

## El secreto del filtro de aire

Por Richard Widman

*Un dicho en el mundo de la ingeniería mecánica es que resulta más económico prevenir la entrada de contaminantes que eliminarlos una vez que entren. Aunque esto parece simple y obvio, en la realidad encontramos más gente que cree que puede engañar a las leyes de la física que las que hacen caso al dicho. Cada día aparece alguien con un nuevo procedimiento o nuevo filtro que supuestamente hará maravillas para reducir sus costos.*

*En este boletín veremos las necesidades de filtración del aire de entrada a nuestros motores y las fallas de los “sabios”, en cuanto a sus trucos y productos maravillas.*

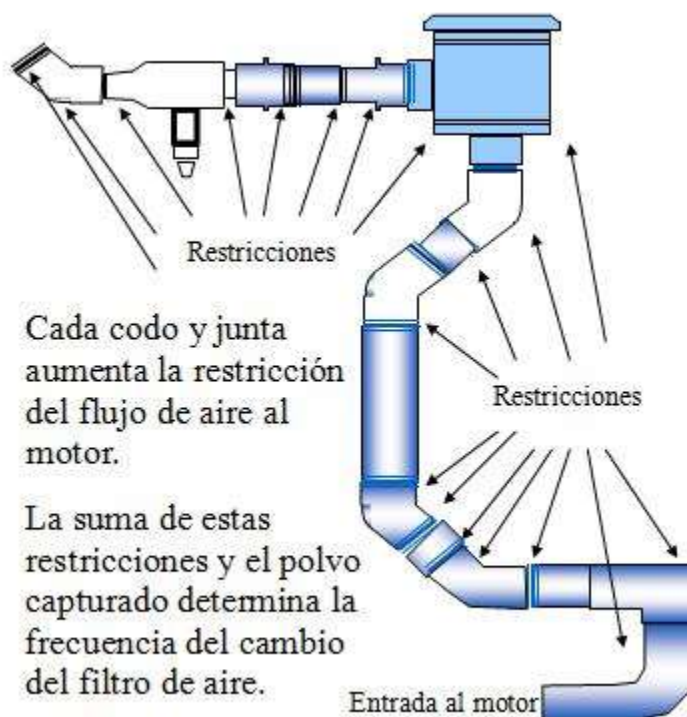
*Este es el Boletín #70 de nuestro programa de Boletines Informativos mensuales. Todos los boletines están disponibles en formato Acrobat pdf en [www.widman.biz](http://www.widman.biz)*

### El propósito del filtro de aire

El sistema de filtración del aire está diseñado para permitir la entrada del aire necesario para una combustión completa, mientras bloquea las partículas de polvo. Ahora, tenemos que entender que las partículas de polvo más dañinas son tan pequeñas que se necesita juntar 4 o 5 solo para poder verlas.

El propósito del filtro es muy simple: **Proteger el motor**, para eso tiene que bloquear todo el polvo posible, aunque sea tan pequeño que no es visible al ojo humano. Queremos eliminar el máximo posible de contaminantes mientras dejamos pasar bastante aire para una combustión eficiente.

El motor normalmente aspira todo el aire necesario para una combustión correcta. El sistema de filtración está sobredimensionado para poder funcionar bien hasta el punto que la resistencia (combinación de codos, diámetro de tubos, mangueras, juntas, media filtrante y contaminación taponando el filtro) llega a tal nivel que es más fácil levantar (por vacío) una columna de agua 25 pulgadas (63 cm) que “chupar” bastante aire por el sistema de entrada. (Nota: Ciertos motores usan un poco menos o un poco más, pero la mayoría operan bien hasta 25 pulgadas.) En la práctica, en lugar de colocar una columna de agua, medimos esta restricción con un manómetro o un sencillo medidor de plástico.



Cuando bastante polvo se acumula en el filtro, la restricción afecta la habilidad del motor de aspirar y tenemos que cambiar el filtro. Para saber el punto correcto de cambio, podemos usar un manómetro o medidor de restricciones.

Aquí mostramos un manómetro que podría estar en el tablero o algún lugar de control. Además, vemos una serie de medidores manuales y electrónicos de la línea Donaldson® que pueden ser colocados en la entrada de aire o en el filtro para mandar una señal a una luz del tablero o indicar por un cambio de color en el compartimiento del motor cuando por obstrucción el aire no puede pasar fácilmente por el filtro.

