



INGENIERIA AUTOMOTRIZ

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

TEMA: Estudio de torque y potencia del motor corsa 1.4 cc utilizando colector de admisión plástico y de aluminio.

Jonathan Marcelo Yépez Cevallos

Germán Fernando López Borja

Director: Ing. Miguel Granja

Quito, octubre 2018

CERTIFICADO

Por medio del presente certificado damos a conocer que el artículo presentado es de la autoría de Jonathan Marcelo Yépez Cevallos y Germán Fernando López Borja, nosotros declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra propiedad intelectual; éste documento no ha sido presentado anteriormente en ningún grado o certificado profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Jonathan Marcelo Yépez Cevallos

1715560742

Germán Fernando López Borja

1718164005

Yo, Ing. Miguel Granja certifico que conozco a los autores de la presente investigación, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y de su autenticidad, como de su contenido.

Ing. Miguel Granja

DIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis padres por ser un apoyo durante toda mi vida por haberme guiado siempre, por haberme educado con buenos valores por ser un ejemplo de profesionalismo y permitirme haber concluido una etapa muy importante para mi vida profesional por haberme guiado siempre hacia el éxito.

También agradezco a mis profesores por haberme guiado de la manera más correcta posible para que este logro tenga frutos y que tenga una vida profesional llena de éxitos y oportunidades.

Jonathan Marcelo Yépez Cevallos

Agradezco a mis padres que con su esfuerzo y bondad me han apoyado en forjar mi vida como un gran profesional, me han guiado por el camino del éxito y me han enseñado a no caer ni rendirme ante nada.

A mis hermanos y a toda mi familia por haberme brindado siempre su apoyo y han sido un ejemplo a seguir.

Germán Fernando López Borja

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a mis padres a mis hermanos y amigos que siempre estuvieron apoyándome estuvieron pendientes de mí a todo momento creyendo en mí, motivándome con buenos consejos para que me sean muy útiles en mi vida como profesional sino también como persona.

Jonathan Marcelo Yépez Cevallos

Dedico con mucho cariño a mis padres Germán López y Nancy Borja que con esfuerzo y dedicación, supieron guiarme y apoyarme en esta etapa de vida y así culminar mis estudios profesionales, gracias a su incondicional apoyo e concluido mi carrera profesional.

A mis hermanos y familia con su ejemplo y dedicación fueron un pilar fundamental en este camino al éxito.

Germán Fernando López Borja

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

**ESTUDIO DE TORQUE Y POTENCIA DEL MOTOR CORSA 1.4 CC
UTILIZANDO MATERIALES TERMOPLASTICOS EN EL COLECTOR DE
ADMISIÓN.**

Jonathan Marcelo Yépez Cevallos

Estudiante egresado de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

UIDE, Quito, Ecuador

Email: jonathan_s_666@hotmail.com

Germán Fernando López Borja

Estudiante egresado de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

UIDE, Quito, Ecuador

Email: pibollopez@hotmail.com

RESUMEN

El presente estudio tiene como finalidad determinar el torque y potencia de un motor Chevrolet corsa 1.4 cc, utilizando el colector original el cual es fabricado en aluminio y un colector plástico en materiales termoplásticos, el cual permita tener una diferente superficie de entrada de fluido, la cual pueda variar el flujo en laminar y turbulento y darnos una variación de vibraciones, que se encuentre reflejadas en el torque y potencia del vehículo.

Se implementa cada uno de los múltiples y se realizaron las pruebas de torque, potencia bajo las mismas condiciones para cada tipo de colector de admisión, se presentan los diagramas de torque y potencia, se tabulan los datos obtenidos para generar un registro de las variaciones de los parámetros característicos del motor SOHC en función de los dos diferentes materiales y se determina que material ayuda a mejorar las características del motor.

Palabras Clave: Torque, Potencia,
Dinamómetro

ABSTRACT:

The purpose of this study is to determine the torque and power of a 1.4 cc Chevrolet Corsa engine, using the original collector which is manufactured in aluminum and a plastic collector in thermoplastic materials, which allows having a different fluid inlet surface, the which can vary the laminar and turbulent flow and give us a variation of vibrations, which is reflected in the torque and power of the vehicle.

Each one of the manifolds was implemented and the torque tests were performed, power under the same conditions for each type of intake manifold, the torque and power diagrams are presented, the data obtained is tabulated to generate a record of the variations of The characteristic parameters of the SOHC engine depend on the three different materials and it is determined which material helps to improve the characteristics of the engine.

Key words: Torque, Power, Dynamometer

1. INTRODUCCIÓN

Existen varios materiales termoplásticos los cuales muestran mejores características de funcionamiento y teóricamente presentan mejoras en el funcionamiento de los vehículos.

Las piezas automotrices generan una dependencia excesiva de los materiales tradicionales metálicos para la fabricación en piezas automotrices, el presente estudio permitirá establecer si es posible utilizar repuestos alternos fabricados con materiales termoplásticos.

El avance de la tecnología y la falta de equipos para la construcción de autopartes direccionan a nuevas investigaciones que permitan variar el mercado automotor, incentivando a la línea de investigación en el Ecuador.

Los múltiples metálicos que se encuentran en el mercado automotriz presentan una mayor resistencia al flujo de aire, haciendo que el desempeño del motor se vea afectado al no tener un llenado eficiente en la cámara de combustión.

El desconocimiento de nuevas técnicas de fabricación de autopartes hace que en el Ecuador se importen los repuestos de diferentes países. Al investigar sobre materiales alternos y su fabricación se apoya al cambio de la matriz productiva y conlleva a generar nuevas fuentes de investigación, la investigación se origina por la necesidad de los

propietarios de vehículos por tener una alternativa diferente para adquirir un componente de un motor de combustión interna, como es el caso del colector de admisión.

En la actualidad se dispone de la tecnología que permite fabricar componentes de un vehículo en materiales termoplásticos y se puede determinar si los nuevos materiales en un vehículo de combustión interna mantienen o mejoran las características mecánicas del motor, bajo las condiciones de funcionamiento normal.

Las características inherentes de los termoplásticos han sido las principales cualidades para su uso en vehículos, estos incluyen peso ligero, menores costos para grandes volúmenes y la posibilidad de ser fabricado como un componente complejo único.

Los múltiples de admisión son diseñados para reducir en lo posible el rozamiento del aire, para asegurar un flujo con un mínimo de turbulencias para evitar pérdidas y condensaciones, al utilizar termoplásticos se reduce la rugosidad, ya que su superficie es lisa, por lo tanto, la turbulencia y condensación será menor que al utilizar un material metálico como el aluminio que tiene un coeficiente de rugosidad de 0.40.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Torque o par motor. - La fuerza de la explosión producida en un motor durante el proceso de combustión enviará rápidamente el pistón hacia su PMI. Esto generará el movimiento rotacional del cigüeñal por la acción de la biela. Esta fuerza rotacional se llama par motor. [1]

Se debe considerar que, a mayor poder explosivo dentro del cilindro, mayor será el resultado del par motor, y mayor la fuerza generada por él. Cuando el cigüeñal gira, realiza ese giro en un determinado lapso. [1]

Si el par motor es el resultado de la fuerza que ejerce la explosión de la mezcla sobre el giro del cigüeñal, la potencia es el resultado de dicho par motor realizado en un determinado lapso. [1]

$$\text{Par} = F \cdot d \quad (1)$$

F= Fuerza. [N]

d= Distancia. [m]

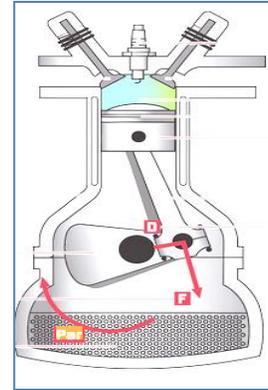


Figura 1. Representación par motor

Fuente: Motos: motores de 2 y 4 tiempos, Fox Andina.

En los motores de combustión, la curva de par empieza siendo ascendente hasta llegar a las revoluciones donde el motor rinde el par máximo, que es el punto de diseño óptimo. A partir de ese momento, el par comienza a disminuir progresivamente. [2]

En la figura 2 se representa en el eje horizontal las revoluciones por minuto (r. p. m.) del régimen giro (n) del motor y en el eje vertical el par (T) que proporciona durante todo su rango de funcionamiento. En los motores de combustión, la curva de par empieza siendo ascendente hasta llegar a las revoluciones donde el motor rinde el par máximo (T1), que es el punto de diseño óptimo. A partir de ese momento, el par comienza a disminuir progresivamente. [3]

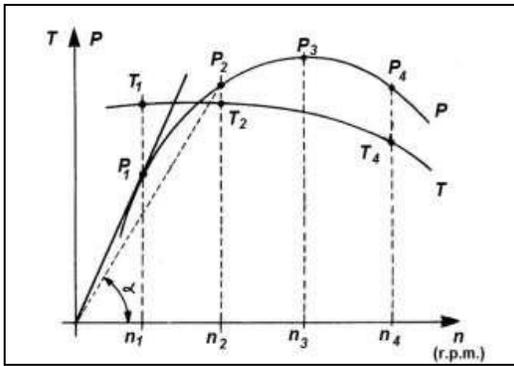


Figura 2. Curva del par motor y potencia

Fuente: Rodríguez, Hermenegildo. Ingemecánica.

