



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA TEXTIL

“ESTUDIO DE LA PERMEABILIDAD AL AIRE DE TEJIDOS
(EXISTENTES EN EL MERCADO EUROPEO)
DESTINADOS A FILTRACIÓN Y MEDICIÓN DEL TAMAÑO
DEL PORO MEDIO EQUIVALENTE, MEDIANTE UN
EQUIPO DESARROLLADO EN LA CÁTEDRA DE DISEÑO,
ANÁLISIS DE TEJIDOS OBJETO DE PATENTE DE
INNOVACIÓN”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRIA EN CIENCIAS EN INGENIERIA TEXTIL

P R E S E N T A:

ING. CLAUDIA PÉREZ CÁRDENAS





INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

COPI-13

ACTA DE REGISTRO DE TEMA DE TESIS
Y DESIGNACION DE DIRECTOR DE TESIS

México, D.F. a 17 de Septiembre del 2003

El Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de ESIT en su sesión ordinaria No. 09 celebrada el día 17 del mes de Septiembre conoció la solicitud presentada por el(la) alumno(a):

Pérez Cárdenas Claudia
Apellido paterno materno nombre

Con registro: A

0	2	0	2	9	6
---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de: Maestría en Ciencias en Ingeniería Textil

1.- Se designa al aspirante el tema de tesis titulado:

"Estudio de la permeabilidad al aire de tejidos (existentes en el mercado Europeo), destinados a filtración y medición del tamaño de poro medio equivalente, mediante un equipo desarrollado en la Cátedra de Diseño, Análisis de Tejidos objeto de patente de innovación"

De manera general el tema abarcará los siguientes aspectos:

2.- Se designa como Director de Tesis al C. Profesor:

Dr. Ing. Josep Mumbú Laporta/ Dra. Ing. Ana María Islas Cortes

3.- El trabajo de investigación base para el desarrollo de la tesis será elaborado por el alumno en: DETIP UPC/ SEPI ESIT IPN

Que cuenta con los recursos e infraestructura necesarios.

4.- El interesado deberá asistir a los seminarios desarrollados en el área de adscripción del trabajo desde la fecha en que se suscribe la presente hasta la aceptación de la tesis por la Comisión Revisora correspondiente:

El Director de Tesis

Dr. Ing. Josep Mumbú Laporta

El Codirector de Tesis

Dra. Ing. Ana María Islas Cortes

El Aspirante

Ing. Claudia Pérez Cárdenas

El Presidente del Colegio

Dra. Ing. Ana María Islas Cortes



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de México D.F. siendo las 17:00 horas del día 31 del mes de marzo del 2004 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de ESIT para examinar la tesis de grado titulada:

"Estudio de la permeabilidad al aire de tejidos (existentes en el mercado Europeo) destinados a filtración y medición del tamaño de poro medio equivalente, mediante un equipo desarrollado en la Cátedra de Diseño. Análisis de Tejidos objeto de patente de innovación"

Presentada por el alumno:

Pérez Cárdenas Claudia
Apellido paterno materno nombre(s)
Con registro: A

0	2	0	2	9	6
---	---	---	---	---	---

aspirante al grado de:

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Director de tesis

Dr. José Mumburú Laporta

Dra. Ing. Ana María Islas Cortes
(Coadyudante)

Dr. Ing. Arún R. Naik Kardile

Dr. Ing. Gabriel Guillén Buendía

M. en C. Norberto Galicia Aguilar

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

Dra. Ing. Ana María Islas Cortes

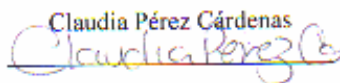


INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSTRADO E INVESTIGACION

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de México D.F el día 20 del mes Mayo del año 2004, el (la) que suscribe Pérez Cárdenas Claudia alumno (a) del Programa de Maestría en Ciencias de Ingeniería Textil con número de registro A020296 , adscrito a Escuela Superior de Ingeniería Textil , manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de Dr. Josep Mumbrú Laporta y Co-director Dra. Ana Maria Islas C. y cede los derechos del trabajo intitulado “Estudio de la permeabilidad al aire de tejidos (existentes en el mercado Europeo) destinados a filtración y medición del tamaño de poro medio equivalente, mediante un equipo desarrollado en la Cátedra de Diseño, Análisis de Tejidos objeto de patente de innovación”, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección clapc@hotmail.com.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Claudia Pérez Cárdenas


Nombre y firma

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se ha realizado en el Laboratorio de Análisis de Tejidos y Física Textil, en la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) bajo la dirección de:

DR. JOSEP MUMBRÚ I LAPORTA
CATEDRÁTICO DE DISEÑO, ANÁLISIS, FABRICACIÓN Y ACABADOS DE TEJIDOS
UPC

Expreso mi más profundo agradecimiento para mi Director de Proyecto por el interés mostrado en la realización de este trabajo, por los consejos brindados y por su ayuda incondicional, transmitirme sus conocimientos.

A la Dra. Ana María Islas Cortes y al Dr. Gabriel Guillen por el apoyo y motivación para la realización de este proyecto.

Al Dr. Arun Naik por las facilidades y todo su apoyo en la Universidad Politécnica de Cataluña.

Al Instituto Politécnico Nacional (IPN) México, por el apoyo económico brindado para la realización de este proyecto.

A la Dra. Yoloxóchitl Bustamantes Díez, Coordinación General de Vinculación Académica.

DEDICATORIA

A MI ESPOSO.....

Por su gran apoyo incondicional, por apoyarme en los momentos mas difíciles de mi vida y lo mas importante por ser el amor de mi VIDA.

A MIS PADRES.....

Por enseñarme a confiar en Dios, y apoyarme incondicionalmente Gracias Mami y Papi...Los quiero

A MIS HERMANAS.....

Por apoyarme en todo momento y enseñarme cosas nuevas Gracias

A MIS SUEGROS, ABUELOS, TIOS, Y TODA MI FAMILIA Por apoyarme en todo Gracias

INDICE

Glosario	9
Titulo	22
Resumen	23
Abstract	24
Introducción	25
CAPITULO 1	
1.1 Antecedentes	27
1.2 Esquema de un filtro	29
1.3 Medios de Filtración	30
1.4 Aparatos de Filtración	31
1.5 Clasificación de filtros según el tipo	32
CAPITULO 2	
2.1 Justificación	33
2.2 Objetivos	34
CAPITULO 3	
3.1 Los Tejidos y Medios Filtrantes	35
3.2 Propiedades Físicas de los Medios Filtrantes	36
3.3 Forma y Diámetro de las Fibras	36
CAPÍTULO 4	
4.1 Tamaño del Poro y distribución del Poro	40
4.2 Porosidad	42
4.3 Porosidad Geométrica	43
4.4 Superficie específica	45
4.5 Permeabilidad	48
CAPITULO 5	
5.1 Fluidos y Partículas	50
5.2 Clasificación de Tamaños de Partículas	50
5.3 Tabla 1	51
5.4 Dinámica de Partículas	52
5.5 Tabla 2	54

CAPITULO 6

6.1 Mecanismos de Separación	54
6.1.1 Deposición por difusión	56
6.1.2 Intercepción Directa	56
6.1.3 Separación Inercial	57
6.1.4 Decantación Gravitacional	57
6.1.5 Captación electrostática	59
6.1.6 Captación por fuerzas de <i>London-Van der Waals</i>	60

CAPITULO 7

7 Breve Resumen de las Fibras Utilizadas	60
7.1 Algodón	61
7.2 Polietileno	62
7.3 Polipropileno	63
7.4 Poliéster	64
7.5 Fibra de vidrio	64
7.6 Gore-tex	65

CAPITULO 8

8.1 Parte Experimental	66
8.2 Aparatos Utilizados	69
8.3 Presentación de Resultados	89
8.4 Tabla de Valores Q	89
8.5 Coeficiente de Ligadura	90
8.6 Cálculos	110
8.7 Tablas y Graficas	154
8.8 Conclusiones	155
8.9 Explicación de la Ecuación de Molliet	161
8.10Aplicaciones	161
8.11Posibilidades de empleo de las fibras	161
8.12 Sugerencias para Futuros Trabajos	164
8.13 Bibliografía	165

GLOSARIO

Absorción La asimilación de un material en otro; en la refinación del petróleo, el uso de un líquido absorbente para quitar selectivamente componentes de una corriente de proceso.

Acción: Magnitud que se define como producto de la energía absorbida durante un proceso, por la duración del mismo. Influencia ejercida sobre otro ser, ejemplo: La luz sobre los organismos, la caña sobre la línea.

Aceleración: Se conoce también como aceleración lineal, y es la variación de la velocidad de un objeto por unidad de tiempo. La velocidad se define como vector, es decir, tiene módulo (magnitud), dirección y sentido. De ello se deduce que un objeto se acelera si cambia su celeridad (la magnitud de la velocidad), su dirección de movimiento, o ambas cosas. Si se suelta un objeto y se deja caer libremente, resulta acelerado hacia abajo. Si se ata un objeto a una cuerda y se le hace girar en círculo por encima de la cabeza con celeridad constante, el objeto también experimenta una aceleración uniforme; en este caso, la aceleración tiene la misma dirección que la cuerda y está dirigida hacia la mano de la persona. Cuando la celeridad de un objeto disminuye, se dice que decelera. La deceleración es una aceleración negativa. Un objeto sólo se acelera si se le aplica una fuerza. Según la segunda ley del movimiento de Newton, el cambio de velocidad es directamente proporcional a la fuerza aplicada (véase Mecánica). Un cuerpo que cae se acelera debido a la fuerza de la gravedad. La aceleración angular es diferente de la aceleración lineal. La velocidad angular de un cuerpo que gira es la variación del ángulo descrito en su rotación en torno a un eje determinado por unidad de tiempo. Una aceleración angular es un cambio de la velocidad angular, es decir, un cambio en la tasa de rotación o en la dirección del eje.

Adsorción Adherencia de las moléculas de gases, de líquidos, o de sustancias disueltas a una superficie sólida, dando por resultado la concentración relativamente alta de las moléculas en el lugar del contacto; por ejemplo, la adhesión electroquímica de un aditivo antidesgaste en las superficies metálicas.

Aglomeración El potencial del sistema de atracción y adherencia de partículas.

Aire atrapado La incorporación de aire en forma de burbujas como una fase dispersa en el fluido.