Si adaptamos codos y tubos para cambiar la entrada de aire, aumentamos la restricción y acortamos la vida útil del filtro. Si se afloja un codo, una abrazadera o un adaptador, se reduce la restricción, pero entra polvo y reduce la vida útil del motor.



## Las tecnologías

Existen muchas tecnologías para asegurar la limpieza del aire, pero el vehículo requiere un sistema simple, pequeño y efectivo. No hay espacio para sobredimensionarlo y el precio además tiene que ser razonable.

### Pre filtrado

Equipos que siempre funcionan fuera de carretera, zonas de construcción, agricultura, minería, cementeras u otras áreas polvorientas, frecuentemente tienen pre filtros con ciclones que por fuerza centrífuga separan las partículas de mayor tamaño. Estos son muy efectivos y solo permiten que llegue un 20% de la tierra al filtro primario.



### Doble filtración

Ciertos equipos agrícolas y de construcción llevan dos filtros de aire. Un primario y uno pequeño de seguridad. El propósito del filtro pequeño dentro del primario es cuidar el motor un poco si es que algo pasa con la integridad del filtro exterior. No es más eficiente, ni filtra tanto como el primario. Cuando se ensucia, indica que el primario falló. Es como su póliza de seguro para el motor.

### Filtros con baño de aceite

Los primeros motores que tuvieron filtros utilizaban un laberinto de viruta de acero mojado con aceite en un pote. La idea era desviar el aire tanto que el polvo chocaba con la viruta y quedaba pegada allí o caía al aceite. Fueron abandonados por falta de eficiencia, especialmente en equipos móvil.

Resaltamos esta publicación de John Deere: *“Para que el motor tenga una vida útil satisfactoria, el elemento filtrante debe tener una efectividad del 99.9 % al remover las*

partículas de suciedad del aire. Filtros del tipo húmedo tienen una efectividad del 95% y NO son recomendados por John Deere.”

### Filtros de celulosa (papel) o felpa

Hoy en día la mayoría de los filtros de aire son fabricados con lo que llamamos papel. Algunos de estos papeles son eficientes y otros dejan pasar mucho polvo. Es importante que el filtro atrape el polvo dentro de sus fibras. Si el papel es muy delgado, el polvo pasa antes de ser atrapado.

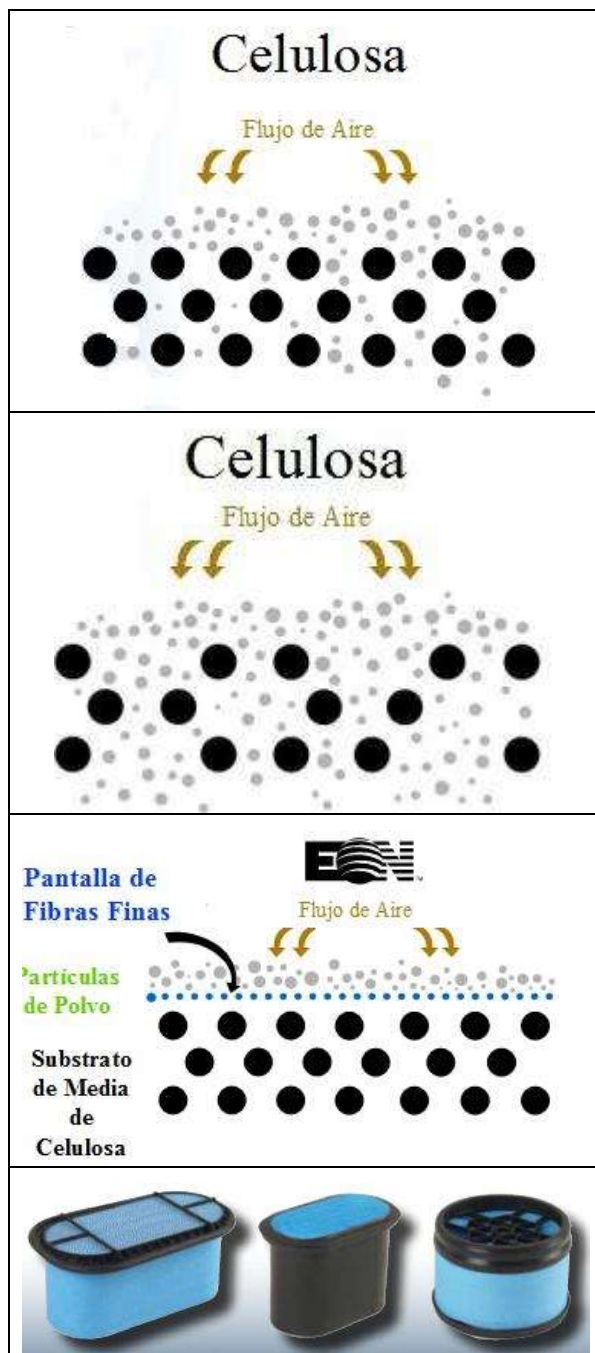
Normalmente una vez que entra el polvo, no tiene salida (**ni para atrás**) sin romper la estructura de fibras. El mito que se puede extender la vida útil soplando el filtro de aire con aire comprimido solo ocasiona separar la fibra dejándola abierta, por donde pasará más tierra, como mostramos en el segundo gráfico.