2.2. Potencia del motor

2.2.1. Potencia efectiva del motor. - Es la potencia que se tiene en las ruedas, y es menor al valor de la potencia indicada debido a las pérdidas que tienen lugar hasta la salida al eje de tracción. Se la puede obtener midiendo con máquinas frenantes apropiadas o matemáticamente. [4]

$$N_e = (2 \cdot p_{me} \cdot V_h \cdot n \cdot i) / (10^3 \cdot \tau) \quad (2)$$

N_e = potencia efectiva del motor (KW)

p_{me} = presión media efectiva (Pa)

V_h = volumen del cilindro (m^3)

n = frecuencia de rotación del motor (r.p.s)

i = número de cilindros

τ = número de tiempos del motor

2.2.2. Potencia indicada. - La potencia es el trabajo o la energía desarrollada en la unidad de tiempo. En el caso de un motor, la potencia se desarrolla durante el desplazamiento del vehículo y a diferentes estados de carga a una cierta velocidad. [5]

$$P = T/t \quad (3)$$

P = Potencia. [Watt]

T = Trabajo. [Joule]

t = Tiempo. [s]

En la figura 3, la potencia que puede ofrecer un motor de combustión interna aumenta conforme sube de régimen de giro, hasta un máximo que se alcanza cuando gira a n (r. p. m.). En estas condiciones, aunque se acelere más la velocidad del motor, este no es capaz de entregar más potencia dado que la curva entra en su tramo descendente. El límite máximo de revoluciones a la que puede girar el motor lo marca n_{max} , establecido por las propias limitaciones de los elementos mecánicos que lo constituyen. [3]

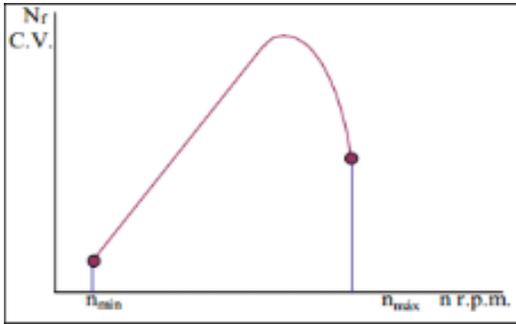


Figura 3. Curva de potencia

Fuente: Rodríguez, Hermenegildo. Ingemecánica.

3 MÉTODOS

2.1. Dinamómetro. - El banco dinamométrico tiene la propiedad de generarle al motor del vehículo una resistencia a la tracción del mismo mediante un freno que contrarresta el par motor en forma dinámica y permite absorber la potencia y transformarla en calor por ejemplo para un freno hidráulico. El calor resultante se transfiere el agua y permite que las pruebas sean de una duración suficiente.

La medición se realiza con una celda de carga adosada al estator del freno y el cálculo de potencia se completa con las RPM que se leen del eje del freno. [6]

3.1.1. Características del dinamómetro de rodillos motoroll

CARACTERÍSTICAS	
VELOCIDAD MÁXIMA (KM/H)	300
POTENCIA EN LA RUEDA (KW)	400
PAR TEÓRICO EN LA RUEDA (KGM)	-
FUERZA DE TRACCIÓN (KN)	-
REVOLUCIONES MÁXIMAS (RPM)	5000
CAPACIDAD POR EJE (KG)	2500
DIMENSIONES DE LA RUEDA (PULGADAS)	13-23
GESTIÓN Y DATOS	
MEDIDA DE LAS REVOLUCIONES DEL RODILLO (RPM)	6.000 (CODIFICADOR)
MEDIDA DE FUERZA (N)	-
GESTIÓN DEL FRENO (VCC)	-
TEMPERATURA DEL GAS DE ESCAPE (K)	1000
TEMPERATURA DEL ACEITE DEL MOTOR (°C) / H2O (°C)	0 - 150
SONDA DE PRESIÓN TURBO (BAR)	-1,00 + 3,00
SONDA LAMBDA (AFR-A-CUSTOM)	✓

Tabla 1. Características del dinamómetro de rodillos Dyno race

Fuente: www.motoroll.com

3.2. Software del dinamómetro. - Toda la información obtenida desde el módulo de adquisición de datos se despliega en un software que funciona bajo Windows. Se los puede visualizar en tiempo real o como un informe con valores instantáneos, máximos, promedios, así como las curvas de potencia y torque del motor. Estos valores puedes compararlos para medir las diferencias ante cualquier cambio o alteración que se haya hecho al motor.

3.3. Múltiple de plástico - Es un copolímero perteneciente a la familia de los Polímeros de Estireno y debe su nombre a los tres

monómeros utilizados para su fabricación. Acrilonitrilo, Butadieno y Estireno. [7]

Al combinar tres monómeros, cada uno de ellos confiere sus propiedades sin afectar las otras:

Acrilonitrilo: Imparte resistencia química, estabilidad térmica, dureza superficial y resistencia al envejecimiento. [7]

Butadieno: Proporciona resistencia al impacto, tenacidad y retención de propiedades a bajas temperaturas.

Estireno: Contribuye con brillo, rigidez y facilidad de procesamiento.



Figura 4. Múltiple de material plástico

Fuente: www.elgenuinorepuestos.com.

3.4. Pruebas de torque y potencia. - Antes de realizar las respectivas pruebas estándar y con los diferentes múltiples termoplásticos, se realizó el mantenimiento del motor, el cual consta de cambio de filtro de aire, cambio de

filtro de combustible, reemplazo de bujías y cables de bujías, limpieza de inyectores.

Una vez calibrado el software del dinamómetro y tomando las respectivas consideraciones de seguridad y ubicación del vehículo, se procede a encender el ventilador y el motor para que llegue a su temperatura normal de funcionamiento.

Se procede a acelerar el vehículo hasta que llegue a la cuarta velocidad que es donde tiene una relación más cercana a 1:1 y se acelera a fondo, el software se auto inicia de acuerdo a la calibración que se puso anteriormente y corta la prueba al llegar a 5500 rpm obteniendo la siguiente curva.

3.4.1. Curva del torque y potencia con el colector de admisión estándar.



Figura 5. Torque y potencia con el múltiple estándar.

Fuente: Software dinamómetro motoroll.

Tabla 2: Datos obtenidos prueba estándar

Aceleración	100 %
Combustible	Gasolina extra
Marcha de la prueba	Cuarta velocidad
Tiempo de aceleración	20,82 seg.
Potencia del motor	79,6 hp
Revoluciones de corte	5501 rpm
Torque máximo	11,99 Kgm
Potencia efectiva medida	69,2 hp

Fuente: Dinamómetro motoroll.

3.4.2. Curva del torque y potencia con el colector de admisión de plástico.

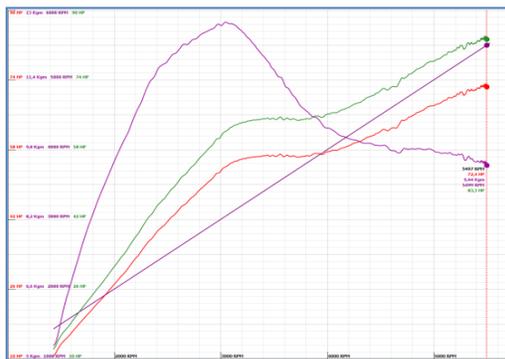


Figura 6. Torque y potencia con el múltiple plástico.

Fuente: Software dinamómetro motoroll.

Tabla 3. Datos obtenidos prueba con ABS

Aceleración	100 %
Combustible	Gasolina extra
Marcha de la prueba	Cuarta velocidad
Tiempo de aceleración	25,68 seg.
Potencia del motor	84,1 hp
Revoluciones de corte	5494 rpm
Torque máximo	12,73 Kgm
Potencia efectiva medida	73,1 hp

Fuente: Dinamómetro motoroll.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Potencia



Figura 7. Comparación de potencia estándar vs plástico.

Fuente: Software dinamómetro motoroll.

Donde el color rojo representa la curva del múltiple de material plástico y el color negro el colector estándar.

Tabla 4. Potencia obtenida de los diferentes múltiples.

Múltiple de admisión	Tiempo de prueba	RPM del motor	Potencia del motor
Estándar	20,82 seg	5501	79,6 hp
Plástico	25,68 seg	5494	84,1 hp

Fuente: Dinamómetro motoroll.

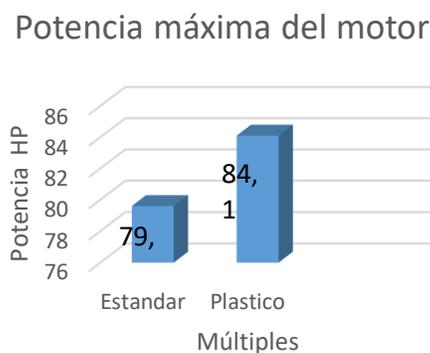


Figura 8. Comparación de las potencias del motor.

Fuente: Elaboración propia.

La potencia del motor con los múltiples de material plástico tuvo un incremento de 4,5 hp para el plástico lo que representa un 5,65 % y de 3,8 hp con el estándar, por motivo de que los materiales no transfieren el calor y el aire a la salida del múltiple se encuentra más frío y

tiene una mayor densidad, haciendo que entre una cantidad mayor de aire al motor y tenga un mejor llenado. [7]

También los múltiples de material plástico presentan superficies más lisas que el de aluminio, haciendo que cuando se acelere a fondo el aire que entra al motor encuentre menos resistencia, por lo que su llenado es más eficiente.

4.2. Torque

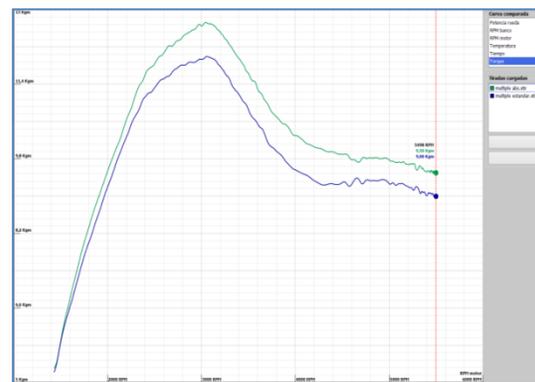


Figura 9. Comparación de torque estándar.

Fuente: Software dinamómetro motoroll.

Donde el color verde representa la curva del múltiple del material plástico y el color azul el colector estándar. [8]

proporcional a la potencia, se justifica que a mayor potencia, mayor será el torque. [9]

Tabla 5. Torque obtenido de los diferentes múltiples.