AIRE Mezcla de gases que conforman la atmósfera de la tierra. Los gases que constituyen el aire seco más importantes son: nitrógeno (N₂) al 78.09%, oxígeno (O₂) al 20.946%, argón (A) al 0.93% y dióxido de carbono (CO₂) al 0.33% . El vapor de agua (H₂O) es uno de los principales componentes del aire así como uno de los gases más importantes de la meteorología.

Algodón La fibra del algodón se puede adaptar a diferentes construcciones y procesos de acabado sin perder sus características de formidable desempeño.

Algodón duro

Procede de bellotas que no abren bien; la fibra se encuentra apretada y manchada, por causas fisiológicas o por el ataque de gusanos como el "arreatado", "gusano rosado de la India" u otros.

Algodón fibra

Es la fibra obtenida una vez que el algodón en rama ha pasado por el proceso de desmote, separando la fibra de la pepa o semilla.

Algodón crudo

Algodón libre de impurezas.

Algodón muerto (Inactivo)

Una forma extrema de algodón inmaduro, teniendo una pared de fibra delgada. Puede resultar por enfermedad, plaga o períodos cortos de maduración.

Algodón rama

Algodón tal como sale de la planta al ser cosechado (fibra y pepa juntos).

Capacidad de contaminación (suciedad, ACFTD) El peso de un contaminante artificial especificado que se debe agregar al afluyente para producir una diferencia de presión dada a través de un filtro en las condiciones especificadas. Utilizado como indicador servicio de vida relativa.

Capacidad de un Filtro La cantidad de contaminantes que un filtro sostendrá antes de que se desarrolle una caída de presión excesiva. La mayoría de los filtros tienen válvulas de desvío que actúan cuando un filtro alcanza su capacidad clasificada.

Capilaridad Fenómeno asociado con la tensión superficial de los líquidos, particularmente en tubos capilares y medios porosos en los que se reúnen interfaces gaseosas, líquidas y sólidas.

Capilaridad Una característica de un sistema sólido-líquido manifestada por la tendencia del líquido en contacto con el sólido a levantarse arriba o a caer debajo del nivel del líquido circundante; este fenómeno se puede observar en un tubo de diámetro interno pequeño (tubo capilar).

Capilaridad Ascenso espontáneo de un líquido por el interior de un tubo delgado (capilar). La capilaridad depende de las atracciones existentes entre sus moléculas y las interacciones entre las moléculas y las paredes del tubo de vidrio.

caudal *sin.* medida del flujo; Volumen de agua que fluye a través de una sección transversal de un río o canal en la unidad de tiempo.

Cavitación Formación de una burbuja de aire o de vapor debido una caída de presión en un líquido, a menudo como resultado del movimiento de un cuerpo sólido, tal como un propulsor o un pistón, a través de un líquido; también, las picaduras o el desgaste de una superficie sólida como resultado del colapso de una burbuja de aire o vapor. La cavitación puede ocurrir en un sistema hidráulico como resultado de un nivel bajo del fluido, lo que causa un arrastre de aire, o una viscosidad muy elevada del fluido, del cual se pueden escapar gases disueltos en el mismo fluido, produciendo burbujas minúsculas que se amplían explosivamente en la entrada de la bomba, causando la erosión del metal y la destrucción eventual de la bomba. Las burbujas también pueden sufrir un colapso en la parte presurizada de la bomba causando erosión y la destrucción eventual de la misma.

Clasificación de viscosidad ASTM Un método para especificar niveles de viscosidad de lubricantes industriales; no denota calidad.

Cociente (beta) de la Filtración El cociente del número de las partículas mayores que un tamaño dado en el líquido del influyente al número de las partículas mayores de el mismo tamaño en el líquido efluente.

Conductividad térmica Medida de la capacidad de un sólido o de un líquido de transferir calor

Control de calidad. El conjunto y uso de técnicas operacionales y actividades que sustenten la calidad de un material, producto, sistema o servicio que satisfaga unas necesidades dadas.

Cuerpo: Porción limitada de materia.

Densidad Masa por unidad de volumen. Es una propiedad característica de cada sustancia.

Deposito Un estanque para almacenamiento de líquidos.

Desabsorción Contrario de la absorción o de la adsorción. En la filtración, se relaciona con el lanzamiento en sentido contrario de las partículas retenidas previamente por el filtro.

Descarga (Filtro) La liberación del contaminante que fue capturado inicialmente por el medio filtrante.

Diseño: Trabajo de proyección de objetos de uso, teniendo básicamente en cuenta los materiales empleados y su función.

Distribución del Tamaño del Poro Es el cociente entre el número de agujeros efectivos de un tamaño dado y el número total de agujeros efectivos por unidad de área expresado como porcentaje y en función de tamaño del agujero.

Eficiencia del Filtro Método de expresar la capacidad de un filtro de atrapar y de conservar contaminantes de un tamaño dado.

Elemento Filtrante Dispositivo poroso que realiza el proceso real de la filtración, emisiones del óxido del nitrógeno (NOx). Ambos utilizan catalizadores de metales nobles (platino, paladio o rodio) que se pueden "envenenar" por compuestos de plomo que se encuentren en el combustible o el lubricante.

Energía cinética: Energía que tienen todos los cuerpos cuando están en movimiento.

Energía eléctrica: Energía que permite a los electrones liberarse de sus átomos y desplazarse a través de un material conductor.

Energía química: Energía obtenida a partir de una reacción química entre varias sustancias. Un ejemplo de ello son las pilas. En algunas pilas, las sustancias que reaccionan son Cinc, Carbono y una Sal; en otras, Níquel, Cadmio y una sal. En las baterías de los coches son electrodos de plomo y ácido sulfúrico mezclado con agua destilada.

Energía: Se llama así a todo aquello que hace posible el que se pueda realizar un trabajo. Es decir, si alguna máquina, persona, animal o cosa (como el viento, mar, etc.) pueden realizar un trabajo; es porque tienen energía que les va a permitir realizarlo. Nada ni nadie podría realizar un trabajo si no tuviera algún tipo de energía: calorífica, cinética, eléctrica química luminosa, etc.

Ensayo para la vida del Filtro Tipo de prueba sobre la capacidad del filtro en el cual un contaminante que taponar se agrega al influente de un filtro, bajo condiciones de prueba especificadas, para producir una elevación dada en la caída de presión a través del filtro ó hasta que la reducción del flujo especificada es alcanzada. La vida del filtro se puede expresar como tiempo de la prueba requerido para alcanzar condiciones terminales a una rata especificada de la adición del contaminante.

entropía, definido como la capacidad del calor para desarrollar trabajo, y demostró que la entropía del sistema se incrementa en un proceso irreversible. Llevó a cabo así mismo investigaciones sobre la teoría cinética de los gases y los fenómenos electroquímicos.

Espécimen. Una porción de material o muestra de laboratorio, con la que será realizado un ensayo o que es tomada para ese propósito (especimen de ensayo).

Experimento = prueba práctica realizada para estudiar e intentar entender un fenómeno Material fabricado con vidrio hilado y utilizado como aislamiento. Manta tejida con hilos de vidrio que sirve como refuerzo para una resina utilizada para moldear piezas o aislar paredes, suelos, tejados, etc

Filtro

Materia porosa, como el fieltro, el papel, la esponja, el carbón, la piedra, etc., o masa de arena o piedras menudas a través de la cual se hace pasar un líquido para clarificarlo de los materiales que lleva en suspensión.

Fibra

La unidad de materia natural o artificial que constituye el elemento básico de las hilaturas de una alfombra. La fibra se caracteriza por tener una longitud de 100 veces como mínimo su diámetro o ancho y son las unidades que pueden hilarse para conformar un hilo. Algunas propiedades importantes son la elasticidad, finura, uniformidad, durabilidad y lustre. Existe la fibra brillante o con alto lustre y la fibra opaca o con bajo lustre.

Fibra

Fibra de algodón clasificada de 4 maneras: por su longitud, micronaire (el tamaño de una fibra individual de algodón tomada en un corte transversal), resistencia y uniformidad. La fibra normalmente representa aproximadamente el 35% de peso de una semilla de algodón, aunque esta proporción varía.

Fibra acrílica

Nombre genérico para una fibra que consiste en el mínimo de 85% de unidades de acrilonitrilo.

Fibra poliéster

Nombre genérico para una fibra sintética del tereftalato de polietileno.

Fibras sintéticas

Fibras o filamentos producidos a partir de polímeros. No ocurren naturalmente.

Fibra de vidrio

Material fabricado con vidrio hilado y utilizado como aislamiento. Manta tejida con hilos de vidrio que sirve como refuerzo para una resina utilizada para moldear piezas o aislar paredes, suelos, tejados, etc.

Filtro

Materia porosa, como el fieltro, el papel, la esponja, el carbón, la piedra, etc., o masa de arena o piedras menudas a través de la cual se hace pasar un líquido para clarificarlo de los materiales que lleva en suspensión.

Filtración de Flujo Total Un sistema de la filtración en el cual el flujo total de un sistema fluido que circula pasa a través de un filtro.

Filtración El proceso físico o mecánico de separar material de partículas insolubles de un fluido, tal como aire o líquido, pasando el líquido a través de un medio filtrante que no permitirá que los particulares pasen a través de él.

Filtración en Desvío, Un sistema de filtración en el cual solamente una porción del flujo total de un sistema fluido que circula, pasa a través de un filtro en cualquier instante o en cuál un filtro que tiene su propia bomba de circulación funciona en paralelo al flujo principal.

Filtración mecánica: Remueve los desechos sólidos (excremento de pez) así como restos de alimento del acuario. A fin de realizar esto, es necesario que el filtro circule el agua de tal forma que los sólidos no se asienten en el fondo. Los materiales filtrantes pueden ser cartuchos reemplazables, esponjas, etc. Este material filtrante se enjuaga o se reemplaza en intervalos regulares.

Filtración Separación de las partículas sólidas de un líquido haciendo pasar la mezcla a través de un material que retiene partículas sólidas.

Filtración superficial Filtración la cual retiene primero los contaminantes de la superficie influente.

Filtración: Proceso mediante el cual se hace pasar el agua a través de un filtro para limpiarla de las materias que contiene en suspensión o disueltas en ella.

Filtrado Líquido recolectado de una filtración.

Filtrado por adsorción La atracción a, y retención de partículas adentro, de un medio filtrante por fuerzas electrostáticas, o por la atracción molecular entre las partículas y el medio.

Filtro adsorbente Un medio filtrante que retiene contaminantes solubles e insolubles en su superficie por la adherencia molecular.

Filtro Cualquier dispositivo o sustancia porosa usada como tamiz para limpieza de fluidos removiendo material en suspensión.