En el tercer cuadro mostramos la técnica del filtro de larga vida (llamado *Endurance* en Donaldson®). Una capa sintética muy fina cubre la fibra celulosa, evitando la entrada de la mayoría de las partículas que taponan. Estas partículas son empujadas al costado o caen al fondo de la carcasa por el flujo de aire.

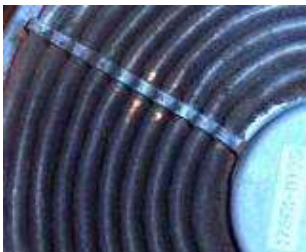
En el último cuadro mostramos los filtros de la nueva tecnología Powercore®, que duplican el área filtrante dentro del mismo filtro. Este diseño hace cambiar la dirección del aire dentro del filtro, eliminando mucho más polvo en menos espacio mientras reduce la restricción. Estos filtros vienen equipando de fabrica los Hummer y los nuevos tractores John Deere, además de varias marcas de camiones en los últimos 5 años.

Sabemos que las partículas entre 2µ a 15µ (micrones/micras) hacen el mayor daño y que 1 mg de polvo es 20 veces el máximo permisible para tener una vida útil “normal” del motor. Entonces ¿por qué soplamos, adaptamos y maltratamos los filtros?

En las fotos siguientes podemos ver varios problemas con filtros de aire. Todas estas fotos fueron tomadas en nuestra estación de servicio a vehículos que recorren nuestras calles, caminos y carreteras.



## Filtros dañados por descuido

|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                    |                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Filtro “adaptado” eliminando su empaquetadura y doblando la base para entrar en el porta filtros. La tierra pasa directo por esas dobladuras al motor.</p> | <p>Filtro cortado. Probable falla de fábrica. Parece que es muy débil y se rompió por las vibraciones de la carretera. Usado en una camioneta.</p> | <p>Filtro aplastado para que pueda entrar en su porta filtros. En esas condiciones no puede filtrar nada.</p>                 |
|                                                                              |                                                                   |                                            |
| <p>Filtro reseco y frágil, varias veces soplado. El cliente insistía que quería hacer un viaje más para no ensuciar un filtro nuevo.</p>                      | <p>Filtro soplado hasta casi romperlo. La colocación de una luz detrás del filtro muestra como el aire comprimido dañó el papel en su doblez.</p>  | <p>Filtro soplado. Esto de un auto pequeño. Un filtro nuevo solo cuesta \$3.00 US. El dueño decía que no estaba muy roto.</p> |
|                                                                            |                                                                 |                                          |

## ¿Con qué frecuencia debemos cambiar el filtro de aire?

Es una de las preguntas más frecuentes que recibimos y no tiene respuesta en términos de horas, días, meses o kilómetros recorridos.