Múltiple de admisión	Tiempo de prueba	RPM del motor	Torque del motor
Estándar	20,82 seg	5501	117,58 Nm
Plástico	25,68 seg	5494	124,84 Nm

Fuente: dinamómetro motoroll

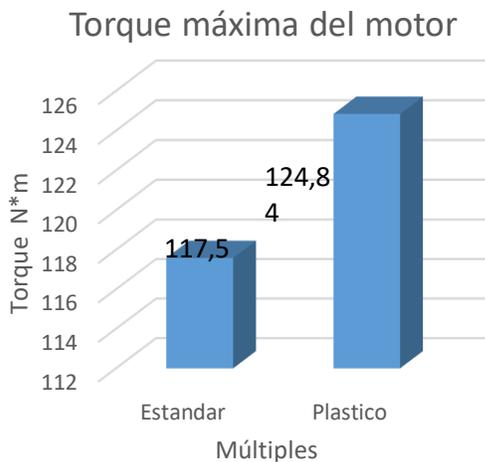


Figura 10. Comparación de los torques del motor.

Fuente: Elaboración propia.

El torque del motor con los múltiples de material plástico tuvo un aumento de 7,26 Nm para el de plástico lo que representa un 6,17 % y de 5,4 Nm en relación con el estándar, recordando que el torque es directamente

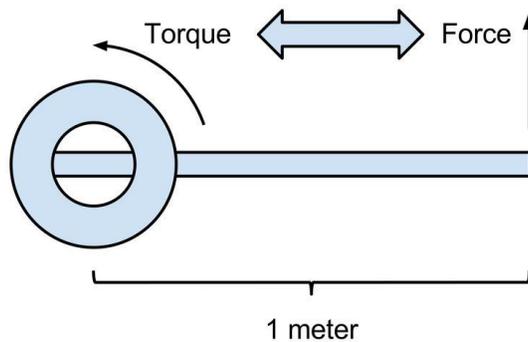
REFERENCIAS

- [1]. Pesis, Hernán. (2015). Motos: motores de 2 y 4 tiempos, Fox Andina. (pág. 73). Buenos Aires.
- [2]. Heywood, J. (1998). Internal combustion engine fundamentals, McGraw-Hill. New York.
- [3]. Rodríguez, Hermenegildo. Ingemecánica. (30 de Mayo de 2017). Obtenido de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn63.html>
- [4]. Mena, Luis. (2011). Compilador de ejercicios de motores de combustión interna Diesel-Gasolina. Nueva Aurora. (págs. 48). Ecuador, Quito.
- [5]. Sánchez, Mariano. (2012). Mantenimiento de motores térmicos de dos y cuatro tiempos. Innova. Málaga.
- [6]. Motorroll, Argentina. (18 de Julio de 2015). Motorroll. Obtenido de <http://www.motorroll.com/>
- [7]. Hoechst. (1997). Enciclopedia del plástico. Impi (pág. 155). México.
- [8]. Castro. dima3d. (17 de Febrero de 2015). Obtenido de <http://www.dima3d.com/pla-material-interes-y-consejos-de-impression-3/>
- [9]. PET. Tecnología de los Plásticos. Fabricación de Piezas Automotrices con el Mejor Termoplástico. (30 de Mayo de 2011). Obtenido de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/pet.html>
- [10]. Accudyno. (08 de Enero de 2017). Accudyno PRO. Obtenido de <http://www.accudyno.com/accudyno-pro/>

REFERENCIA 1 (Pesis, Hernán. (2015). *Motos: motores de 2 y 4 tiempos*, Fox Andina. (pág. 73). Buenos Aires.))

TORQUE O PAR MOTOR

El par motor, también conocido como torque, es una magnitud física que mide el momento de fuerza que se ha de aplicar a un eje que gira sobre sí mismo a una determinada velocidad. Aplicado al mundo de la automoción y explicado de una forma que todos podamos entender se puede definir como la fuerza necesaria para que el cigüeñal del motor gire y, por ende, sea capaz de transmitir dicho movimiento al resto de elementos mecánicos necesarios para desplazar al vehículo.



Y aquí es donde observamos la primera diferencia entre la realidad y la costumbre; cuando nos referimos al par motor para expresar la capacidad de aceleración que tiene un vehículo realmente no estamos definiendo lo que es en sí el par motor, tan sólo estamos describiendo una de sus aplicaciones. Esto es así porque el par de un motor mide la potencia necesaria para que el motor gire a un número determinado de vueltas pero no tiene en cuenta la potencia suplementaria que se ha de aplicar para modificar la velocidad angular del eje o cigüeñal.

UN POCO DE FÍSICA

Para explicar lo que es el par motor huyendo de principios físicos os explicaré la función del cigüeñal y de las fuerzas que sobre él actúan.

Un motor de combustión genera energía en los cilindros. Dentro de estas cámaras se produce la explosión de la mezcla del combustible-aire y es la energía liberada por esta explosión la que genera un movimiento lineal al empujar el pistón en sentido contrario al de la culata del motor. Los pistones de los distintos cilindros van unidos al cigüeñal por las bielas y es justo en la unión de éstas con el cigüeñal donde se transforma el movimiento lineal en movimiento rotacional.



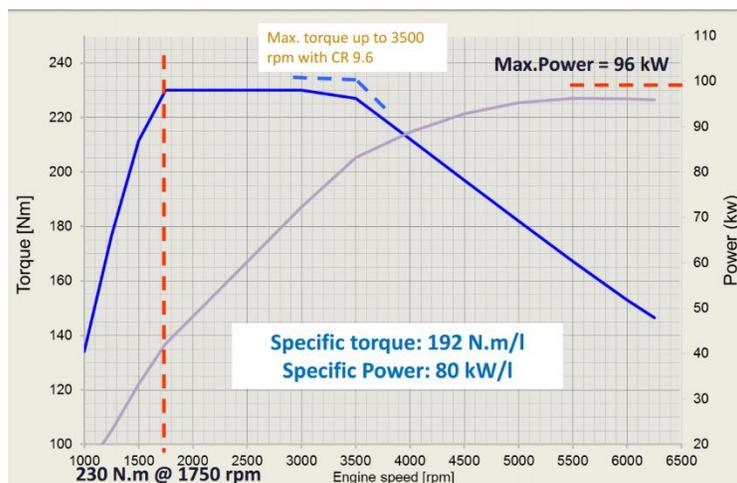
Cabe nombrar en este punto la excepcional construcción de los motores rotativos, en los que las cámaras circulares de los “cilindros” rodean directamente a un eje central que gira sobre sí mismo movido por las explosiones producidas en las cámaras, por lo que en este caso se genera directamente el movimiento rotacional. En cualquier caso, los principios físicos que actúan en lo que se refiere al par motor son los mismos.

REFERENCIA 2. Heywood, J. (1998). Internal combustion engine fundamentals, McGraw-Hill. New York.

PAR MOTOR

El par motor es básicamente una fuerza. Si concretamos un poco, lo podemos definir como la fuerza vertical que ejercen los pistones tras la fase de combustión, la cual va a través del mecanismo biela-manivela hacia el cigüeñal y de ahí al volante de inercia.

El par motor producido por un motor depende principalmente de su construcción (Cilindrada, materiales usados, forma de los colectores, relación de compresión y una infinidad de parámetros más) y del combustible utilizado.



De acuerdo a esta imagen de ejemplo, la entrega de par motor (Curva azul) no es lineal y depende principalmente de las revoluciones por minuto a las que funcione el motor. Normalmente la curva de par acostumbra a tener una forma de "Parábola inversa" o "U" invertida y dependiendo del motor esta forma es más acentuada o menos o dispone de una "zona plana" mayor o menor en su punto más alto.

De toda esta explicación, solo hay que tener una cosa clara. La entrega de par decrece hacia el final del límite de RPM de la misma forma que crece al inicio. Las curvas pueden tener muchas variantes en lo que respecta a su forma (Unas más "suaves", otras con más picos etc...) pero prácticamente todas cumplen esto que acabo de decir.

REVOLUCIONES POR MINUTO

Este dato es más fácil de entender ya que al fin y al cabo nos lo muestra el tacómetro del panel de instrumentos.

Las revoluciones por minuto miden la velocidad a la que gira el cigüeñal tal que $(\text{Vueltas del cigüeñal}/2) = \text{RPM}$ en el caso de los motores de cuatro tiempos.

Poco más puedo decir de las RPM. Quizás como curiosidad puedo añadir que el rango de velocidad en el que un motor puede girar sin romperse depende de su construcción y del combustible usado (Hablando de coches de calle, por supuesto).

Por ejemplo, los motores diésel acostumbran a tener, como mucho, unas 5000 rpm como tope ya que el gasoil tiene un mayor poder calorífico que la gasolina y por lo tanto mayor par. Los motores de gasolina rondan las 7000-8000 rpm y algunos motores de gasolina deportivos (Por ejemplo, los V-TEC de Honda) pueden alcanzar rangos de más de 10.000 RPM.

REFERENCIA 3 Rodríguez, Hermenegildo. Ingemecánica. (30 de Mayo de 2017). Obtenido de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn63.html>

CURVA DE PAR

Intuitivamente se entiende que la fuerza (F) que produce el par motor es una fuerza variable, que en el caso de un motor de 4T es máximo en el momento que se produce la combustión de la mezcla y su posterior expansión en el cilindro, siendo negativa, esto es, no genera par motor en las demás fases (expulsión de gases, aspiración o llenado y compresión de la mezcla).

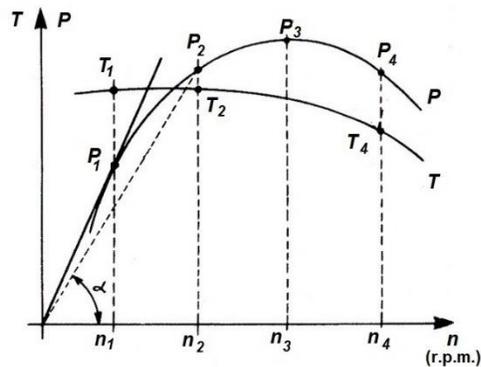
Y dentro de la fase donde se genera par motor (es decir, en la fase de combustión), el rendimiento del motor no es el mismo dependiendo del régimen de giro, y por ende el valor de la fuerza (F) de empuje que se genera.