Filtro de absorción Un medio filtrante que retiene contaminantes por métodos mecánicos

Filtro de Flujo Total Un filtro que, bajo condiciones especificadas, filtra todo el flujo del influyente.

Filtro de fondo Medio filtrante que retiene contaminantes en sus pasajes internos.

Filtro de la línea de presión Un filtro situado en un líquido de funcionamiento de la línea que conduce a uno o varios dispositivos de trabajo.

Filtro de Línea de retorno Filtros situados en la línea de retorno después que el fluido ha pasado a través de todo el sistema

Filtro de succión Filtro en la línea de entrada a una bomba en el cual el fluido se encuentra por debajo de la presión atmosférica.

Filtro de virutas (control de cascajo,) Un filtro previsto para evitar solamente que las partículas grandes pasen a componentes ubicados después del filtro.

Filtro del Cáster de Drenaje Un filtro situado en una línea que conduce a un líquido de una bomba o un motor a un depósito o reservorio.

Filtro del depósito Un filtro instalado en el depósito en serie con la línea de succión o de entrada del fluido.

Filtro Duplex Un montaje de dos filtros con la válvula para la selección de cualquier o ambos filtros.

Filtro en línea Montaje de un filtro en el cual la entrada, salida y el eje del elemento filtrante están en una línea recta.

Filtro magnético Un elemento filtrante que, además de su medio de filtro, tiene un imán o imanes incorporados en su estructura para atraer y separar partículas ferromagnéticas.

Filtro múltiple Un filtro en el cual la puerta de entrada y de salida es perpendicular al eje del elemento filtrante y está en paralelo a cualquier otro puerto de entrada.

Filtro Plisado Un elemento filtrante cuyo medio consiste en una serie de dobleces uniformes y tiene la forma geométrica de un cilindro, de un cono, de un disco, de una placa, etc. Sinónimo con corrugado.

Frecuencia Número de veces que se repite una situación o ciclo en un tiempo determinado.

Fricción Fluida Fricción debido a la viscosidad de líquidos.

Fricción La fuerza que resiste el movimiento encontrada entre dos cuerpos, bajo la acción de una fuerza externa en la cuál un cuerpo tiende a moverse sobre la superficie del otro.

fuerza física.-Acción física que transmite una aceleración a una masa. Esta definición tan simple esconde uno de los conceptos básicos de la física. Una fuerza, independientemente de su origen o forma de transmisión, provoca en el cuerpo sobre la que es aplicada un cierto efecto. Este efecto puede ser en ocasiones imperceptible (p.e., si empujamos la pared de una casa no percibiremos cambio alguno), pero está presente.

Fuerza: (en física) Cualquier acción o influencia que modifica el estado de reposo o de movimiento de un objeto.

Fusión Paso de sólido a líquido al aumentar la temperatura.

Geosintético. Producto planar manufacturado a partir de un material polimérico usado en fundación, suelo, roca o tierra, o cualquier otro material relacionado con la ingeniería geotécnica, que forma parte integral de un proyecto, estructura o sistema elaborado por el hombre.

Gradiente de Presión. Matemáticamente, vector perpendicular a la isobara o a la superficie isobárica y dirigido hacia valores bajos de presión. Diferencia de presión entre dos puntos.

Gradiente de Temperatura. La razón del cambio de la temperatura por unidad de distancia, muy comúnmente referido con respecto a la altura. Se tienen dos gradientes,

el adiabático de 10.0 °C/Km. (en aire seco) y el pseudoadiabático (aire húmedo) es 6.5 °C/Km.

Gravedad = fuerza de atracción natural que existe entre dos cuerpos que tienen masa. Más grande la masa, más fuerte la gravedad.

Gravitación: Propiedad de atracción mutua que poseen todos los objetos compuestos de materia. A veces se utiliza como sinónimo el término gravedad, aunque estrictamente este último sólo se refiere a la fuerza gravitacional entre la Tierra y los objetos situados en su superficie o cerca de ella.

Hidráulica Es la ciencia que estudia la ingeniería del comportamiento de los líquidos con respecto a la presión y al flujo de los mismos.

Langmuir, Irving (1881-1957), químico estadounidense conocido por su trabajo en distintos campos de la química. Langmuir nació en Brooklyn (Nueva York) y estudió en las universidades de Columbia y Gotinga. Desde 1932 hasta su jubilación en 1950, fue director adjunto del laboratorio de investigación de la General Electric Company. Trabajó en el desarrollo de las lámparas de tungsteno, en el aparato de descarga de electrones, en las bombas de vacío y en la soldadura de hidrógeno atómico. Langmuir y su colega estadounidense Gilbert Lewis desarrollaron una teoría de la interacción química y la valencia basada en la estructura del átomo, conocida como teoría de Langmuir-Lewis. La investigación de Langmuir en la física de las nubes le condujo a la estimulación artificial de la lluvia. Por su trabajo en películas monomoleculares y en química de superficies, fue galardonado en 1932 con el Premio Nobel de Química

Ley de Henry La concentración de un gas en solución es proporcional a la presión parcial de ese gas en equilibrio con la solución.

Lípidos Sustancias orgánicas de origen biológico que se disuelven fácilmente en solventes orgánicos no polares tales como cloroformo, éter y benceno. Los lípidos sirven como molécula de almacenamiento de energía usualmente en forma de grasa o aceite.

Líquido Cualquier sustancia que fluya fácilmente o cambie en respuesta a la más pequeña influencia. Generalmente, cualquier sustancia en la cual la fuerza requerida para producir una deformación dependa del índice de deformación más que de la magnitud de la deformación.

Litósfera Capa exterior de la geósfera; corteza terrestre.

Lixiviación Proceso de disolución de un sólido por un líquido, como el agua.

Masa Atómica Masa de un átomo

Lote. Una unidad de producción, o un grupo de otras unidades o paquetes, tomados para muestreo o análisis estadístico, compartiendo una o más propiedades comunes y que sean fácilmente separables de otras unidades similares.

Longitud Largo de la fibra de cualquier tipo de algodón, obtenido sin considerar la calidad de una porción de sus fibras y bajo condiciones de: humedad relativa 65%; temperatura 21°C. Las fibras más largas son más finas y fuertes que las fibras cortas. La longitud se expresa en pulgadas o en centímetros.

Magnitud: Cualquier propiedad de un cuerpo que se pueda medir.

Masa molar Masa (por lo general en gramos) de un mol de sustancia

Masa: (Física) Propiedad intrínseca de un cuerpo, que mide su inercia, es decir, la resistencia del cuerpo a cambiar su movimiento. La masa no es lo mismo que el peso, que mide la atracción que ejerce la Tierra sobre una masa determinada (véase Gravitación).

Materia Todo aquello que tiene masa y volumen

Mecánica: Rama de la física que se ocupa del movimiento de los objetos y de su respuesta a las fuerzas.

Medio no tejido Un medio filtrante integrado por varias fibras.

Metal Elemento químico con gran facilidad para perder electrones, de alta conductividad térmica y eléctrica, con brillo maleabilidad y ductibilidad.

Metales pesados Metales de masa atómica elevada por lo general del quinto o sexto período de la tabla periódica.

Mezcla heterogénea Mezcla formada por 2 o más componentes en la cual se pueden distinguir sus componentes a simple vista o con ayuda de un microscopio. Cada componente conserva sus propiedades.

Mezcla homogénea Mezcla formada por 2 ó más componentes en la cual no se pueden distinguir sus componentes a simple vista, y cada uno conserva sus propiedades.

Mezcla Combinación física formada por 2 o más componentes, los cuales no tienen una proporción fija o definida. En una mezcla cada componente conserva inalterable sus propiedades físicas y químicas. Las mezclas se pueden separar por medios físicos. Presentan temperatura variable durante los cambios de estado.

Micra: Milésima parte del mm. $1\text{ mm} = 1000\text{ micras}$. Se representa con la letra griega μ

Mineral Elemento o compuesto químico que se expresa a través de una fórmula química. Se forma por un proceso natural.

Miscible En este guía, significa un material que se mezcla fácilmente con el agua.

Mol Unidad utilizada en química, que corresponde a la cantidad de: átomos, iones, moléculas, electrones, protones u otras entidades específicas cuyo valor es $6 \cdot 10^{23}$ unidades.

Molécula polar Aquella que presenta 2 centros de gravitación de carga positiva y negativa.

Molécula Unión de 2 o más átomos que pueden ser iguales o distintos Ej. H_2 y H_2O .

Monómero Compuesto cuyas moléculas reaccionan para formar un polímero.

Monosacáridos Azúcares simples. Ej.: glucosa, fructosa (fruta), ribosa.

Neutrón Partícula con carga cero que se encuentra en el núcleo del átomo y es la responsable de la masa del átomo (la masa del protón y el electrón son muy pequeñas).
Morfología Definición: El estudio de la forma. Aristóteles dijo que la mente es el "sitio de las formas". Existe entonces una morfología de las células y del cerebro mismo, así como morfología lingüística (que trata las maneras como los fragmentos o trozos se arman formando palabras).

Muestra de laboratorio. Una porción de material tomado para representar el lote muestra o el material original y usado en el laboratorio como una fuente de especímenes de ensayo.

Muestra del lote. Una o más unidades de empaque tomadas aleatoria mente, que representan un muestreo con fines de aceptar un lote específico. Se usa como fuente de muestras de laboratorio.

Muestra primaria. La muestra primaria contiene todas las fuentes de variabilidad que puede considerarse en los ensayos para aceptar un lote. La unidad de muestreo tomada en la primera etapa de selección en cualquier procedimiento para muestreo de un lote o embarque. **Nota:** Para textiles las unidades primarias de muestreo son generalmente tomadas como las unidades de empaque que conforman un lote: tales como fardos de fibra, rollos de tela por ejemplo. Un adecuado muestreo para aceptar un lote mediante ensayos, requiere tener en cuenta no solamente la variabilidad entre las muestras primarias de muestreo, sino también la variabilidad entre sub-unidades dentro de las unidades primarias de muestreo y entre los especímenes de una sub-unidad en la unidad primaria de muestreo.

Muestra. (1) Una porción de material que es tomada para ser ensayada o para propósitos de acumulación de datos. (2) El grupo de especímenes usados o de

observaciones realizadas, que proveen información que puede ser usada para realizar inferencias estadísticas acerca de una población o poblaciones de donde el espécimen fue tomado.