Una manera exacta de saber el momento correcto de cambio es colocar un medidor de restricción (sensor) o usar el medidor de restricción que vino en el equipo. Este medidor indicará con un color naranja o rojo o prenderá una luz en el tablero cuando le falte aire al motor. Mientras se queda en verde, el motor tiene todo el aire que



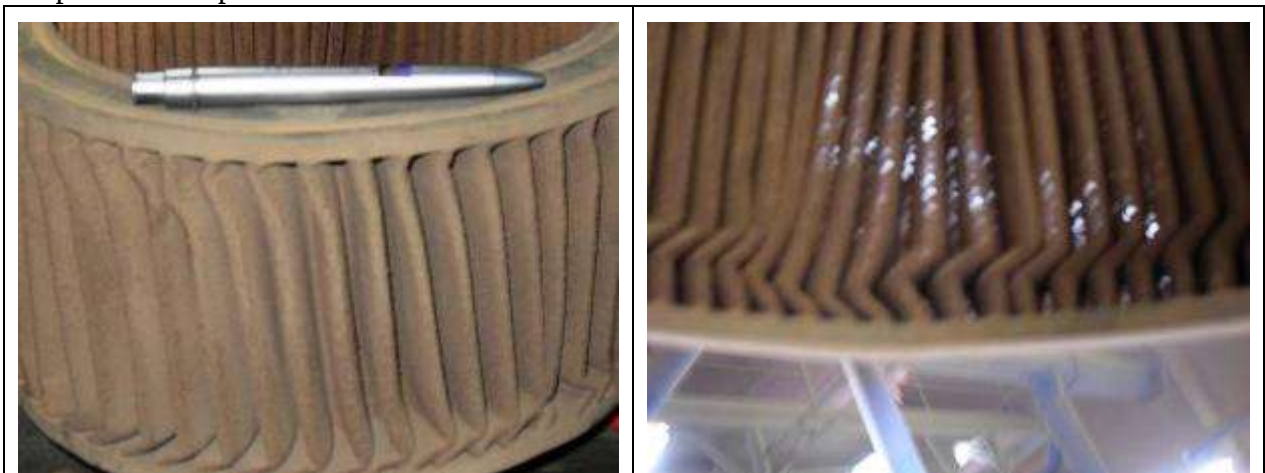
requiere la combustión. No se tiene que tocar, soplar, limpiar ni cambiar el filtro para nada. En algunos casos puede pasar más de 50,000 km sin tocarlo.

El manual del auto tiene una tabla de mantenimiento donde recomienda cambiar el filtro cada xxxxx kilómetros. Esto es un estimado de cuanto se puede andar en carreteras de asfalto, condiciones “normales”, etc. En realidad, esto puede ser 30,000 km temprano o 30,000 km tarde, dependiendo del ambiente donde se anda y la condición del motor. Si operamos con el filtro taponado por contaminantes, reducimos la potencia del motor y aumentamos el consumo de combustible. Si cambiamos el filtro muy temprano, gastamos dinero y reducimos la eficiencia del filtro. El filtro es más eficiente cuando ya tiene algo de polvo. Cada vez que abrimos el filtro para mirarlo o “limpiarlo” corremos el riesgo de:

- Dañar el papel o la empaquetadura
- Dejar suelta una manguera o sensor
- Dañar o dejar parcialmente abierto el porta filtros

Pero en realidad no podemos ver los contaminantes que están atrapados **dentro** de la fibra. La inspección no dirá nada. Lo óptimo es cambiar cuando el medidor instalado (foto arriba) indica que existe restricción de ingreso de aire por taponamiento del filtro.

Mirando la foto de la izquierda, el filtro parece súper saturado. Pero si lo levantamos a la luz podemos ver que está perforado y que ya no está filtrando nada, deja entrar partículas de 100µ o más. Una inspección solo puede identificar problemas muy serios y solo cuando sea una inspección completa.



### ¿Cuáles son las causas de esta variación en tiempo de vida?

El problema más obvio es el polvo que respira el motor en caminos de tierra o áreas ventosas donde no hay mucha vegetación. El que maneja el auto controla la proximidad al vehículo que va por delante y por ende la cantidad de polvo que llega a su filtro.

El segundo factor es la condición del motor. Todos los motores fabricados en los últimos 45 años tienen algún sistema de reducir la presión en el cárter. Normalmente esto es por intermedio de una válvula PCV en una manguera entre el cárter o tapa de válvulas al filtro de aire. La válvula permite el flujo de gases y presiones del motor al filtro, pero no permite que el aire pase del filtro al cárter. Por este sistema, el motor aspira una cantidad pequeña de aire

del cárter para reducir las presiones y consumo de aceite. (Nota: Si se tapona esta válvula, la presión del cárter causa un aumento en el consumo/merma de aceite.)