Así, a bajas revoluciones la combustión de la mezcla no resulta óptima debido a la escasa inercia que poseen los gases, que provoca que el llenado del cilindro no sea el óptimo, al igual que su vaciado.

Y por otro lado, si el motor funciona a un elevado régimen, tampoco el llenado de los cilindros es completo, y ello es debido al escaso tiempo que dispone el gas para ocupar todo el recinto.

En consecuencia, la curva de par (T), que debería ser una recta horizontal, se convierte en una curva, con un tramo central casi recto que proporciona el máximo par, y las zonas extremas donde el par motor decrece según lo comentado anteriormente.

A continuación, se adjunta una gráfica con la curva par motor-potencia frente a las revoluciones de giro del motor, que puede responder a un caso general de vehículo:



Efectivamente, en la gráfica anterior se puede comprobar cómo es, de forma genérica, la curva de par motor (T), además de la de potencia, pero ésta se estudiará más adelante. En ella se representa en el eje horizontal las revoluciones por minuto (*r.p.m.*) de régimen giro (n) del motor y en el eje vertical el par (T) que proporciona durante todo su rango de funcionamiento.

En los motores de combustión, la curva de par empieza siendo ascendente hasta llegar a las revoluciones donde el motor rinde el par máximo (T_1), que es el punto de diseño óptimo. A partir de ese momento, el par comienza a disminuir progresivamente.

Esto es así, porque a partir del punto óptimo de revoluciones del motor empiezan a aparecer dificultades, como ya se han comentado anteriormente algunas, y que están relacionadas fundamentalmente con los siguientes factores:

- Una inadecuada evacuación de gases quemados conforme aumenta las revoluciones del motor, según se ha visto;
- Insuficiente llenado de aire en cada ciclo;
- La combustión empieza a no ser óptima;
- La fracción de tiempo para cada combustión se reduce;

- La mezcla de aire-combustible no se acaba de completar;

- El avance a la inyección no es suficiente.

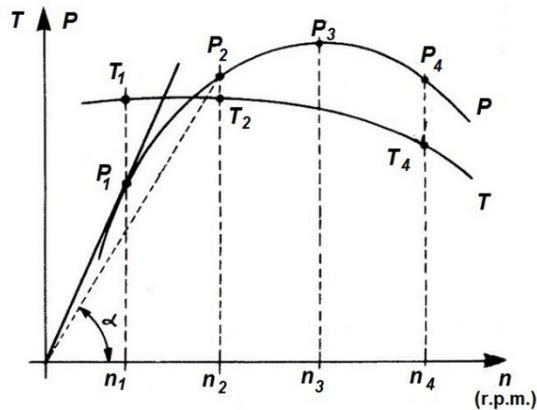
En consecuencia, aunque quememos más combustible acelerando el motor y consiguiendo que la potencia todavía aumente, el par descende. De ahí que los consumos específicos óptimos estén en valores próximos a la zona de par máximo, aumentando el consumo del motor conforme se aleja de este rango.

Una curva con una gran zona plana en el centro (como la que presentan la gran mayoría de motores diésel), define un motor muy elástico, es decir, con poca necesidad de cambiar de marchas para adaptarse a los cambios de conducción. Ello es así, porque un motor elástico, que dispone del par elevado en un amplio rango de revoluciones, permite acelerar con fuerza, incluso en marchas largas, sin tener que hacer uso del cambio de marchas. Gracias e ello, con un motor más elástico es posible circular empleando marchas más largas, revolucionando menos el motor y por tanto, mejorando el consumo.

En efecto, en el caso de los motores diésel la curva de par es prácticamente horizontal para un amplio rango de revoluciones del motor, incluso en niveles próximos al ralentí del motor. Esto garantiza un buen par motor incluso a bajas revoluciones, lo cual resulta muy útil en situaciones difíciles, como pueda ser reanudar la marcha con el vehículo parado en una pendiente.

CURVA DE POTENCIA

En la siguiente gráfica se representa de nuevo la curva conjunta de potencia (P) y par motor (T), en función de la velocidad de giro (n) en r.p.m. para un motor tipo.



Como se puede observar de la anterior figura, la potencia que puede ofrecer un motor de combustión interna tipo aumenta conforme sube de régimen de giro, hasta un máximo (representado por P_3) que se alcanza cuando gira a n_3 (r.p.m.).

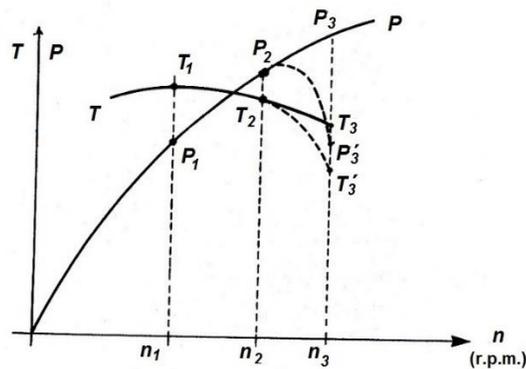
En estas condiciones, aunque se acelere más la velocidad del motor, éste no es capaz de entregar más potencia dado que la curva entra en su tramo descendente. El límite máximo de revoluciones a la que puede girar el motor lo marca n_4 , establecido por las propias limitaciones de los elementos mecánicos que lo constituyen.

Lo primero que se puede comprobar es que la máxima potencia no corresponde con el régimen del máximo par motor (punto de revoluciones n_1). En la mayoría de los casos, el punto de par máximo se encuentra en torno al 70% del régimen nominal, es decir, de aquel al que se produce la máxima potencia.

Esto es así porque según se vio en el apartado 2.1 anterior, la potencia es el producto del par motor por el número de vueltas, y aunque se alcance el punto donde se comienza ligeramente a disminuir el par que ofrece el motor, este efecto se compensa por el aumento, que proporcionalmente es mayor, del régimen de giro del motor, y por ello su producto, que proporciona la potencia, sigue aumentando.

En otro orden de cosas, el rango de velocidades que produce un funcionamiento estable del motor, según la gráfica de la figura 3 anterior, sería el comprendido entre el régimen de velocidades n_1 y n_2 , valores que por otro lado no se corresponde con el punto de máxima potencia. En efecto, si el motor se encuentra funcionando a un régimen de velocidades entre n_1 y n_2 , cualquier situación cambiante que se produzca durante la conducción y que suponga un aumento del par resistente, por ejemplo al subir una carretera en pendiente, el motor se adapta automáticamente disminuyendo su régimen de giro porque esto supone que aumentará el par motor. Y análogamente, si de nuevo baja el momento resistente, por ejemplo al volver a un tramo sin pendiente en la carretera, las necesidades del par motor son menores que se consigue automáticamente aumentando la velocidad del motor.

En los motores diésel la curva de par es prácticamente horizontal para un amplio rango de revoluciones del motor, como ya se vio en el apartado anterior, mientras que la curva de potencia se aproxima a una recta que pasa por el origen, como se comprueba en la figura 4 adjunta.



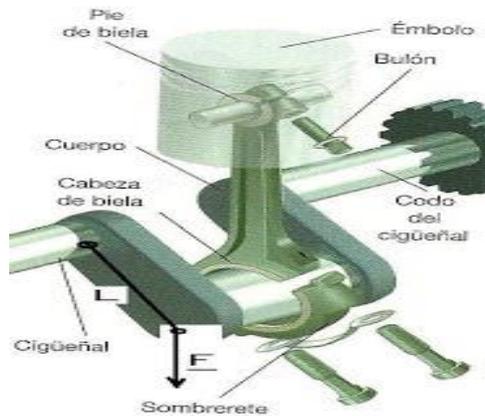
REFERENCIA 4 Mena, Luis. (2011). Compilador de ejercicios de motores de combustión interna Diesel-Gasolina. Nueva Aurora. (págs. 48). Ecuador, Quito.

POTENCIA EFECTIVA DEL MOTOR

La fuerza de la explosión aplicada a la biela y transmitida por ésta al codo del cigüeñal para hacerle girar, produce un esfuerzo de rotación que se conoce con el nombre de "par motor". Así pues, el par motor es un esfuerzo de giro.

El cigüeñal de un motor gira debido a la fuerza E aplicada al pistón (Fig. 2.3) en el tiempo de explosión, la cual es transferida al cigüeñal por medio de la biela (esfuerzo F).

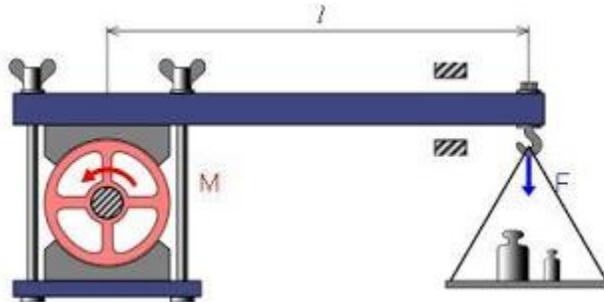
Para la velocidad de rotación del motor a la cual la presión en el cilindro es máxima, se obtiene el mayor esfuerzo de giro en el cigüeñal, que es producto de la fuerza F , por la longitud L de la muñequilla.



Debido a diferentes causas, el mayor valor de la presión en el cilindro no se da en el máximo régimen de giro del motor, sino a una velocidad mucho más reducida, en la que el llenado del cilindro es mejor y se obtienen explosiones más fuertes, por lo cual el par motor máximo no se obtiene al régimen más alto, sino a una velocidad mucho menor.

El par motor, multiplicado por el régimen de giro, da la potencia del motor.