Newton, Isaac (1642-1727), matemático y físico británico, considerado uno de los más grandes científicos de la historia, que hizo importantes aportaciones en muchos campos de la ciencia. Sus descubrimientos y teorías sirvieron de base a la mayor parte de los avances científicos desarrollados desde su época. Newton fue junto al matemático alemán Gottfried Wilhelm Leibniz uno de los inventores de la rama de las matemáticas denominada cálculo. También resolvió cuestiones relativas a la luz y la óptica, formuló las leyes del movimiento y dedujo a partir de ellas la ley de la gravitación universal. Newton nació el 25 de diciembre de 1642 (según el calendario juliano vigente entonces; el 4 de enero de 1643, según el calendario gregoriano vigente en la actualidad), en Woolsthorpe, Lincolnshire. Cuando tenía tres años, su madre viuda se volvió a casar y lo dejó al cuidado de su abuela. Con el tiempo, su madre, que se quedó viuda por segunda vez, decidió enviarle a una escuela primaria en Grantham. Más tarde, en el verano de 1661, ingresó en el Trinity College de la Universidad de Cambridge. Newton recibió su título de bachiller en 1665. Después de una interrupción de casi dos años provocada por una epidemia de peste, volvió al Trinity College, donde le nombraron becario en 1667. Recibió el título de profesor en 1668. Durante esta época se dedicó al estudio e investigación de los últimos avances en matemáticas y a la filosofía natural que consideraba la naturaleza como un organismo cuyo mecanismo era bastante complejo. Casi inmediatamente realizó descubrimientos fundamentales que le fueron de gran utilidad en su carrera científica.

Nivel de valencia Último nivel de energía que posee un átomo

No electrolito Sustancia que disuelta en agua produce una disolución no conductora de la electricidad.

No metal Elemento que por lo general es mal conductor de calor y electricidad.

Núcleo atómico Región central de un átomo donde se encuentran los protones y neutrones.

Número atómico Número de protones de un átomo. Cuando el átomo es neutro, el número de protones es igual al número de electrones. Este número permite distinguir los átomos de los distintos elementos.

Número de coordinación Número de enlaces coordinados que forma un átomo o ión metálico en un complejo.

número de Reynolds Parámetro adimensional que expresa la relación entre las fuerzas de inercia y las de viscosidad.

Número másico Suma de los protones y neutrones. No se consideran los electrones ya que su masa es despreciable con relación a estas partículas.

Nutrientes Compuestos esenciales para la alimentación de los organismos; comprenden los hidratos de carbono, grasas, proteínas, sales minerales, vitaminas y agua.

Oxidación Proceso en el cual se liberan electrones.

Óxidos ácidos Óxidos no metálicos que al reaccionar con agua forma oxiácidos.

Óxidos básicos Óxidos metálicos que al reaccionar con agua forman hidróxidos.

Óxidos Compuesto químico formado por oxígeno y metal o no metal, cuando esta formado por oxígeno y no metal se llama anhídrido.

Partícula: parte pequeña de un cuerpo

Períodos Filas horizontales de elementos en la tabla periódica, indican el nivel de energía que poseen los átomos.

Permeabilidad La relación de flujo por unidad de área a diferentes presiones que pasa a través de un filtro.

permeabilidad intrínseca Propiedad de un medio poroso que permite el movimiento de líquidos y gases a través de él bajo la acción combinada de la gravedad y la presión.

Peso = medida de la fuerza que ejerce la atracción de la Tierra sobre un cuerpo. Un elefante al tener mas masa sufre una mayor fuerza de atracción y por tanto pesa más

Peso: Medida de la fuerza gravitatoria ejercida sobre un objeto.

pH Medida de alcalinidad o de acidez en agua y líquidos con agua. el pH se puede utilizar para determinar la características de los inhibidores de corrosión en líquidos a base de agua. Típicamente, el $\text{pH} > 8.0$ se requiere para inhibir la corrosión del hierro y de las aleaciones ferrosas en líquidos a base de agua.

PH pH es un valor que representa la acidez o alcalinidad de una solución acuosa. El agua pura tiene un pH de 7. Un valor pH bajo 7 indica una solución ácida (un pH de 1 indica una solución extremadamente ácida). Un valor de pH superior a 7 indica una solución alcalina (un pH de 14 es extremadamente alcalino). Los ácidos y los álcalis (bases) son calificados comúnmente como materiales corrosivos.

ph Medida de la concentración de protones en una solución.

Pigmento Material colorante insoluble.

Planta de tratamiento de aguas negras Instalación construida para la limpieza del agua municipal ya utilizada.

Polimerización La combinación química de moléculas similares para formar moléculas más grandes.

Polímero Sustancia constituida por moléculas grandes compuestas de muchas unidades idénticas que se repiten.

Polisacáridos Carbohidratos complejos ya que contienen muchas moléculas de azúcares unidas entre sí. Ej.: almidón y celulosa.

Poro Un pequeño canal o abertura en un filtro medio que permite el paso del líquido.

Porosidad Es el cociente entre el volumen del poro y el volumen total de un filtro medio expresado como porcentaje.

Porosidad.- Es la propiedad que poseen los cuerpos de tener entre sus moléculas unos espacios vacíos, llamados poros.

Potencia: Fuerza que se aplica a una palanca, polea, torno, etc. Para vencer la resistencia.

Potencia: Fuerza que se aplica a una palanca, polea, torno, etc. Para vencer la resistencia.

Precipitado Suspensión de pequeñas partículas sólidas en un líquido formadas por una reacción química.

Preparación de la muestra Factores que pueden mejorar la exactitud del análisis de partículas. Estos factores incluyen dispersión y ubicación de partículas y dilución de la mezcla.

presión a nivel de la estación es la presión atmosférica en referencia a la elevación de la estación.

presión a nivel del mar es la presión atmosférica a nivel del mar, usualmente determinada por la presión de la estación en observación.

presión absoluta la suma de las presiones atmosféricas.

presión atmosférica es la presión o el peso que ejerce la atmósfera en un punto determinado. la medición puede expresarse en varias unidades de medidas: hectopascuales, en milibares, pulgadas o milímetros de mercurio (Hg.). también se conoce como presión barométrica.

presión barométrica es la presión o el peso que ejerce la atmósfera en un punto determinado. la medición puede expresarse en varias unidades de medidas: hectopascuales, milibares, pulgadas o milímetros de mercurio (hg). también se conoce como presión atmosférica.

Presión Clasificada La presión de funcionamiento recomendada por el fabricante de un equipo.

Presión de la parte posterior La presión encontrada en el lado opuesto de un sistema.

Presión de vapor Es la presión a la cual un líquido y su vapor están en equilibrio a una determinada temperatura. Los líquidos con presiones de vapor más altas evaporan más rápidamente.

Presión del Sistema Es la presión que supera las resistencias totales en un sistema. Incluye todas las pérdidas así como el trabajo útil.

Presión del vapor Presión de un vapor confinado en equilibrio con su líquido a una temperatura especificada así, una medida de la volatilidad de un líquido.

presión es la fuerza ejercida por el peso de la atmósfera en cada unidad de área en un punto sobre o por encima de la superficie de la tierra. también se le conoce como presión atmosférica o presión barométrica.

presión estándar de la superficie la medida de una atmósfera de presión bajo condiciones estándar. equivale a 1,013.25 milibares, 29.92 pulgadas de mercurio, 760 milímetros de mercurio, 14.7 libras por pulgadas cuadradas ó 1.033 gramos por centímetro cuadrado.

presión fuerza por unidad de área, expresada generalmente en libras por pulgada cuadrada.

Presión parcial de un gas La presión que ejerce un gas en una mezcla de gases. Es la presión que ejercería si estuviera sólo en un recipiente.

Presión, Atmosférica Presión ejercida por la atmósfera en cualquier lugar específico. (la presión al nivel del mar es de aproximadamente 14,7 libras por pulgada cuadrada.)

Productos Sustancias finales que se forman en una reacción química.

Profundidad Media del Filtro Los materiales porosos que retienen sobre todo contaminantes dentro de una trayectoria exigente, realizado el proceso real de la filtración.

Profundidad Media del Filtro Los materiales porosos que retienen sobre todo contaminantes dentro de una trayectoria exigente, realizado el proceso real de la filtración.

Propiedades físicas Propiedades que determina aspectos de la materia sin cambio en la composición de ella.

Propiedades químicas Propiedades que determina aspectos de la materia con cambio en la composición de ella.

Proteínas Polímeros naturales orgánicos cuyas unidades básicas son los aminoácidos. Los elementos químicos que los conforman son C, H, O, N, S.

Protón Partícula con carga positiva que se encuentra en el núcleo del átomo.

pulgadas de mercurio (Hg) Este nombre se deriva del uso del barómetro de mercurio que compara la altura de una columna de mercurio con la presión del aire. Una pulgada de mercurio equivale a 33.86 milibares ó 25.40 milímetros. Esta medida fue inventada en 1644 por Evangelista Torricelli (1608-1647), físico y matemático italiano, para explicar los principios fundamentales de la hidromecánica.

Punto de congelación Temperatura más baja que puede alcanzar un líquido antes de pasar al estado sólido.

Punto de ebullición Temperatura más alta que puede alcanzar un líquido antes de pasar al estado gaseoso.

Punto de fusión Temperatura más alta que puede alcanzar un sólido antes de pasar al estado líquido.

Razón absoluta de filtrado El diámetro más grande de las partículas esféricas duras que pasarán a través de un filtro bajo condiciones de prueba especificadas. Indicador de la apertura mayor en los elementos filtrantes.

Reacción química: Proceso en el cual a partir de una o más sustancias se originan otra u otras distintas a las iniciales: . En una reacción química los átomos de los elementos o compuestos químicos iniciales son los mismos que los átomos de los elementos químicos finales, pero la reordenación de los átomos iniciales y finales de dichos elementos o compuestos es distinta.

Reacciones de óxido reducción Son aquellas en las cuales unos reactantes ganan electrones, y otros los pierden. En ellas debe existir un cambio en el estado de oxidación de algunos elementos o todos los elementos de los compuestos reaccionantes.

Reactante Sustancias iniciales que están presentes en una reacción química.

Reactivo Sustancia de partida de una reacción química

Recurso no renovable Recurso que no será reemplazado por los procesos naturales dentro del marco temporal de la experiencia humana

Recurso renovable Recurso que reponen los procesos naturales dentro del marco temporal de la experiencia humana.