Si el motor está quemando aceite o la mezcla está muy rica, muchas de estas partículas pequeñas (del humo) son retenidas en el filtro de aire al ser “chupadas” por el aire entra al motor. Esta capa de aceite y hollín tapona rápidamente el papel filtrante (y los mecánicos que desconectan esta manguera causan mayor consumo/merma de aceite).

El tercer factor es la velocidad. Por ejemplo si andamos a 2500 rpm en segunda, el motor consumirá más aire y combustible que andando los mismos kilómetros a 2000 en tercera.

El cuarto factor es el tamaño del motor. El consumo de aire y combustible está directamente relacionado con la cilindrada del motor. El filtro debería ser bien proporcionado al tamaño del motor.

### La limpieza del filtro de aire

Los fabricantes de vehículos normalmente no recomiendan que se limpie el filtro. Sin embargo, existen conductores que tratan de sacar el último kilómetro del filtro, gastando tiempo y arriesgando el motor para lavar o soplar el filtro.

Una limpieza por agua o aire de presiones que no rompe el papel puede devolver entre 25% y 50% de la vida útil. O sea, si llega a su punto de restricción en 20,000 km y se lava o sopla con cuidado, puede ser que logra entre 5,000 y 10,000 km más. La próxima limpieza, bien hecha tal vez restaura 25% a 50% de eso, o sea 2,500 a 5,000 km. La tercera limpieza tal vez 1,250 a 2,500 km. **Pero cada limpieza pone en riesgo el motor.**

Resaltamos esta publicación de la fábrica de equipo pesado y tractores agrícolas *New Holland*:

New Holland no recomienda la práctica de limpieza de filtros de aire y no da garantía en filtros que han sido limpiados.

Cuando entendemos como se atrapa el polvo en el filtro es más fácil entender la dificultad de limpiarlo sin dañarlo. El polvo entra a la fibra del filtro como un ratón en el laberinto. Es bastante difícil pasar hasta el otro lado, y prácticamente imposible que un sopetón de aire lo pueda hacer volver por el mismo u otro camino sin dañar las fibras.

Aunque **no** recomendamos limpiar los filtros de aire, por emergencia se debería tener en cuenta los cuidados que son detallados en nuestra página Web.

### La toma de aire afecta la vida útil del filtro

Los fabricantes normalmente toman en cuenta que un 4x4 será usado en tierra, un auto en carretera asfaltada, un tractor en campo, etc. Para la mayoría de los casos no deberíamos modificar su instalación.

Pero si tomamos un vehículo con el filtro pequeño o ubicado donde su entrada está en un lugar de mucha tierra, podemos considerar una modificación de esta toma o el tamaño del filtro.



El primer factor que tenemos que considerar es que el aire (en el punto del filtro) normalmente debería ser aspirado por el motor (o turbo) no forzado de afuera. El área del filtro o una pre-cámara antes del filtro debería ser tan grande que la velocidad del aire es reducida y la tierra cae al pasar por esta cámara de baja presión. Muchos vehículos 4x4 tienen la toma de aire en el guardabarros delantero. Esta resulta ser una pre-cámara tan grande y tan bien ubicada que pocas partículas pueden darse el lujo de hacer la vuelta en “U” para pasar por la grieta entre la puerta y el guardabarros. El aire que llega al filtro llega relativamente libre de tierra.

Existe el argumento que el guardabarros está muy cerca de las ruedas y que se debería levantar la toma con un “snorkel” o toma en el aire sobre la cabina. Los vendedores de este tipo de tomas, frecuentemente las promocionan como la solución para todo, pero veremos su aplicación correcta de acuerdo a nuestra necesidad:

- Si queremos pasar por agua profunda y el sistema está bien instalado a prueba de agua, nos puede ayudar (por ende el nombre “*snorkel*” como usan los buceadores en el mar). Debe estar instalado con la toma para abajo o para atrás. Esto reducirá la posibilidad de “chupar” agua y reducirá la cantidad de tierra que entra, pero también reducirá levemente la entrada de aire y la potencia a altas velocidades.
- Si instalamos para reducir la tierra que podría entrar por nuestras travesías en tierra, también tiene que estar instalado con la boca para abajo o para atrás, dejando que los contaminantes pasen de largo y el aire limpio pueda dar la vuelta para entrar a la toma, esto protege el motor. La restricción causada por el tubo y la boca más chica que el guardabarros reducirá levemente la cantidad de aire que entra al motor y también la potencia a altas velocidades y en altas cargas
- Si instalamos creyendo que nos aumentara potencia como “*Ram*”, tiene que ser apuntado para adelante. En esta posición, dará un poco más aire a altas velocidades, pero acortará seriamente la vida útil del filtro por chupar toda la tierra dejando pasar las partículas contaminantes.
- La instalación tiene que ser hecha con tubos y codos bien diseñados y proporcionados para reducir la resistencia al flujo. Cada codo y cada centímetro de tubo aumenta la resistencia al flujo de aire. Cada ángulo de los codos tiene su restricción que tiene que ser calculada.



### Filtros “conicos” o de alto flujo

Hay muchos filtros que venden para aumentar la potencia del motor quitando la restricción del filtro. Mientras estos pueden tener un resultado positivo en autos que funcionan a 15,000 rpm, la adaptación de estos filtros en autos comunes y vehículos que andan por zonas de tierra ocasiona costosas reparaciones de motor. La estructura abierta que permita mayor flujo de aire no debe ser para la tierra. Normalmente estos requieren aceite para atrapar las partículas de tierra, y mucho aceite también puede dañar el flujómetro. Son modelos muy populares entre los que quieren que el motor parezca de carrera.

## Resumen

Cuando nos enfrentamos a muchos contaminantes o carreteras de tierra, tenemos que considerar las opciones para extender la vida útil del motor, ya que la reparación del motor cuesta 50 a 100 veces más que el filtro.

Hay cuatro factores básicos que afectan la vida útil del filtro

1. La cantidad de espacio libre en la media filtrante
2. La distancia entre fibras de la media filtrante
3. La cantidad de partículas contaminantes
4. El tamaño de las partículas contaminantes

El filtro de aire actualmente es más eficiente cuando está semi taponado. Está diseñado para una vida larga y las primeras partículas ayudan a aumentar su filtración.

Pruebas en dinamómetros muestran que no existe ninguna reducción en potencia del motor con lo que se va taponando el filtro de aire hasta que se pasa el punto de restricción recomendado por el fabricante.

La inversión de 20 a 25 \$US en un medidor de restricciones normalmente tendrá un retorno en pocos meses con el ambiente, carreteras y caminos que tenemos. Tarda 5 minutos para instalar y elimina las adivinanzas en el mantenimiento, las limpiezas mal hechas y los cambios antes de tiempo.

Si opera donde hay mucha tierra y muy fina, la mejor opción es un filtro con la malla ultra fina sintética sobre el “papel” como los filtros **Endurance** o **Powercore** de Donaldson®. Esto evitará la entrada de la mayoría de las partículas, extendiendo la vida útil del filtro al mismo tiempo que protege el motor.



Cuando busque un filtro de aire, busque el filtro que garantice la vida útil del motor. La diferencia en calidad entre todos los filtros del mercado es grande y cualquier adaptación o compromiso de calidad por precio pone su motor en peligro.

Cuando revise o cambie su filtro de aire, pase un pañuelo por el ducto interior. Si sale sucio, sabrá que está pasando tierra.

*Widman International SRL contribuye a la capacitación de los ingenieros y usuarios en Bolivia para mejorar su competitividad. Para mayores informaciones prácticas, visite nuestra página Web: [www.widman.biz](http://www.widman.biz)*

Si usted conoce a otra persona que estuviera interesada en recibir estos boletines, favor responder a [scz@widman.biz](mailto:scz@widman.biz). Si no quiere recibir estos boletines mensualmente, puede escribir a [scz@widman.biz](mailto:scz@widman.biz) con “**remover**” en el asunto.

*La información de este boletín técnico es de única y completa propiedad de Widman International S.R.L. Su reproducción solo será permitida a través de una solicitud a [scz@widman.biz](mailto:scz@widman.biz) no permitiendo que esta altere sus características ni su totalidad.*