Así pues, mientras que el par motor será menor que el máximo a las más elevadas revoluciones del motor, el factor de velocidad se traducirá en potencia, que será máxima o cercana a ella a las más elevadas revoluciones del motor.



Uno de los primeros dispositivos empleados fue el "freno de Prony", actualmente en desuso por haber sido superado por otros más sofisticados; no obstante, para aclarar el concepto aplicado a la determinación de la potencia efectiva, recurriremos al freno Prony, constituido por un gran tambor de radio r , solidario al eje del motor, que es abrazado por las zapatas regulables del freno. Forma parte de ellas el brazo de longitud l , de cuyo extremo libre pende un peso F .

Cuando el eje motor gira arrastrando al tambor, el rozamiento de este contra las zapatas del freno genera un momento que tiende a hacer girar el brazo, el cual es mantenido en equilibrio por el peso F que pende del extremo libre.

Cuando se consigue el equilibrio del sistema, puede decirse que el trabajo absorbido por la fuerza tangencial de rozamiento o de freno en cada revolución del eje motor es:

$$W = 2 \cdot \pi \cdot l \cdot F.$$

Este es el trabajo efectivo desarrollado por el motor, en el que están incluidas las pérdidas por rendimiento mecánico debidas a rozamientos internos, y el trabajo absorbido por los órganos auxiliares, como las bombas de agua y aceite, el generador, etc.

El trabajo útil (W_u) desarrollado por un motor es el producto del trabajo indicado (W_i) por el rendimiento mecánico (h_m).

$$W_u = W_i * h_m$$

Expresando n en revoluciones por minuto, F en Kg y l en metros, la potencia efectiva en CV viene dada por la expresión:

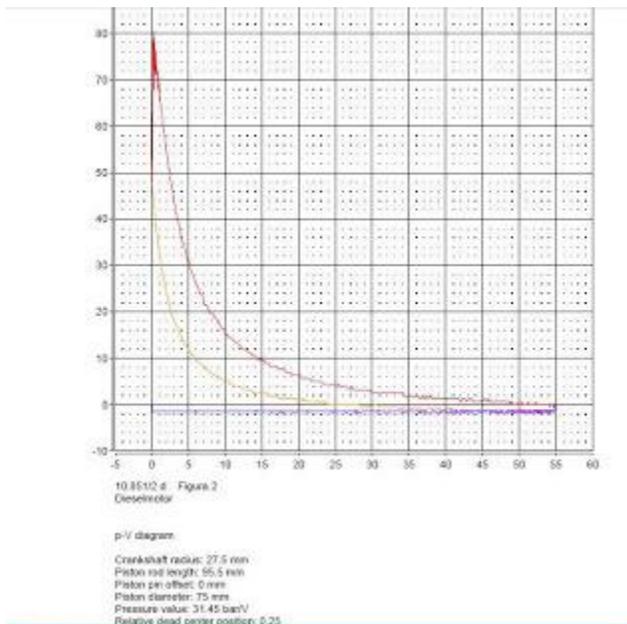
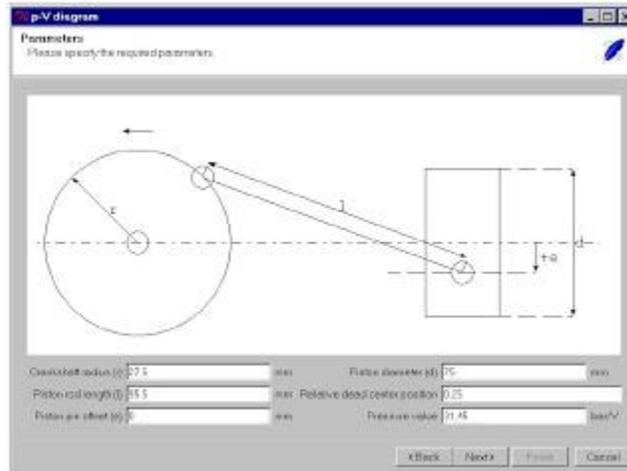
$$P_e = (2 * p * l * F * n) / (75 * 60) \approx (l * F * n) / 716$$

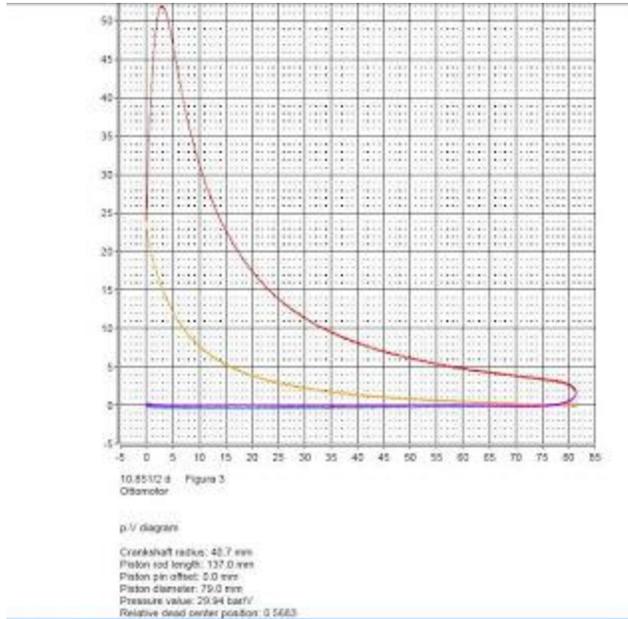
, donde $l * F$ es el par motor y el símbolo \approx indica aproximadamente igual.

El ensayo con el freno de Prony se realiza cuando el motor ya está girando a una velocidad uniforme. En estas condiciones se van apretando regularmente las zapatas contra el tambor, frenando el motor hasta conseguir el régimen al que se desea medir el par.



El par motor representa la capacidad del motor para producir trabajo, mientras que la potencia es la medida de la cantidad de trabajo realizado por el motor en un tiempo determinado.





REFERENCIA 5 Sánchez, Mariano. (2012). Mantenimiento de motores térmicos de dos y cuatro tiempos. Innova. Málaga.

LA POTENCIA INDICADA

Es la que realmente se desarrolla en el cilindro por el proceso de combustión. La P_i es el producto del Trabajo desarrollado durante una carrera útil (fase de explosión) por el número de ellas realizadas en la unidad de Tiempo. De esta definición podemos sacar la conclusión de que comparando un motor de 4 tiempos con uno de 2 tiempos que consigan el mismo Trabajo en la fase de explosión, a un mismo régimen de giro(rpm), el motor de 2 tiempos desarrolla el doble de

Potencia Indicada, puesto que tiene una explosión por vuelta, el doble que un motor de 4 tiempos que tiene una explosión cada 2 vueltas del cigüeñal.

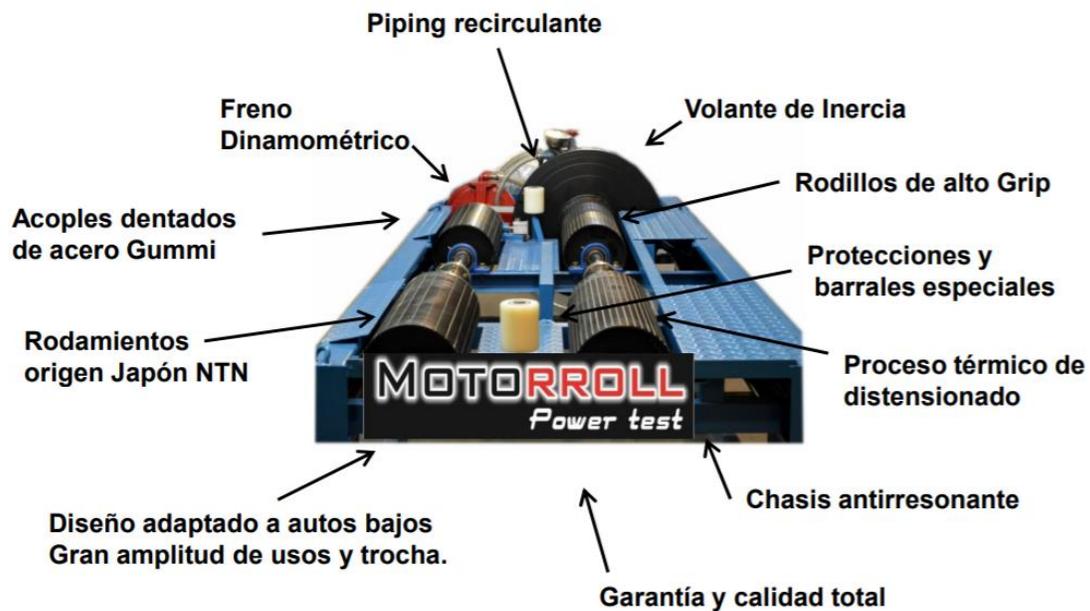
En funcionamiento, una parte de la Potencia Indicada del motor es empleada en vencer los rozamientos en el interior tanto del cilindro y en otras partes móviles acopladas al cigüeñal. Por esta causa, la Potencia Indicada siempre será menor que la Potencia Efectiva.

REFERENCIA 6 Motorroll, Argentina. (18 de Julio de 2015). Motorroll. Obtenido de <http://www.motorroll.com>

DINAMÓMETRO DE RODILLOS

Un banco dinamométrico tiene la propiedad de generarle al motor del vehículo una resistencia a la tracción del mismo mediante un freno que contrarresta el par motor en forma dinámica y permite absorber la potencia y transformarla en calor por ejemplo para un freno hidráulico. El calor resultante se transfiere el agua y permite que las pruebas sean de una duración suficiente. Midiendo por barrido o punto a punto, la electrónica asociada registra y genera las curvas de

potencia y torque con los valores de análisis correspondientes. A estas curvas se asocian los datos auxiliares que se puedan registrar durante la prueba para complementarla, por ejemplo el factor Lamda, presiones, temperaturas y demás factores que inciden en el rendimiento. Este tipo de bancos genera al motor el mismo efecto que le genera la carrocería del vehículo al moverse en la atmosférica cuando circula en el circuito o ruta a diferentes velocidades, a mayor velocidad, mayor resistencia. La medición se realiza con una celda de carga adosada al estator del freno y el cálculo de potencia se completa con las RPM que se leen del eje del freno.



