira - Visita C3																																																			
Visita FAN																																																			
Preinscripción Feria Jurisdiccional																																																			
Preparación de dispositivos y probetas																																																			
Ensayos de compresión en LEI																																																			
Ensayos de dureza en LEM																																																			
Reunión para determinación de avances																																																			
Elección de alumnos expositores																																																			
Determinación de propiedades																																																			
Diseño e impresión 3D																																																			
Conclusiones																																																			
Redacción informe Feria Jurisdiccional																																																			
Receso Invernal																																																			
Acondicionamiento carpeta de campo																																																			
Selección de material a exponer																																																			
Feria de Ciencias Jurisdiccional																																																			
Debate y Análisis de logros y devoluciones																																																			
Nuevas premezcla y Visita a la FAN																																																			
Capacitación Escuelas Verdes (Premio)																																																			
Participación Nanomercosur 2017																																																			
Redefinición del nombre del Proyecto																																																			
Redacción informe Feria Nacional																																																			
Seminario brindado a ET N° 19 Volta																																																			
Presentación Informe y Reg. Ped.																																																			
Armado Salida didáctica Feria Nacional																																																			
Selección de material a exponer																																																			
Feria de ciencias Nacional																																																			
Evaluación Feria Nacional																																																			
Proyecciones a futuro																																																			

Dado que el tiempo de preparación del proyecto y del informe eran muy acotados, decidimos ampliar la investigación sobre nuestro material compuesto como objetivo central. Dicha investigación consistió en determinar el comportamiento frente a la compresión y la dureza de nuestro material compuesto con respecto al material virgen.

También se propusieron objetivos secundarios, que se completaron parcialmente al tiempo de preparación del presente informe. A continuación se detalla lo realizado semana a semana con los alumnos.

4.4 DESARROLLO:

Semana 1-2:

Dado que estas semanas se tomaron evaluaciones no hubo avances en el proyecto.

Semana 3-4:

Durante estas semanas se armaron las planificaciones correspondientes a Oficina Técnica y nos reunimos con los directivos a fin de evaluar los logros y devoluciones obtenidos en el proyecto Nanocompuestos 2016. Establecimos seguir trabajando con la misma división participante del año pasado, que en el año actual cursa 6° 4°.

Semana 5-6-7:

Nos reunimos con todos los alumnos de 6° 4° con el motivo, de comentarles cuáles eran los objetivos propuestos para esta nueva etapa del proyecto. Al igual que con los directivos evaluamos los logros y devoluciones obtenidos el año anterior.

Semana 8-9-10-11:

En base a los análisis realizados en las semanas anteriores establecimos diferentes líneas de trabajo sobre las cuáles podríamos seguir trabajando con el proyecto. Algunas de las ideas surgidas fueron: Continuar con la determinación de propiedades mecánicas del nuevo material compuesto, coordinar visitas a la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN), participar del programa “Nanotecnólogo por un día”, entre otras ideas.

Por otra parte, dentro de nuestro rol de docente, estuvimos coordinando con los directivos la entrega de un premio obtenido en la edición anterior de la feria, por parte del programa Eco Alumnos, que otorga la Embajada de Estados Unidos. El mismo consistía en la visita de una líder ambientalista llamada Amira Odeh, quien nos brindó una charla sobre un trabajo de concientización ambiental denominado “No más botellas”. La otra parte del premio era dinero para obtener equipamiento para seguir avanzando con el proyecto, por ello estuvimos averiguando en todo momento el depósito de esos fondos para poder así comprar una impresora 3D, para que los alumnos pudieran seguir avanzando en otras fases del proyecto.

Semana 12:

Realizamos la preinscripción del proyecto en la Feria Jurisdiccional y coordinamos una salida didáctica a la FAN. Comenzamos con la etapa de preparación de dispositivos y probetas.

Semana 13-14:

Se programó una etapa de preparación de los moldes, en la cual los alumnos tuvieron que torneear los mismos en la sección de tornería de nuestra escuela. Una vez preparado los moldes concurrimos a la sección de inyección de plásticos, para preparar las probetas de Polipropileno y Polipropileno + NTC. Dado que no pudimos inyectar el polímero compuesto en un molde, lo hicimos por deposición en los mismos, seguido de un prensado en la incluidora de nuestro laboratorio. Al finalizar el prensado, desmoldamos y obtuvimos las probetas.