Reducción Proceso en el cual se gana electrones

Resistencia dieléctrica Medida de la capacidad de un material aislador de soportar la tensión eléctrica (voltaje) sin fallar. Los líquidos con la alta rigidez dieléctrica (expresada generalmente en voltios o kilovoltios) son buenos aisladores eléctricos. (Designación D 877 De Astm.)

Resultados de ensayos. Es un valor obtenido por un método de ensayo determinado, expresando una única determinación o una combinación específica de un número de observaciones. **Nota:** Un resultado de ensayo es el valor reportado para una sub-unidad de la muestra de laboratorio. Para diferentes métodos de ensayo un resultado de ensayo puede ser: (1) El valor de una observación (como medida de una propiedad, una sumatoria de defectos, o clasificación) de un solo espécimen de una sub-unidad de muestra de laboratorio. (2) El promedio de los valores de una observación de cada uno de los n especímenes de una sub-unidad de muestra de laboratorio. (3) La relación de sucesos de un total de observaciones para n especímenes de una sub-unidad de muestra de laboratorio.

Rompimiento térmico Proceso mediante el cual las moléculas grandes son descompuestas mediante el uso de calor y de la presión para formar moléculas más pequeñas.

Rudolf Emanuel Clausius (1822 - 1888) Físico alemán. Se doctoró en 1848 por la Universidad de Halle. Fue profesor de física en la Escuela Real de Artillería e Ingeniería de Berlín y en las universidades de Zurich (1855-1867), Wurzburg y Bonn. Fue uno de los fundadores de la termodinámica. En 1850 enunció el segundo principio de la termodinámica como la imposibilidad de flujo espontáneo de calor de un cuerpo frío a otro de caliente, sin la aplicación de un trabajo externo.

Sales Compuestos químicos unidos por atracción electrostática que están formados por un anión y un catión distinto a O, H y OH

Schrödinger, Erwin (1887-1961), físico y premio Nobel austriaco, conocido sobre todo por sus estudios matemáticos de la mecánica ondulatoria y sus aplicaciones a la estructura atómica.

Nació en Viena y estudió en la universidad de esa ciudad. Dio clases de física en las universidades de Stuttgart (Alemania), Breslau (Polonia), Zurich, Berlín, Oxford y Graz (Austria). Desde 1940 hasta su jubilación en 1955 fue director de la escuela de física teórica del Instituto de Estudios Avanzados de Dublín. La aportación más importante de Schrödinger a la física fue el desarrollo de una rigurosa descripción matemática de las ondas estacionarias discretas que describen la distribución de los electrones dentro del átomo. Schrödinger demostró que su teoría, publicada en 1926, era el equivalente en matemáticas a las teorías de mecánica matricial que había formulado el año anterior el físico alemán Werner Heisenberg. Juntas, sus teorías constituyeron en buena medida la base de la mecánica cuántica. Schrödinger compartió en 1933 el Premio Nobel de Física con el británico Paul A. M. Dirac por su aportación al desarrollo de la mecánica cuántica. Su investigación incluía importantes estudios sobre los espectros atómicos, la termodinámica estadística y la mecánica ondulatoria.

Sedimentación Mayor facilidad con que las partículas de una sustancia se depositan en el fondo de un recipiente después de mezclar y agitar con agua u otro líquido.

Sedimento Partículas contaminantes de 5 μm y menores en tamaño.

Solidificación Paso de líquido a sólido.

Sólido Cualquier sustancia que tenga una forma definida y que no cambia. Se dice de una sustancia en la cual la fuerza requerida para producir una deformación depende de la magnitud de la deformación más que de la tasa de deformación.

Solubilidad Cantidad de una sustancia que se disuelve en una cantidad específica de disolución saturada a una presión y temperatura dada.

Solución concentrada Aquélla que contiene gran cantidad de soluto en una pequeña cantidad de solvente.

Solución diluida Aquélla que contiene muy poca cantidad de soluto en una gran cantidad de solvente.

Solución no saturada Solución que contiene una concentración menor de soluto que una solución saturada a temperatura dada.

Solución saturada Es la máxima cantidad de soluto que a presión y temperatura determinada se disuelve en una cantidad dada de solvente.

Solución sobresaturada Solución que contiene mayor concentración de soluto que una solución saturada a temperatura dada

Solución Mezcla homogénea formada por soluto y solvente. Sus componentes pueden separarse mediante cambios de estado

Soluto Es aquel componente de una solución que se encuentra en menor cantidad y corresponde al componente que se disuelve en el solvente.

Solvatación Proceso de disolución en el cual las moléculas de solvente rodean a las moléculas de soluto de una manera uniforme y está determinado por la polaridad del soluto y el solvente.

Solvente Es aquel componente de una solución que se encuentra en mayor cantidad y corresponde al componente que disuelve al soluto.

Sublimación Paso de sólido a gas directamente sin pasar por el estado líquido.

Suelo Mezcla de minerales, materia orgánica, aire y agua en proporciones variables. El suelo forma la capa superior de la litosfera y habitan en él una infinidad de organismos.

Superficie Media del Filtro Materiales porosos que retienen sobre todo contaminantes, en la cara del influente, realizado el proceso real de la filtración.

Suspensión Mezcla heterogénea en la cual sus componentes se encuentran en estado sólido y líquido, y se distinguen a simple vista.

Sustancias puras Aquéllas que no pueden descomponerse en otras más simples mediante cambios físicos. Poseen propiedades características que permiten identificarlas como por ejemplo densidad, temperatura de ebullición, temperatura de fusión, etc.

Tabla periódica Tabla en la que los elementos, clasificados en orden de número atómico creciente, se sitúan de manera tal que los que poseen propiedades similares se hallan cerca unos de otros.

Temperatura ambiente Temperatura del área o de la atmósfera alrededor de un proceso, (no la temperatura de funcionamiento del proceso en sí).

Temperatura Grado de calor que posee una sustancia.

Tensión superficial Es la fuerza de contracción superficial de un líquido por la cual tiende a adoptar una forma esférica y presentar la menor superficie posible. Se expresa en dinas/cm o ergs/cm².tensión superficial Energía superficial por unidad de área en la interfaz entre dos medios (por ejemplo, aire y agua), y que produce el fenómeno de la capilaridad.

Tensión superficial Fuerza de atracción entre las moléculas de la superficie de un líquido y de las moléculas por debajo de ellas que permite que los líquidos presentan una gran tendencia a formar gotas.

Tensión: Estado de un cuerpo sometido a la acción de fuerzas que lo estiran.

Teoría de los pares electrónicos del nivel de valencia Los pares de electrones del nivel de valencia se sitúan en el espacio de manera que entre ellos exista la mínima repulsión ocasionada por sus cargas negativas.

Termodinámica Estudio científico de las interconversiones de calor y otras formas de energía.

Trabajo: Se dice que se ha realizado un trabajo cuando se ejerce una **fuerza** sobre un cuerpo y se consigue desplazarlo una distancia determinada. El trabajo se mide en Julios.

Turbidez Nebulosidad.

Un mol de agua Significa que si contamos las moléculas, éstas serán $6 \cdot 10^{23}$ moléculas de agua.

Unidad de muestreo. Unidad identificable, discreta o sub-unidad de material que puede ser tomado como parte de una muestra.

Unidad de producción. Se refiere en esta práctica a la cantidad de geotextil que se ha acordado entre el productor y el comprador para propósitos de muestreo. **Nota:** En ausencia de un acuerdo en la cantidad, se recomienda tomar 500 m². Por ejemplo: una producción que conste de 6000 m², para propósitos de muestreo si el criterio a usar es de 500 m² tal como se ha sugerido en ausencia de un acuerdo, se requerirán 12 unidades de producción para conformar la producción.

Velocidad del flujo Vector que indica en un punto la velocidad y la dirección del movimiento de un líquido (por ejemplo, agua).

Velocidad: Relación entre el espacio recorrido y el tiempo empleado en recorrerlo. Cualidad de un movimiento de efectuarse en un tiempo relativamente corto; cualidad del móvil que lo efectúa. Variación de la posición de un cuerpo por unidad de tiempo. La velocidad es un vector, es decir, tiene módulo (magnitud), dirección y sentido. La magnitud de la velocidad, conocida también como rapidez o celeridad, se suele expresar como distancia recorrida por unidad de tiempo (normalmente, una hora o un segundo); se expresa, por ejemplo, en kilómetros por hora o metros por segundo. Cuando la velocidad es uniforme -constante- se puede determinar sencillamente dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo empleado. Cuando un objeto está acelerado, su vector velocidad cambia a lo largo del tiempo. La aceleración puede consistir en un cambio de dirección del vector velocidad, un cambio de su magnitud o ambas cosas.

Viscosidad Es la resistencia interna de un líquido a fluir. Esta propiedad es importante, porque indica qué tan rápido se fugará una sustancia a través de una perforación en contenedores o tanques.

Volumen Un término usado en la determinación de la compresibilidad de un líquido. Los datos para los productos de petróleo se pueden encontrar en las tablas críticas internacionales

TEJIDO: Material que resulta de entrelazar hilos de cualquier material. Disposición de los hilos de una tela.

TELA: Tejido formado por muchos hilos entrecruzados que forman una especie de hoja o lámina. Membrana, tejido de forma laminar de consistencia blanda.

TELAR: Máquina para hacer tejidos. La aparición del telar es muy antigua, aparece ya en Egipto y en Grecia con los elementos esenciales del telar actual. Los primeros telares mecánicos aparecieron en el siglo XVIII.

“ESTUDIO DE LA PERMEABILIDAD AL AIRE DE TEJIDOS (EXISTENTES EN EL MERCADO EUROPEO) DESTINADOS A FILTRACIÓN Y MEDICION DEL TAMAÑO DE PORO MEDIO EQUIVALENTE MEDIANTE UN EQUIPO DESARROLLADO EN LA CATEDRA DE DISEÑO ANALISIS DE TEJIDO OBJETO DE PATENTE DE INNOVACIÓN”

RESUMEN

En el presente trabajo se mostrara las propiedades de algunas fibras textiles en el mercado europeo determinando algunas propiedades como:

- Permeabilidad al aire.

La propiedad de una tela para permitir pasar aire a alta presión.

El cual podemos se demostrara las propiedades de las fibras y los valores obtenidos con las pruebas realizadas en el laboratorio.

- Filtración

Mediante la prueba de la filtración se realizarón pruebas físicas de varias fibras textiles como agentes filtrantes los cuales se utilizan en procesos industriales en el área farmacéutica, automotriz, del vestido etc.