Ficha técnica dinamómetro de rodillos

Potencia Nominal:	600 HP inercial mas freno 400 HP hidráulico, Mide 1150 HP en forma mixta por barrido.
Velocidad Máxima:	330 Km./h. Picos de 360 Km./h. (rodillos y ejes especiales).
Tren de Rodillos:	Diámetro 220 mm, Trocha 750 mm int./ 2150 mm ext. (desde un cuatri hasta un Turismo carretera con sobra). Traba neumática de entrada y salida. Único con chasis de rodillos anti resonante (no transmite vibración al suelo). Terminación y Calidad internacional , barral de traqueo anti patinadas. Pintura bicapa. Cáncamos de traqueo del vehículo, motos, ATV, etc. Soldados al chasis. Topes laterales antidesvande rotativos de Nylon con rodamientos.
Rodillos	<ul style="list-style-type: none"> * Ejes anti torsión por desviación centrífuga * Caño sin costura de baja ovalación interna. * Distensionado de metales posterior al mecanizado. * Ranurado horizontal para el mayor grip sin dañar las cubiertas. * Superficie del rodillo Nitruada antidesgaste. * Balanceo bajo Norma ISO 1940/2,5 de duración ilimitada. * Funcionamiento silencioso y antideslizante. * Rodamientos Japoneses. * Aptos alta velocidad.
Volante/s inercial/es:	Material laminado made in Brasil con certificado de origen de alta resistencia con cero defectos: seguridad 100% para uso intensivo a alta velocidad. Apto para el control de la eliminación del límite de velocidad electrónico.
Momento Inercial:	Elasticidad de diseño, tanto para vehículos de todo tipo desde una moto como un cuarto de milla. Nuevo desde 2016: diseño anti patinamiento para Turbo y Nitro.
Resistencia:	Vehículos h/5Tn por eje. Construido en perfiles de alto calibre.
Alimentación:	Eléctrica: 220 Vca / 2 Kw. ; Neumática: 6Kg/cm2, caudal bajo.
Dimensiones:	Ancho: 1,10 m; Largo: 2,87 m;
Peso Funcionando:	1590 Kg. aprox.

SOFTWARE DEL DINAMÓMETRO

Soft Bajo Windows . No “secuestra la PC”, Gráficos HD. Muy amigable y completo. Las mejores impresiones con su publicidad.

- Inicio y fin de tirada automáticos sin pulsadores. Uso intuitivo.
- Adquisición, 25 veces mas rápida, permite tiradas comparativas en pocos segundos, reduciendo el impacto sonoro a terceros.
- Torque y Potencia pico al cigüeñal y a las ruedas + potencias promedio configurables.
- Mide aceleración en forma real: precisión total para la distancia y esfuerzos reales de pista programable en metros y/o RPM de motor.
- Cálculo de Pérdidas en solo 10 segundos, menor impacto sonoro.

- Auto save que permite automatizar el registro de prueba sin distraer del trabajo al operador.
- Guarda calibraciones por cliente: relación de caja Motorroll Electrónica de adquisición
- Guarda calibraciones por cliente: relación de caja autónomo, datos de prueba e histórico recuperable.
- Configuración exportable a otra pc. Extendidos seteos de preferencia para el usuario, permitiéndole ajustar por ejemplo el filtrado a su gusto. Conversión sistema métrico.
- Protección y control de datos de clientes.
- Comparación de curvas configurable en todas las variables.
- Tablas hasta 250 filas para el mejor análisis de la tirada.
- Logueo Lamda wideband y temperatura.
- Salida control de ventilador u otros.
- Corrección Meteorológica con opción central meteorológica automática. Es el soft y electrónica más avanzado de graficación en tiempo real.





REFERENCIA 7 Hoechst. (1997). Enciclopedia del plástico. Impi (pág. 155). México.

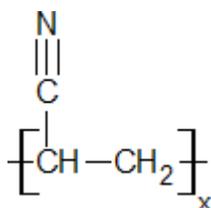
MÚLTIPLE DE ABS (ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO)

El ABS es el nombre dado a una familia de termoplásticos. El acrónimo deriva de los tres monómeros utilizados para producirlo: acrilonitrilo, butadieno y estireno.

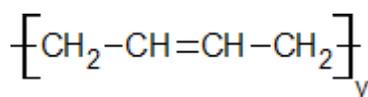
Las primeras formulaciones se fabricaban a través de la mezcla mecánica de, o los ingredientes secos, o la mezcla del latex de un caucho basado en butadieno y la resina del copolímero acrilonitrilo-estireno (SAN).

Aunque este producto tenía buenas propiedades comparado con otros materiales disponibles en aquellos años, tenía varias deficiencias entre las que se puede contar una mala capacidad para ser procesado, así como también una falta de homogeneidad.

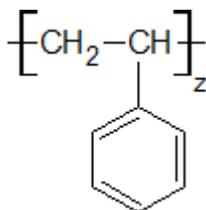
Poliacrilonitrilo



Polibutadieno



Poliestireno



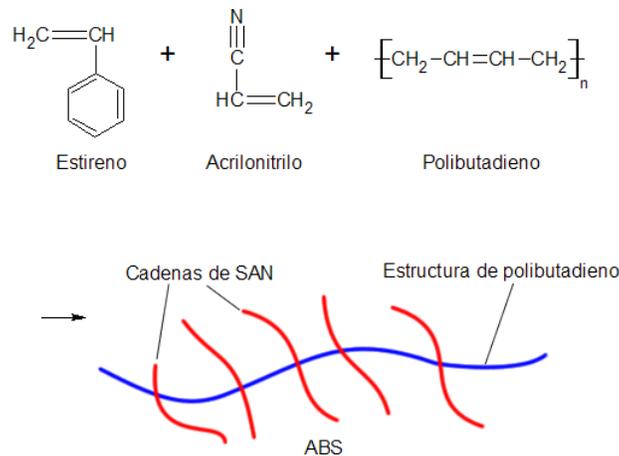
Para mejorar sus propiedades se fueron incorporando modificaciones en el proceso. El más exitoso de estos consistió en la polimerización del acrilonitrilo-estireno en presencia del caucho. El caucho en un principio tenía un alto contenido en acrilonitrilo y fueron reemplazados por otros con bajo

contenido como el polibutadieno, el caucho natural, el caucho estireno butadieno y elastómeros acrílicos.

En la actualidad el ABS se produce, preponderantemente, por medio de la polimerización del estireno y el acrilonitrilo en presencia de polibutadieno, quedando como producto una estructura de polibutadieno, conteniendo cadenas de SAN (estireno acrilonitrilo) injertados en él.

ESTRUCTURA DEL ABS

La estructura del ABS es una mezcla de un copolímero vítreo (estireno – acrilonitrilo) y un compuesto elástico principalmente el polímero de butadieno. La estructura con la fase elastómera del polibutadieno (forma de burbujas) inmersa en una dura y rígida matriz SAN.



El ABS es un plástico más fuerte, por ejemplo, que el poliestireno debido a los grupos nitrilo. Estos son muy polares, así que se atraen mutuamente permitiendo que las cargas opuestas de los grupos nitrilo puedan estabilizarse. Esta fuerte atracción sostiene firmemente las cadenas de ABS, haciendo el material más fuerte. También el polibutadieno, con su apariencia de caucho, hace al ABS más resistente que el poliestireno.

PROPIEDADES

Los materiales de ABS tienen importantes propiedades en ingeniería, como buena resistencia mecánica y al impacto combinado con facilidad para el procesado.

La resistencia al impacto de los plásticos ABS se ve incrementada al aumentar el porcentaje de contenido en butadieno pero disminuyen entonces las propiedades de resistencia a la tensión y disminuye la temperatura de deformación por calor.

El amplio rango de propiedades que exhibe el ABS es debido a las propiedades que presentan cada uno de sus componentes.

EL ACRILONITRILO PROPORCIONA:

Resistencia térmica

Resistencia química

Resistencia a la fatiga

Dureza y rigidez

EL BUTADIENO PROPORCIONA:

Ductilidad a baja temperatura

Resistencia al impacto

Resistencia a la fusión

EL ESTIRENO PROPORCIONA:

Facilidad de procesado (fluidez)

Brillo

Dureza y rigidez

Excepto en películas delgadas, es opaco y puede ser de color oscuro o marfil y se puede pigmentar en la mayoría de los colores, obteniéndose partes lustrosas de acabado fino.

La mayoría de los plásticos ABS son no tóxicos e incoloros.

Pueden ser extruidos, moldeados por inyección, soplado y prensado. Generalmente los grados de bajo impacto son los que más fácil se procesan. Los de alto impacto son más dificultosos porque al tener un mayor contenido en caucho los hace más viscosos.

A pesar de que no son altamente inflamables, mantienen la combustión. Hay algunos tipos autoextinguibles para cuando se requiere algún producto incombustible, otra solución consiste en aplicar algún retardante de llama.

Dentro de una variedad de termoplásticos el ABS es importante por sus balanceadas propiedades. El ABS se destaca por combinar dos propiedades muy importantes como ser la resistencia a la tensión y la resistencia al impacto en un mismo material, además de ser un material liviano.