Por otra parte realizamos una salida didáctica al Centro Cultural de la Ciencia, como parte del programa Nanotecnólogo por un día. En dicho encuentro los alumnos prepararon nano-partículas con la ayuda de científicos.

Semana 15-16:

Posteriormente a la obtención de las probetas, coordinamos con el Jefe de Laboratorios de Ensayos Destructivos para ir a realizar ensayos de compresión en la máquina universal de ensayos de nuestra escuela. Los estudiantes colaboraron con el Jefe de trabajos prácticos Víctor Palacios, en la realización del ensayo, registrando todos los valores necesarios para el informe.

Semana 17-18:

Al finalizar esta etapa, los alumnos concurren a nuestro laboratorio de materiales para realizar las mediciones de dureza correspondientes. Además tomaron fotografías de las mismas.

Semana 19-20:

Utilizamos estas semanas para determinar los avances realizados hasta ese momento y consensuar los alumnos expositores, en vista de que la fecha de inscripción definitiva se aproximaba, resultando referentes: - Alberti, Federico; Busca, Antual; Kowcz, Erik.

Además iniciamos la redacción del informe a medida que íbamos determinando las características del material con todos los ensayos realizados.

Por otra parte, luego de un continuo seguimiento de los fondos otorgados a nuestro proyecto, pudimos adquirir la impresora 3D, con los insumos necesarios para su utilización y comenzamos a aprender y realizar una serie de impresiones.

Semana 21-22:

Continuamos aprendiendo acerca del diseño e impresión de la máquina adquirida, con apoyo de los docentes Iván Quastler y Eva Tessi, encargados de la parte de diseño e impresión 3D.

Establecimos las conclusiones de todo lo realizado hasta ese momento y finalizamos la redacción del informe para presentarlo en la feria jurisdiccional.

Semana 23-24:

Receso Invernal.

Semana 25-26:

Acondicionamos la carpeta de campo, para una mejor comprensión del trabajo realizado.

Elegimos el material a exponer en el stand de la feria jurisdiccional.

Semana 27:

Participamos de la feria jurisdiccional realizada en el Espacio Dorrego de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, logrando:

- ✓ Primer puesto en la categoría "Técnico Profesional", nivel Secundario
- ✓ Primer premio de Escuelas Verdes.

Además un profesor de la Escuela Técnica N° 19 – "Volta", con especialidad en Electrónica, preguntó acerca de la posibilidad de que nuestros estudiantes brindaran una charla acerca de la nanotecnología para sus alumnos del ciclo básico.

Semana 28-29:

Debatimos acerca de las devoluciones realizadas en la feria jurisdiccional y acerca de las acciones a realizar hasta el desarrollo de la Feria Nacional.

Algunas de las acciones establecidas fueron: Realizar más hilados de material compuesto con otras proporciones, continuar el diseño de impresión 3D y utilizar nuestro material compuesto en la misma; y además coordinar una conferencia acerca de Nanotecnología para la escuela técnica N° 19.

Semana 30-31:

Los alumnos prepararon nuevas pre mezclas para la producción de hilados en la FAN.

Continuamos aprendiendo acerca del diseño e impresión de la máquina adquirida, con apoyo de los docentes Iván Quastler y Eva Tessi y estudiamos la factibilidad de producir piezas con el material compuesto con la impresora 3D. Los alumnos intentaron realizar un generador eólico con partes plásticas, con lo aprendido hasta el momento.

Semana 32:

Comenzamos con la capacitación del programa de Escuelas Verdes, la cual financia proyectos de tipo ambiental para realizarlos en la escuela, por lo que los estudiantes y los docentes concurrimos alternadamente a esta serie de charlas.

Algunos alumnos participaron del evento Nanomercosur 2017, ampliando sus conocimientos acerca de las aplicaciones posibles de la Nanotecnología.

Semana 33-34-35:

Comenzamos con la redacción del informe Final y redefinimos el nombre del proyecto, a fin de ser más específico con lo realizado durante el proyecto.

Coordinamos una visita didáctica a la escuela técnica N° 19 y los alumnos brindaron una conferencia acerca de la nanotecnología, siendo muy beneficiosa esta exposición para los estudiantes del ciclo básico de dicha escuela, que se mostraron muy sorprendidos con los alcances de esta nueva ciencia y también para nuestros alumnos disertantes que se mostraron muy contentos de poder difundir los conocimientos adquiridos a lo largo del proyecto.