En el proceso, la sustancia sólida que tiene mayor densidad, se deposita por gravedad, se denomina filtración a la separación mecánica de la mezcla de sólidos y líquidos con ayuda de un filtro que retiene a las sustancias sólidas, además se pueden determinar las fibras textiles que son factibles o no factibles para ciertos trabajos. Los filtros pueden ser de cualquier fibra textil natural o sintética. Algunos de los procesos que pueden realizar es retener sólidos muy finos y por lo tanto nos ayudaran a aclarar o limpiar soluciones. Si la suspensión a mezcla que se quiera filtrar es muy difícil o turbia se puede determinar que para su separación es más factible su centrifugación.

- Porosidad

La porosidad es la propiedad de las telas que se determina mediante cavidades que existe en las muestras.

ABSTRACT

Presently work was shown the properties of some textile fibers in the European market determining some properties like:

- Permeability to the air.

The property of a cloth to allow to pass air to high pressure.

Which we can the properties of the fibers and the values obtained with the tests carried out in the laboratory was demonstrated.

- Filtration

By means of the test of the filtration they were carried out physical tests of several textile fibers as agents filtrantes which are used in industrial processes in the pharmaceutical, self-driven area, of the dress etc...

In the process, the solid substance that has bigger density, is deposited by graviness, it is denominated filtration to the mechanical separation of the mixture of solids and liquids with the help of a filter that retains to the solid substances, the textile fibers they can also be determined that are feasible or not feasible for certain works. The filters can be made of any natural or synthetic textile fiber. Some of the processes that can carry out are to retain very fine solids and therefore they helped us to clarify or to clean solutions. If the suspension to mixture that he/she wants to filter it is very difficult or cloudy you can determine that it stops their separation it is but feasible their centrifugation.

- Porosity

The porosity is the property of the cloths that is determined by means of cavities that it exists in the samples.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se realizó mediante una serie de muestras de tejido usadas en el mercado europeo, cabe señalar que se trabajó en 20 muestras proporcionadas por el laboratorio Análisis de Tejidos y Física Textil, y otras solicitadas a la industria.

Se analizaron los parámetros que caracterizan a estos tejidos, desde el punto de vista de filtración.

Se realizaron varias pruebas para poder determinar la porosidad, la presión necesaria para que un fluido atravesase un tejido, permeabilidad al aire y tamaño de poro medio equivalente, con objeto de caracterizar técnicamente estos filtros y su capacidad de filtración, datos que frecuentemente no se tienen en cuenta, por trabajarse de forma artesanal.

La filtración se puede definir como un proceso de separación de las partículas contaminantes que se encuentran en suspensión en un medio fluido.

En general, la filtración puede tener dos objetivos:

a) Eliminar las partículas contaminantes para recuperar el fluido dispersante.

Ejemplo: Depuración del agua.

b) Recuperar los sólidos desechando el fluido dispersante.

Ejemplo: Concentración de sustancias minerales.

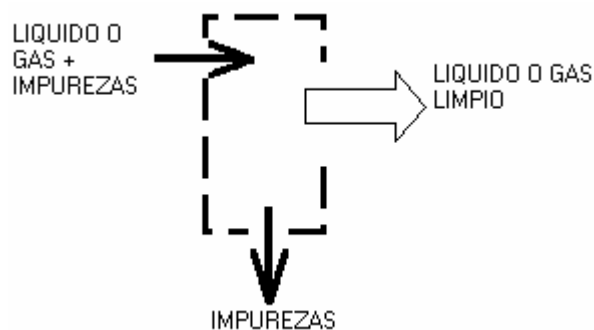


FIGURA No.1

Desde un punto de vista fenomenológico, los procesos de filtración se pueden caracterizar por varios parámetros:

Perdida de presión. ΔP

La pérdida de presión a través del filtro, se define mediante la siguiente expresión.

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

En donde:

P_1 = Es la presión antes del filtro.

P_2 = Es la presión después del filtro.

Inicialmente esta cantidad depende únicamente de las propiedades del fluido y de las propiedades del medio poroso. A medida que el proceso de filtración avanza, la pérdida de presión también depende de las propiedades de las partículas depositadas en el filtro.

ANTECEDENTES

ESQUEMA DE UN FILTRO



FIG 2

En la figura se ilustra una operación típica de filtración, mostrándose el medio filtrante, en este caso una tela, su soporte y la capa de sólidos, o torta filtrante, que se ha formado ya.

Los volúmenes de las suspensiones a tratar variarán desde las cantidades extremadamente grandes que aparecen en la depuración del agua y en el tratamiento de minerales en la industria minera, hasta cantidades relativamente pequeñas en la industria química, en la que la variedad de sólidos será considerable. En la mayor parte de casos de la industria química lo que interesa son los sólidos, siendo sus propiedades físicas y tamaño de gran importancia. Los principales factores a considerar al seleccionar el equipo y las condiciones de operación son:

- Las propiedades del fluido, especialmente su viscosidad, densidad y propiedades corrosivas.
- La naturaleza del sólido: tamaño y forma de partícula, distribución de tamaños, y características de relleno.
- La concentración de sólidos en suspensión.
- La cantidad de material a tratar y su valor.
- Si el producto valioso es el sólido, el fluido o ambos.
 - Si es necesario lavar los sólidos filtrados.
 - Si una contaminación muy ligera provocada por el contacto de la suspensión o el filtrado con los diversos componentes del equipo es perjudicial para el producto.
 - Si la suspensión de alimentación puede calentarse.
 - Si puede ser interesante efectuar algún tratamiento previo.

La filtración es esencialmente una operación mecánica y requiere menos energía que la evaporación o el secado, en las que debe suministrarse el elevado calor latente del líquido, generalmente agua. En la operación típica mostrada en la figura 2 se establece gradualmente una torta sobre el medio filtrante, incrementándose progresivamente la resistencia al flujo. Durante el período inicial de flujo se depositan partículas en las capas superficiales de la tela, formándose el verdadero medio filtrante. Este depósito inicial puede efectuarse mediante un primer flujo especial de material adecuado del que se

Hablará posteriormente. Los factores más importantes de que depende la velocidad de filtración serán entonces:

- La caída de presión desde la alimentación hasta el lado más lejano del medio filtrante.
- El área de la superficie filtrante.
- La viscosidad del filtrado.
- La resistencia de la torta filtrante.
- La resistencia del medio filtrante y de las capas iniciales de torta.
- Las partículas muy finas o incluso coloides, forman una torta de filtración muy compacta que dificulta la filtración.
- Las partículas gruesas y cristalinas, en cambio, forman una torta porosa y se dejan filtrar con facilidad.
- Las partículas cristalinas redondas o esquinada se filtran bien. Por el contrario, las partículas laminares se depositan una sobre otra dificultando el paso del líquido a filtrar.

Las partículas mucilaginosas y pegajosas obstruyen los poros del material de filtración. La torta de filtración puede llegar a hacerse impenetrable. La velocidad de filtración v_f se indica en metros cúbicos de filtrado (V), por metro cuadrado de superficie filtrante (A) y el tiempo (t) expresado en horas

$$V_f = \frac{V}{At} \frac{m^3}{m^2 \text{ horas}}$$

Para aumentar la velocidad de filtración se puede utilizar:

- **Temperatura.**
Al elevar la temperatura disminuye la viscosidad del líquido que se filtra y con ello en muchos casos se consigue una mejor velocidad de filtración.
- **Presión.**
Por aumento de la presión también se puede incrementar la velocidad a la que el filtrado atraviesa la torta de filtración. La caída de presión necesaria se puede alcanzar ya sea antes del filtro por la altura de la columna del líquido mismo o por presión adicional, o bien del lado del filtrado por disminución de la presión (<<vacío>>).
- **Agentes auxiliares de filtración (en la decantación).**
El agregado de agentes auxiliares de filtración que no reaccionen con la suspensión evita la formación de una torta de filtración con una estructura menos compacta.
Como agentes auxiliares de filtración se usan, entre otros: Tierras de infusorios, asbesto, cuarzo, celulosa, etc.
- **Disminución del espesor de la torta de filtración.**
- **Variación del pH.**

PARA REALIZAR LA FILTRACIÓN SE NECESITA:

- Medios filtrantes o agentes de filtración.
- Aparato de filtración.
- Materiales auxiliares para la filtración.

MEDIOS DE FILTRACIÓN:

La elección de los medios de filtración es, con frecuencia la consideración más importante para asegurar el funcionamiento satisfactorio de un filtro. Se debe escoger primordialmente por su capacidad para retener los sólidos que se deben separar del fluido.

Para la filtración de torta, la selección resulta casi siempre en una solución de término medio entre los siguientes atributos:

- Propensión mínima a las purgas: Capacidad de retener los sólidos sobre sus poros con rapidez.
- Propensión mínima a los atascamientos: Velocidad baja de arrastre de sólidos dentro de sus intersticios.
- Velocidad elevada de producción: Resistencia mínima al flujo de filtrado.
- Resistencia a los ataques químicos.
- Resistencia para sostener la presión de filtración.
- Resistencia aceptable al desgaste mecánico.
- Capacidad para descargar torta con facilidad y limpieza.
- Capacidad para conformarse mecánicamente al tipo de filtro, con el cual se utilizará.
- Costo mínimo.
- Para la filtración con medios de filtro, se aplican los atributos 3, 4, 5, 8 y 9 de la lista anterior y es preciso agregarles:
 - Capacidad para retener los sólidos requeridos.
 - Libertad de descarga de pelusa.
 - Capacidad para no atascarse con rapidez (larga duración).
 - Los medios de filtro se fabrican de algodón, polímeros sintéticos, vidrio, asbesto, celulosa, metales y otros materiales que forman fibras, de carbono, metal, retazos, polímeros sintéticos y otros sólidos porosos o perforados y de arenas otros sólidos en partículas, capaces de formar un lecho filtrable.

Para la filtración de torta, el tipo más común de media es el de textiles tejidos de algodón o fibras sintéticas. Además del material del que se hacen las hilazas, se utilizan ciertas características de construcción para describir Las telas de filtros:

1. Tejido: Se pueden hacer con cualquier fibra textil natural o sintética. De entre Los muchos disponibles, sólo se utilizan 4 de ellos como medios de filtración:

- Tejido liso (cuadrado): Los hilos cruzados se tejen par encima y par debajo de Los hilos largos, en forma alterna.
 - Sarga: Se caracterizan por su aspecto diagonal.
 - Tejido de cadena: La tela resultante tiene características intermedias a Las de Las lonas y Las sargas.
 - Saten: Similar a Las sargas, con hilos flotantes. El resultado es una tela de cara Lisa sin el aspecto diagonal de una sarga.
2. Estilo: número arbitrario que asigna cada fabricante.
 3. Conteo: número de hilos por pulgada en cada dirección, expresándose primero el de Los hilos largos.
 4. Peso (en peso por gramos cuadrados): Las telas de peso elevado y conteo bajo, constituyen Las telas más fuertes, pero en general tienden a atascarse y retener sólidos gruesos.