REFERENCIA 8 Castro. dima3d. (17 de Febrero de 2015). Obtenido de <http://www.dima3d.com/pla-material-interes-y-consejos-de-impresion-3/>

EL PLA (ÁCIDO POLILÁCTICO)

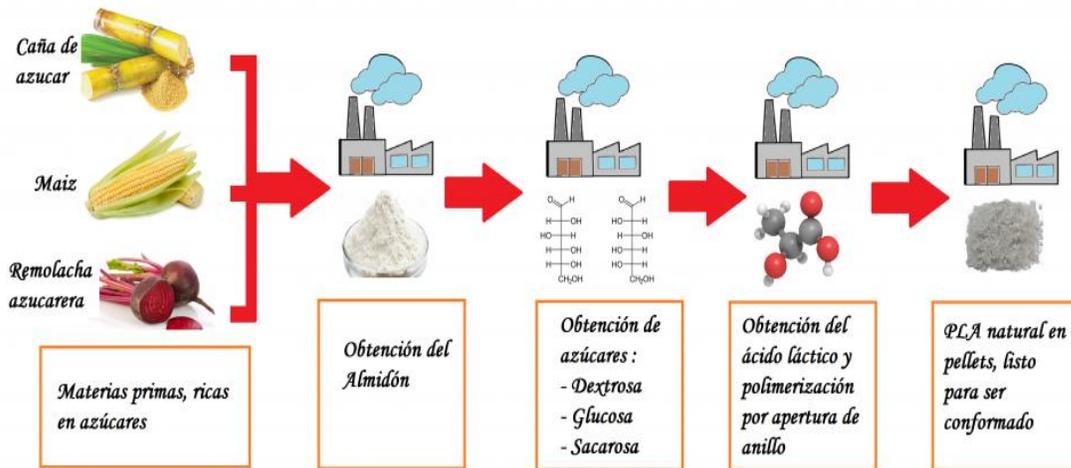
Debe su aparición al científico de la marca Dupont: Wallace Carothers. Consiguió en 1932 un polímero de bajo peso molecular. Fue patentado (conocido como proceso de Carothers) bajo la misma firma a mediados de los años cincuenta, tras optimizar el proceso.

El PLA es un polímero biodegradable que podemos encontrar en el mercado de comercialización de plásticos desde 1990. Es uno de los plásticos en mayor estudio y desarrollo por sus múltiples aplicaciones en el mercado.



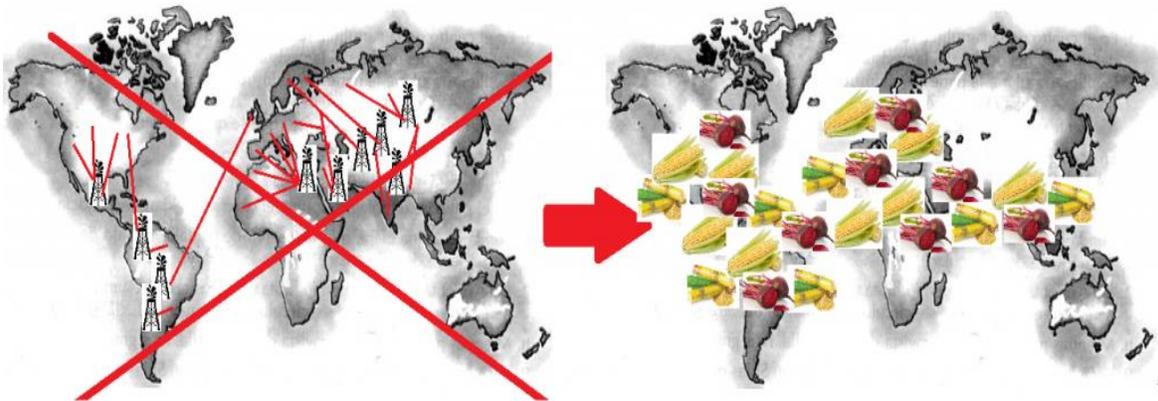
Este interesante polímero tiene su origen en el almidón proveniente de vegetales como: maíz, yuca, trigo, remolacha o caña de azúcar, lo que facilita su fuente de extracción alejándola de los procesos de transformación de los hidrocarburos que caracterizan la obtención de otros polímeros.

Al ser biodegradable, este poliéster termoplástico, se descompone lentamente en moléculas más simples al entrar en contacto con compuestos como el agua u óxidos de carbono. De esa forma se asegura una reinserción natural a lo largo de su ciclo de vida, al contrario que plásticos derivados de hidrocarburos como el ABS.



Proceso de obtención del PLA

La facilidad de acceso a la materia prima para obtención del PLA (almidón) hace que cada región pueda tener su fuente de almidón propia debido a sus cultivos geográficos, en cambio, los polímeros derivados de hidrocarburos han de tener un suministro externo de este tipo de materia prima. Fue incluido en la lista de plásticos de la FDA (Food and Drug Administration) por sus aplicaciones en el campo de la biomedicina y la alimentación.



Distribución de Materias primas ABS vs. Materias primas PLA

PROPIEDADES

1. Tiene una densidad aproximada de 1.27 g/cc, lo que lo convierte en un material más pesado que el ABS.
2. Su dureza Shore (escala que mide la dureza de los plásticos) es de grado 63.5, siendo mayor que la del ABS. Lo que lo convierte en un plástico más duro que el anterior.
3. Es más rígido que el ABS, teniendo un módulo de elasticidad de 3.63 GPa, lo cual dificulta su deformación ante cargas y lo hace un material menos elástico.
4. Menor resistencia ante impactos que el ABS. Tiene propiedades mecánicas similares al PET.
5. Temperatura de transición vítrea: 60-65°C.

CICLO DE VIDA DEL PLA

- Se usan hidrocarburos para su obtención, como fuentes de energía para el costoso proceso de obtención del PLA. Por lo cual su proceso de obtención desencaja el concepto de material biodegradable si se estudia su ciclo de vida completo.
- Las materias primas para su obtención son productos básicos que sirven también como base en el sector de la alimentación. Al ser un plástico requerido por la industria, preocupa que, junto con escasez de cultivos en algunas zonas geográficas, muchos productores de estas materias destinen sus cultivos a empresas de creación de bioplásticos en vez de al sector alimenticio. Esto podría provocar escasez en algunos productos básicos alimenticios.

IMPRESIÓN DEL PLA:

A la hora de imprimir PLA, podremos comprobar que es un plástico de mayor facilidad de impresión que otros. Lo podremos imprimir con una temperatura de extrusión de 210°C. En cuanto a la configuración de la base de impresión tenemos varias opciones con este material:

1- IMPRESIÓN EN FRIO

Una de las opciones a la hora de imprimir este material es usar una configuración sin aporte de temperatura en la base de impresión. Esto provoca que la impresora consuma menos potencia eléctrica ya que no tiene que calefactar la superficie sobre la que se soportará la pieza.



Base fría con laca

En esta configuración es necesario un fijador que adhiera la pieza a la base de impresión y, no menos importante, asegurar una calibración minuciosa ya que la fijación de la primera capa a la base de impresión es crucial. Como fijadores en frío, podríamos usar cualquier lacado convencional.

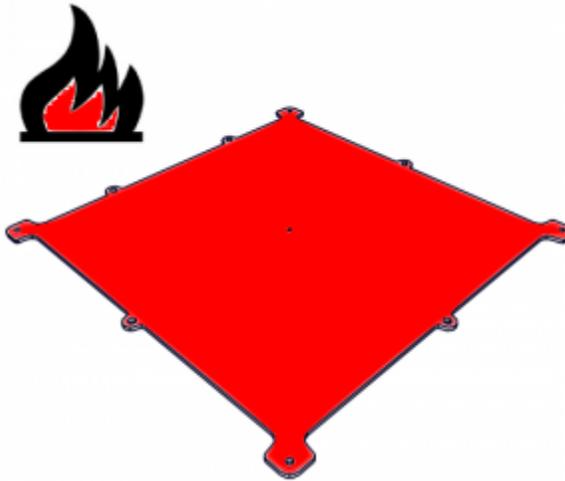
Sin embargo, la posibilidad de la impresión en frío, con este material, se desestima cuando se quiere imprimir piezas de impresiones largas, geometrías grandes y velocidades medias-altas. Los factores anteriormente nombrados aumentan mucho la posibilidad de que zonas de la pieza se separen de la base de impresión incluso pudiendo despegarse completamente a lo largo de la impresión.

2- IMPRESIÓN EN CALIENTE

La opción más utilizada por los usuarios de impresión 3D que consumen este tipo de material, es la impresión con base calefactada. Situando la temperatura de la base en una mayor a su temperatura de transición vítrea (T_g , temperatura a la que el polímero amorfo se encuentra en un estado intermedio entre el sólido y el líquido)

2.1- SIN USO DE FIJADOR

Otra opción posible es imprimir sobre la base calefactada sin fijador. Para ello situaremos la temperatura de la base de impresión, notablemente más alta que la temperatura de transición vítrea del material.



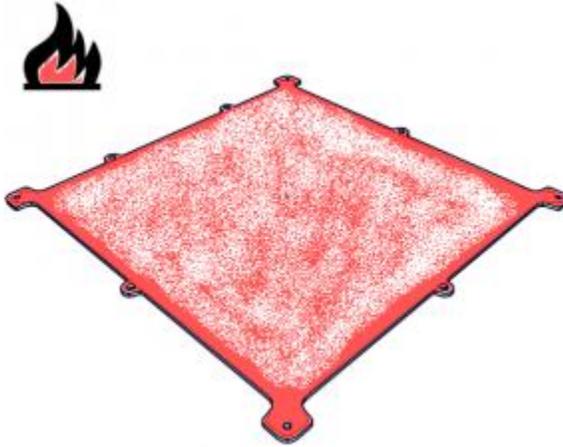
Base muy caliente sin lacado

Como no usaremos fijador en esta opción, se ha de asegurar que las tensiones cercanas a la base de impresión son mínimas, ya que, sin fijador, con tensiones bajas se podría despegar o combar.

A su vez, tampoco se puede establecer una temperatura muy superior a la T_g , ya que se podrían dar distintos fenómenos de fluencia en el material (ya que estaría demasiado blando). También podrían aparecer diversos defectos de impresión en las paredes y en la cara fija a la base.

2.2- USO DE FIJADOR

Para esta alternativa se establece una temperatura de la base de 60-65°C utilizando un fijador que asegure su adherencia a la base en esas temperaturas.