Semana 36:

Establecemos el proyecto "RECICLANDO CON NANOPARTÍCULAS PARA LA ESCUELA", el cual es un proyecto elaborado en las capacitaciones de Escuelas Verdes.

Presentamos el informe y el registro pedagógico para la Feria Nacional de Ciencias.

Semana 37-38:

Presentaremos los papeles correspondientes a la salida didáctica para la Feria Nacional de Ciencias.

Semana 39:

Seleccionaremos el material a exponer y haremos gráficas para una mejor exposición en el stand. Volveremos a acondicionar la carpeta de campo.

Semana 40:

Participaremos de la Feria Nacional de Ciencias.

Semana 41:

Evaluaremos las devoluciones obtenidas en la Feria Nacional de Ciencias.

Semana 42-43:

Estableceremos proyecciones a futuro del proyecto.

5. EVALUACIÓN DEL PROYECTO Y PROYECCIONES A FUTURO

5.1 EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Consideramos que se cumplió el objetivo central y parte de los objetivos del proyecto: Logramos conocer más propiedades de nuestro material compuesto, logramos introducirnos de manera activa en el mundo de la nanotecnología, y además realizamos diferentes experiencias que les permitieron a los alumnos tener un criterio técnico-científico frente a la realización de proyectos.

Los alumnos tuvieron un contacto cercano con científicos y pudieron aplicar parte de lo aprendido a la realización del proyecto.

En cuanto a la experimentación los resultados fueron satisfactorios, ya que se lograron conocer más propiedades de este nuevo material.

5.2 PROYECCIONES A FUTURO:

- ✓ Sumar más ensayos de este nuevo compuesto, como ser: transmisión térmica - conductividad eléctrica – flexión –, etc.
- ✓ Replicar a otros polímeros termoplásticos reciclables para mejorar sus propiedades.
- ✓ Mejorar la dispersión de nanotubos de carbono mediante sonicación
- ✓ Realizar nuevas microscopías sem en el centro de investigación de la uba
- ✓ Trabajar en conjunto con empresas autopartistas para la fabricación de piezas.
- ✓ Diseñar y fabricar la máquina de choque para ensayos Charpy
- ✓ Experimentar y realizar ensayos de tracción en hilados con %0,3 y %0,7 de NTC.
- ✓ Fabricación de piezas de matricería.

6. DATOS Y NOTA TÉCNICA:

6.1 ALUMNOS PARTICIPANTES:

Alberti, Federico (Referente); Busca, Antual (Referente); Kowcz, Erik (Referente); Czermernicki, Matías; Chapacú Tomás; González, Santiago; Jaraz, Facundo; Sanchez, Franco; Sotelo, Fernando; Tolaba, Sebastián; Valdez, Agustín; Vázquez Mallo, Leandro.

6º 4º año mecánica.

6.2 DOCENTES:

Vanesa Freccia; Célico, Martín; Gordillo Jonatan.

6.3 MATERIAS AFINES:

Laboratorio de ensayos de materiales –Laboratorio de ensayos Industriales - Metalurgia – Física – Química – Proyecto- Dibujo Técnico.

6.4 NOTA DE LA FAN:

- Nota elaborada por Dr. Ing. Juan José Ortiz, encargado del laboratorio de Nanofab de la Fundación Argentina de Nanotecnología.



San Martín, 4 de Octubre de 2017

De mi mayor consideración:

A través de la presenta certifico que los alumnos Erick Hernan Kowck, Antuál Ariel Busca Canosa, Federico Ezequiel Alberti y los docentes Martín Celico, Vanesa Yanina Freccia y Jonatan Gordillo del Laboratorio de ensayos Metalúrgicos y END pertenecientes a la Escuela Técnica N° 32 General San Martín realizaron el proyecto "Nano compuestos: Pellets concentrados de PP + NTC para carga en inyectora" en el laboratorio "NanoFab" de la Fundación Argentina de Nanotecnología.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Juan José Ortiz", is written over the typed name and title.

Dr. Ing. Juan José Ortiz
Responsable NanoFab
Fundación Argentina de Nanotecnología