Existen otros medios de filtración:

Telas metálicas de varios tipos de tejido en níquel, cobre, latón, bronce, acero, aluminio, monel y otras aleaciones. Los metales también se utilizan en la forma de medios porosos rígidos.

- Medios fibrosos no tejidos para filtro, que se emplean hasta que fallen y luego se descartan.
- Los fieltros prensados y la barra de algodón se utilizan para filtrar partículas gelatinosas. Las tramas no tejidas se utilizan para fines similares.
- Pulpas y papeles de filtro: retienen sólidos muy finos y aclaran soluciones.
- Lechos granulares: filtros de arena y carbón, para filtrar agua y soluciones químicas.
- Placas filtrantes de arcilla, cuarzo, vidrio, tierra de diatomeas de determinado tamaño de grano, entre otros. Estos materiales granulados se compactan y se unen con la ayuda de aglutinantes para formar placas o tubos de diferente porosidad.

APARATOS DE FILTRACION

Clasificación de filtros según sus características:

POR LA FUERZA IMPULSORA:

Se induce el flujo del filtrado por el septo (tabique que divide una cavidad), mediante la carga hidrostática (gravedad), presión sobre atmosférica aplicada corriente arriba del septo, presión subatmosférica aplicada corriente abajo del septo, o fuerza centrífuga a través de éste último.

POR EL MECANISMO DE FILTRACIÓN:

- a. Filtración de tortas: Los sólidos filtrados se detienen en la superficie del medio y se amontonan unos sobre otros para formar una torta de espesor creciente.
- b. Filtración de medio filtro: (filtración de bloqueo, superficial, de profundidad y micrónica, clarificación y, cuando Las partículas retiradas son extremadamente

pequeñas, ultra filtración) Los sólidos quedan atrapados dentro de los poros o del cuerpo del medio.

POR LA FUNCION:

La meta puede ser la obtención de sólidos secos (la torta es el producto de valor), líquido clarificado (el filtrado es el producto valioso) o ambas cosas. Lo primero se logra sólo mediante la filtración de tortas; pero la clarificación se realicé tanto en Las operaciones de torta, como de media de filtración.

POR CICLO OPERACIONAL

Los filtros pueden ser intermitentes por lotes o continuos.

POR LA NATURALEZA DE LOS SÓLIDOS:

- a. De 1 a 10 micras y mayores: La mayoría de Las filtraciones incluyen sólidos de ésta gama de tamaños.
- b. De 1 micra hasta Las dimensiones de Las bacterias o, incluso, Las moléculas grandes: sólo se pueden filtrar mediante la filtración de medio filtro o ultra filtración.

Estos métodos de clasificación no se excluyen mutuamente. Así, por lo común, Los filtros se dividen primeramente en Los dos grupos de equipos de torta y clarificación, a continuación en grupos de máquinas que utilizan la misma fuerza impulsora y luego, en las clases par lotes o continuas.

CLASIFICACIÓN DE FILTROS SEGUN EL TIPO

1. FILTROS DE ARENA:

Abiertos
A presión

2. FILTROS PRENSA:

de cámaras
de platos y marcos:
con lavado
sin lavado
salida del producto abierta
salida del producto cerrada

3. FILTROS DE HOJAS:

Moore
Kelly
Sweetland

4. FILTROS CONTINUOS

Rotativo
Horizontales

JUSTIFICACION

Los tejidos utilizados han sido ampliamente estudiados tanto desde el punto de vista científico como el punto de vista teórico ya que se analizaron modelos matemáticos, ya que el tipo de fibras y el sistema de tejido son elementos básicos para el uso de filtración en cuanto a la calidad de detención de partículas.

El enfoque de este trabajo ha sido el dar cuenta la existencia de factores que determinan la calidad de la filtración de los tejidos destinados para la filtración, tales como las propiedades físicas y los tejidos estructurales.

Y dentro de las características estructurales se encuentra el Cover Factor de cobertura definido como la relación que existe entre el área descubierta, originada por separaciones entre los hilos de la urdimbre y las pasadas con el área total de las telas.

Por tanto se han estudiado 20 muestras, en los cuales son Algodón, Poliéster, Polietileno, Polipropileno, Fibra de vidrio y Gore-tex. Ya que son utilizables en Filtración.

OBJETIVOS

El análisis de un tejido puede perseguir diferentes fines, el fin de este trabajo fue el analizarlos para poder saber si son utilizables para la Filtración y así tener los siguientes objetivos.

- **Obtener las principales características físicas y estructurales de 20 tejidos de calada de fibras, Algodón, Poliéster, Polietileno, Polipropileno, Fibra de vidrio y Gore-Tex, de ligamentos Tafetán, Sarga, Saten, y Espiga de pescado.**
- **Estudio del Factor de Cobertura “Cover Factor” de los 19 tejidos.**
- **Realizar técnicas de Imagen con el Microscopio Electrónico.**
- **Determinar la Medición del tamaño de poro medio Equivalente en los 20 tejidos utilizados.**
- **Determinar La Permeabilidad al Aire de los 20 tejidos.**
- **Determinar la presión necesaria para que un fluido pueda atravesar un filtro.**
- **Analizar el Coeficiente de Densidad Máxima**
- **Analizar el Índice de vacíos de los 20 tejidos.**

LOS TEJIDOS Y MEDIOS FILTRANTES

Los Tejidos y medios filtrantes confeccionados para captación de polvo y filtración húmeda. Fabricados en fibras sintéticas de alta tecnología en multifilamento, monofilamento, fibra cortada o combinaciones de los mismos.



FIG3

Se comercializan en forma de piezas textiles a confeccionistas de medios filtrantes o bien confeccionados en forma de mangas, bolsas, telas, etc. Para usuarios finales de las Industrias de Cemento, Captación de polvo, Azucareras, Industria Química, Cerámicas, Aceites, etc.

Tejidos de alta precisión fabricados con monofilamento de Poliéster para la confección de medios filtrantes micrados.

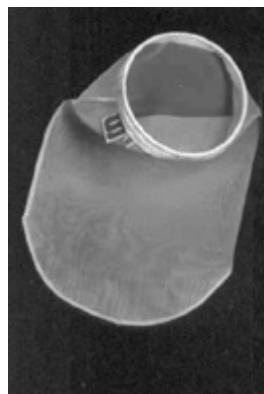


FIG 4

PROPIEDADES FISICAS DE LOS MEDIOS FILTRANTES EN TANTO MEDIOS POROSOS

Entendemos por medio poroso todo medio que tiene, en su seno, un cierto número de cavidades, o espacios vacíos, ínter conexiónados o no, y que pueden establecer o no una comunicación directa entre superficies opuestas de sus fronteras.

Es evidente que un tejido es por las imposiciones de los posibles procesos tecnológicos en juego, un medio poroso nato. Cualquiera que sea la naturaleza de la estructura textil la matriz sólida que envuelve casi en su totalidad al espacio del poro, admite como componente indivisible mas fino, el elemento sólido llamado fibra.

La aglomeración de fibras de longitudes y diámetros diferentes según ordenaciones más o menos orientadas, preferenciales o no, o en forma caótica constituye la matriz sólida.

Como quiera que los medios porosos en los que estamos aquí interesados lo son en tanto que medios filtrantes, conviene recordar que es lo que se entiende por filtración.

La filtración se puede definir como el proceso de separación de las partículas dispersas en un fluido dispersante por medio de medios porosos. La propia definición del proceso invoca, dos propiedades o características físicas del medio poroso para que este pueda ser denominado también filtrante; la continuidad del espacio de poro entre superficies opuestas de la frontera del medio poroso y el tamaño predominante de los poros, que ha de ser menor que el tamaño de las partículas que se desee separar.

En cuanto a la permeabilidad de ese medio filtrante esta asociada íntima y excluyentemente a dicha continuidad del espacio de poro; sin ella el medio aun siendo poroso, no sería permeable.

La teoría de la estructura de los filtros fibrosos es una parte de la teoría general de la estructura de los medios porosos, tal como ha sido expuesta por Mearon.

La teoría pretende explicar por el método científico la relación entre efectos y causas generalizándola por medio de leyes. En el caso que nos ocupa intenta predecir las propiedades físicas de un medio poroso como medio filtrante, a partir de la morfología estructural de la matriz sólida

Por ejemplo La porosidad como función de volumen del espacio vacío en el medio poroso; la permeabilidad de este en términos de la porosidad y el tamaño de los elementos sólidos discretos que integren la matriz sólida; la separación por absorción como resultado de la superficie específica del medio poroso y las interacciones físico-químicas que pueden derivarse de la naturaleza química de las sustancias de la matriz sólida y de la fase discreta que se debe separar, etc....

En el caso de los filtros fibrosos, el elemento sólido discreto más pequeño constitutivo de la matriz sólida es la fibra, natural o artificial, orgánica e inorgánica (fibra de vidrio y de asbesto).

Desde el punto de vista geométrico que es el único que vamos a considerar aquí, las fibras están caracterizadas por su longitud y diámetro medio. En otros contextos deberían también tenerse en cuenta sus propiedades mecánicas y químicas.

A continuación señalo algunos parámetros que se utilizan para caracterizar, lo más significativamente posible, los medios porosos y fibrosos y como se les define.

FORMA Y DIÁMETRO DE LAS FIBRAS. DISTRIBUCIÓN DE DIÁMETROS DE FIBRA DE UN MEDIO POROSO FIBROSO

La forma de las fibras puede ser diferente, pero usualmente se les asimila a un cilindro circular. Las mediciones geométricas fundamentales de toda fibra son su diámetro y su longitud sean estos d_f y l_f . A los efectos que nos interesen ahora, la dimensión básica de la fibra es su diámetro.

El sistema de fibras de idéntico diámetro se le denomina monodisperso; el de diámetros diferentes, polidisperso.

En el caso de que las fibras presenten secciones rectas muy diferenciadas, es conveniente definir un diámetro equivalente. La definición de este diámetro acostumbra a formularse, en el caso de las fibras, en términos del área de la superficie de un cilindro de longitud idéntica a la de la fibra real, cuyo volumen sea igual a la de esta. También puede explicitarse en base a un cilindro de idéntica a la de la fibra real, cuyo volumen sea igual a la de ésta. También puede explicarse en base a un cilindro de idéntica área de la superficie lateral.