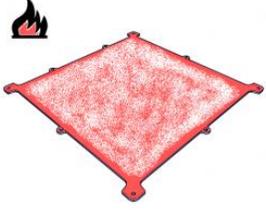
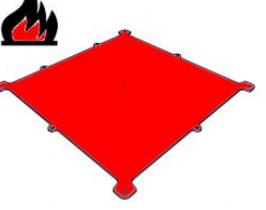
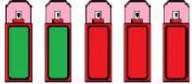
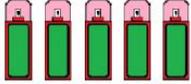
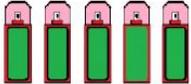
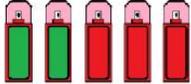
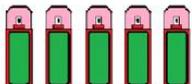
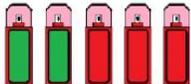


base muy caliente sin lacado

La adherencia a la base de algunos plásticos de impresión 3D se ve limitada por las deformaciones que sufren estos durante la impresión por tecnología FDM como se explica en el informe técnico. Las tensiones internas que sufren los materiales debidas a la función de temperaturas que recorre el sólido (temperatura a la que se encuentra cada punto del sólido) hacen que se deforme hacia el centro de la pieza. Este hecho, provoca defectos en las aristas vivas de otros materiales como el ABS, conocido como fenómeno de delaminación.

También provoca una adherencia limitada a la base de impresión despegándose de los puntos de mayor tensión (aristas), fenómeno conocido como Warping.

Para una correcta impresión de PLA se aconseja el uso de dimafix como producto adherente sobre la base, y una temperatura de la base de 70°C. De esta forma, podremos imprimir las geometrías más complejas sin temer que la pieza se despegue de la base deformando parcialmente sus esquinas y geometría.

OPCIONES DE IMPRESIÓN DE PLA			
	IMPRESIÓN EN FRIO	IMPRESIÓN EN CALIENTE [I]	IMPRESIÓN EN CALIENTE [II]
Base de impresión			
Adhesivo de impresión			
Adherencia en piezas complicadas			
Adherencia en impresiones largas			
Potencia consumida			

REFERENCIA 9 PET. Tecnología de los Plásticos. Fabricación de Piezas Automotrices con el Mejor Termoplástico. (30 de Mayo de 2011). Obtenido de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/pet.html>

MÚLTIPLE DE PET (POLIETILENO TEREFTALATO).

El PET es un poliéster aromático. Su denominación técnica es polietilén tereftalato o politereftalato de etileno y forma parte del grupo de los termoplásticos, razón por la cual es posible reciclarlo.

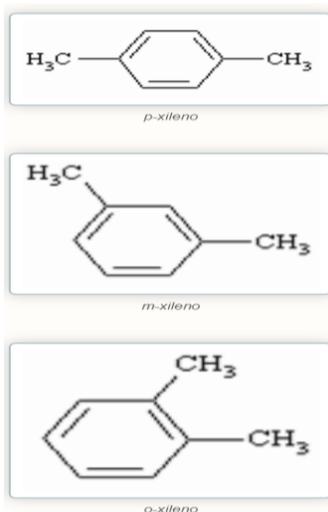
El PET (polietilén tereftalato) pertenece al grupo de los materiales sintéticos denominados poliésteres. Fue descubierto por los científicos británicos Whinfield y Dickson, en el año 1941, quienes lo patentaron como polímero para la fabricación de fibras. Se debe recordar que su país estaba en plena guerra y existía una apremiante necesidad de buscar sustitutos para el algodón proveniente de Egipto. Recién a partir de 1946 se lo empezó a utilizar industrialmente como fibra y su uso textil ha proseguido hasta el presente. En 1952 se lo comenzó a emplear en forma de film para el envasamiento de alimentos. Pero la aplicación que le significó su principal mercado fue en envases rígidos, a partir de 1976; pudo abrirse camino gracias a su particular aptitud para el embotellado de bebidas carbonatadas.

PRODUCCIÓN DEL PET

El camino para casi cualquier plástico producido hoy en día es por medio de plantas petroquímicas, la mayoría de polímeros son el fin del producto de refinación y reformación del petróleo. Los productos petroquímicos son el 2.7% en volumen de cada barril de petróleo crudo.

El dimetilbenceno, conocido comúnmente como xileno, es un importante químico industrial. Ellos son utilizados en la manufactura de tintas, la producción de ácido benzoico y entre otros el ácido tereftalático puro (PTA). Se trata de líquidos incoloros e inflamables con un característico olor parecido al tolueno.

TIPOS DE XILENO



Los xilenos se encuentran en los gases de coque, en los gases obtenidos en la destilación seca de la madera (de allí su nombre: xilon significa madera en griego) y en algunos petróleos.

Este es usado en la reacción de polimerización, produciendo una larga familia de poliésteres. El polietileno tereftalato (PET) es uno de ellos, éste comienza con los isómeros (variaciones de la molécula de un compuesto) del xileno.

El primer paso es recuperar el para-xileno utilizado para la producción de polímeros. Los tres isómeros del xileno, orto, meta y para-xileno, se separan a través de los puntos de ebullición.

CARACTERÍSTICAS DE LOS TIPOS DE XILENO

XILENOS	ORTO	META	PARA
Punto de ebullición	144°C	139.3°C	137-138°C
Punto de solidificación	-25°C	-47.4°C	13-14°C

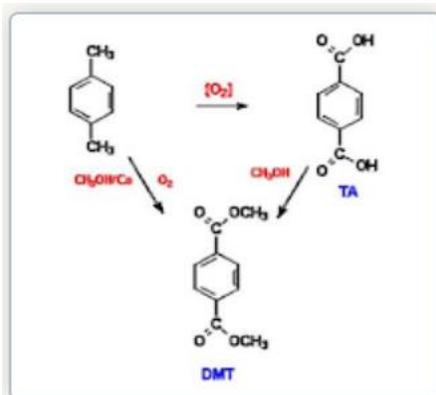
POLIMERIZACIÓN

El para-xileno recuperado del petróleo crudo y producido a través de la conversión de reacciones es solo uno de los materiales para la síntesis del PET. El otro compuesto necesario es el etileno, el cual es recuperado de la refinación del petróleo crudo.

El etileno es tratado con oxígeno en presencia de plata como catalizador para producir óxido de etileno, el cual, reacciona con el agua en presencia de un ácido para producir etilenglicol, uno de los monómeros necesarios para la producción de PET. La reacción es la siguiente:



El p-xileno es oxidado para producir el ácido tereftálico (TA) que es posteriormente esterificado a tereftalato de dimetilo (DMT). Esto puede lograrse mediante una secuencia de dos pasos en donde la oxidación es llevada a cabo por un catalizador de cobalto en presencia de metanol. Ambas reacciones se muestran a continuación. La esterificación es el proceso por el cual se sintetiza un éster, que es un compuesto derivado de la reacción química entre un oxácido y un alcohol.



CRISTALIZACIÓN

Con este término se describe el cambio de estructura de los polímeros semicristalinos y que consiste en el fenómeno físico con el cual las macromoléculas pasan de una estructura en la cual su disposición

espacial es desordenada (estructura amorfa, transparente a la luz) a una estructura uniforme y ordenada (estructura cristalina, opaca a la luz) que le confiere a la resina una coloración blanca lechosa. El proceso industrial consiste en un tratamiento térmico a 130-160°C, durante un tiempo que puede variar de 10 minutos a una hora, mientras el gránulo, para evitar su bloqueo, es mantenido en agitación por efecto de un lecho fluido o de un movimiento mecánico.

PROPIEDADES

El PET en general se caracteriza por su elevada pureza, alta resistencia y tenacidad. De acuerdo a su orientación presenta propiedades de transparencia y resistencia química. Existen diferentes grados de PET, los cuales se diferencian por su peso molecular y cristalinidad. Los que presentan menor peso molecular se denominan grado fibra, los de peso molecular medio, grado película y los de mayor peso molecular, grado ingeniería.

Este polímero no se estira y no es afectado por ácidos ni gases atmosféricos, es resistente al calor y absorbe poca cantidad de agua, forma fibras fuertes y flexibles, también películas. Su punto de fusión es alto, lo que facilita su planchado, es resistente al ataque de polillas, bacterias y hongos.

El PET presenta las siguientes propiedades:

- Procesable por soplado, inyección y extrusión.
- Apto para producir botellas, películas, láminas, planchas y piezas.
- Transparencia (aunque admite cargas de colorantes) y brillo con efecto lupa.
- Alta resistencia al desgaste.
- Muy buen coeficiente de deslizamiento.
- Buena resistencia química y térmica.

- Muy buena barrera a CO₂, aceptable barrera a O₂ y humedad.
- Compatible con otros materiales barrera que mejoran en su conjunto la calidad barrera de los envases y por lo tanto permiten su uso en mercados específicos.
- Reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica.
- Aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimentarios.
- Excelentes propiedades mecánicas.
- Biorientable -
- Cristalizable.
- Esterilizable por rayos gamma y óxido de etileno.
- Buena relación costo / performance.
- Se encuentra ranqueado como No.1 en reciclado.
- Liviano.
- Cuenta con los siguientes datos técnicos:

CARACTERÍSTICAS

El PET presenta las siguientes características:

- Biorientación

Permite lograr propiedades mecánicas y de barrera con optimización de espesores.

- Cristalización

Permite lograr el incremento del peso molecular y la densidad.

- Esterilización

El PET resiste esterilización química con óxido de etileno y radiación gamma.

- Resistencia química

Presenta buena resistencia en general a: grasas y aceites presentes en alimentos, soluciones diluidas de ácidos minerales, álcalis, sales, jabones, hidrocarburos alifáticos y alcoholes. Posee poca resistencia a: solventes halogenados, aromáticos y cetonas de bajo peso molecular. Tabla: Resistencia química del PET

- Alternativas ecológicas

- Retornabilidad
- Reuso de molienda
- Fibras
- Polioles para poliuretanos
- Poliésteres no saturados
- Envases no alimenticios
- Alcohólisis / Metanólisis
- Incineración