Si A_p es el área de la superficie de la fibra real y V_p su volumen, las expresiones de los diámetros equivalentes son:

$$d_{fe} = \frac{A_p}{\pi L_f} = \frac{A_p}{\pi} \quad (1)$$

$$d_{fe} = \left[\frac{V_p}{\pi L_f} \right]^{1/2} \cdot 2 = \left[\frac{V_p}{\pi} \right]^{1/2} \quad (2)$$

Por lo general la matriz sólida de los medios porosos fibrosos utilizados en filtración está constituido, en su estructura más fina, por fibras de diferentes diámetros y longitudes.

Tanto la gama de diámetros, como la de longitudes, pueden ser representadas por una distribución.

Según Werner y Clarenburg, las fibras de vidrio y las fibras orgánicas, tipo PVC, utilizadas en la utilización de filtros, tienen unos diámetros cuya distribución es aproximadamente long-normal.

Un parámetro estadístico importante para los estudios experimentales fundamentales con el objeto, p. Y, de comprobar o contrastar las predicciones teóricas es la desviación típica σ_g , que caracteriza el ancho de la distribución de diámetro.

Para el cálculo σ_g , se utiliza en general, la expresión siguiente.

$$\sigma_g = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (d_{fi} - d_f)^2}{n} \right]^{1/2} \quad (3)$$

En el caso de las fibras mencionadas anteriormente, los valores de la desviación típica son de 1.88 y 1.66, respectivamente. Dawson, por comparación entre las previsiones teóricas y los resultados experimentales, excluye todos los filtros para los cuales $6g > 1.2$.

Otra forma de representar la gama de diámetros de fibra, utilizados en la fabricación de un filtro fibroso, con la finalidad de aprender rápidamente que tipo son los dominantes, en la curva de frecuencia acumulada.

$n(\sigma) \equiv$ En cuanto se refiere a las longitudes de fibra, Radushkevitch ha intentado describir estadísticamente la estructura de un filtro fibroso por medio de la distribución de longitudes libres de fibra, entendidas como la longitud de fibra entre intersecciones consecutivas. Dicho investigador propuso una distribución del tipo de Clausius, de suerte que la función de distribución acumulativa puede expresarse en la forma;

$$G(x) = e^{-x/y} \quad (4)$$

En donde:

x, longitud libre de fibra

y, longitud libre media $y \equiv \left(\frac{\pi}{4} \right) \left(\frac{d_f}{B} \right) \quad (5)$

El número de intersecciones, o contactos, entre fibras por unidad de volumen, puede expresarse, según el mismo investigador, por:

$$n_c = \left[\frac{4\beta}{\pi} \right]^2 \cdot \frac{1}{d_{f^3}} \quad (6)$$

A partir de ella es posible conocer rápidamente cual es el porcentaje de fibras, en la mezcla que constituye la matriz sólida de un filtro fibroso, cuyo diámetro es inferior a uno dado.

Basándonos en dicha curva, podemos definir el diámetro medio de las fibras como aquel para el cual el cincuenta por ciento de las fibras de la mezcla son de diámetro inferior al establecido.

Como se hace constar mas adelante, la determinación precisa del diámetro de fibra medio, así como la caracterización paramétrica estadística de la distribución de diámetros de fibra utilizados, tiene un gran interés en relación con el concepto de permeabilidad geométrica del medio poroso fibroso.

Se puede definir otros diámetros medios, aparte del ya enunciado. Por ejemplo

* Diámetro medio aritmético $d_{fa} = \frac{\sum_1^n d_{fi}}{n}$ (7)

* Diámetro medio geométrico $d_{fg} = \left[\sum_1^n d_{fi} \right]^{1/n}$ (8)

* Diámetro medio de superficie $d_{fs} = \frac{(\sum_1^n d_{fi}^2)}{n}$ (9)

En algunas expresiones empíricas de la permeabilidad geométrica (intrínseco), ésta se da en función de un diámetro característico, que en ocasiones se denomina eficaz.

Uno de los mas frecuentes, introducido por Hazen, es de d_{f10} , diámetro que corresponde a la ordenada 10% sobre la curva de frecuencias acumuladas.

TAMAÑO DE PORO Y DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑOS DE PORO

El término “tamaño de poro” tiene un carácter condicional y debe tenerse mucho cuidado a la hora de referirse a él. Una forma de definir un “tamaño de poro” es definir el diámetro de poro, δ , en un punto del interior del espacio de poro del medio poroso, como el diámetro de la mayor esfera que, conteniendo a este punto, queda totalmente dentro del espacio de poro.

Se puede recurrir al concepto de radio hidráulico, pero la definición de un tamaño medio de poro, en términos de aquella magnitud, comporta el problema, a veces irresoluble, de determinar la superficie total del espacio del poro.

Es evidente que la descripción detallada del espacio de poro es imposible; sin embargo, es de suma importancia, en relación con gran número de problemas de flujo y similares establecer la distribución de tamaños de poro.

Scheidegger, sirviéndose de la definición de diámetro de poro, δ , propone definir una distribución de tamaño de poro determinado que fracción, α , del volumen de poro total. V_v , tiene un diámetro de poro comprendido entre δ y $\delta + d\delta$. Para esta distribución, se verifica:

$$\int_0^{\infty} \alpha(\delta) d\delta = 1 \quad (10)$$

Dada la dificultad de describir la forma y tamaño de poro mediante una dimensión lineal simple, es algunas veces conveniente visualizar el espacio de poro como haz de tubos capilares circulares. En este contexto, Banarié el diámetro efectivo de un poro como sigue: si hay n capilares de sección recta circular de radio $r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_n$, y longitudes $l_1, l_2, \dots, l_i, \dots, l_n$, el radio efectivo r está definido como el radio r_p de un capilar de

longitud $L = \sum_1^n l_i$; y que deja pasar el mismo caudal bajo idéntica caída de presión.

Esta definición tiene las limitaciones que se derivan no sólo de la geometría del sistema si no también del régimen de flujo.

La distribución de tamaños de poro ha sido investigada experimentalmente utilizando diferentes métodos. Entre ellos cabe citar:

- Microscopía óptica
- Microscopía electrónica
- Inyección de mercurio
- Métodos de permeabilidad

El método de inyección de mercurio permite la determinación del diámetro del poro por la relación que existe entre éste y la presión requerida para hacer penetrar el mercurio en dichos poros. La fórmula es:

$$\delta = \frac{4\sigma \cos \theta}{P_c} \quad (11)$$

En el cual;

δ , Diámetro equivalente del poro en el que penetra el mercurio....

θ , Ángulo de contacto

σ , Tensión superficial

P_c ,

Presión capilar requerida para forzar el mercurio en el poro (presión de inyección)

En base a este método, Ritter y Drake introdujeron la función de distribución de tamaño de poro definida por;

$$D(\delta) = \frac{2P_c}{\delta} \cdot \frac{d(V_v - V_l^*)}{dP_c} \quad (12)$$

Donde V_l^* , es el volumen de fluido no humectante inyectado.

Entre los métodos de permeabilidad para la determinación de los tamaños de poro, uno de los más utilizados consiste en hacer pasar granos de diferentes diámetros a través del filtro fibroso y determinado la granulométrica de la fase sólida que no ha sido retenida. Se trata evidentemente de un método indirecto. En realidad, este tipo de ensayo no indica validamente más que el diámetro de las partículas mayores que puedan atravesar el filtro.

Este diámetro de abertura, o diámetro de filtración, se elige según los autores, igual a d_{95} ó d_{90} de la curva granulométrica de la base sólida que ha atravesado el filtro.

En general se puede avanzar que los poros de un filtro fibroso tejido son todos prácticamente iguales, a nivel de macro escala de la estructura, y de dimensiones muy variables para los no tejidos.

Skau, Corte y Benarie han encontrado experimentalmente una distribución de tamaños de poro Log-normal.

POROSIDAD

Por definición, la porosidad es la fracción del volumen vacío, v_v , al volumen aparente, v_t , de la matriz porosa; en este caso, el volumen del filtro ($v_f \equiv v_t$)

Sea:

v_f , volumen del filtro

v_s , volumen de fibras

$v_v \equiv v_p$, volumen de vacíos o de poro

Se verifica $v_f = v_s + v_v$

Así pues, la porosidad de un filtro se define por

$$\varepsilon = \frac{v_v}{v_f} = 1 - \frac{v_s}{v_f} = 1 - \beta = \frac{s_f - s^*}{s_f} \quad (13)$$

En donde:

β , se denomina índice de vacíos, o también, solidez o densidad de empaquetado del filtro.

s_f , es la densidad del material fibroso, y

s^* , es la densidad del filtro

Es conveniente, no obstante, diferenciar dos porosidades diferentes: la porosidad geométrica, ε , tal como ha sido definida y la porosidad efectiva ε_{ef} . Esta última es inferior a la primera por varias razones, entre las que debe citar el grado de saturación por base líquida , en algunos casos, y la existencia del volumen vacío o de poro incomunicado, denominada en ocasiones porosidad inerte.

La porosidad de los filtros de alta eficacia es, en general, grande, de suerte que β es pequeño ($\beta < 10\%$).

En el caso de filtros de estructura fibrilar, conocidas las dimensiones geométricas de las fibras es posible derivar relaciones bastantes útiles.

La longitud total de fibra es
$$L_f = \frac{4V_s}{\pi d_f^2} \quad (14)$$

Y como $V_s = \beta V_f$, resulta
$$L_f = \frac{4\beta V_f}{\pi d_f^2} \quad (15)$$

Así pues la longitud de fibra en el volumen unidad de un filtro es

$$L_f = \frac{4\beta}{\pi d_f^2} \quad (16)$$

Si la longitud media de las fibras es \tilde{L}_f , el número total de fibras en el filtro, N, es N

$$\tilde{L}_f = L_f ; \text{ luego } N = \frac{4V_s}{\pi d_f^2 \tilde{L}_f} = \frac{4\beta V_f}{\pi d_f^2 \tilde{L}_f} \quad (17)$$

De aquí el número de fibras en el volumen unidad, n , está dado por

$$n = \frac{N}{V_f} = \frac{4\beta}{\Pi d_f^2 l_f} \quad (18)$$

Esta expresión, válida para sistemas monodispersos, se debe a Piekaar y Clarenburg.

Los mismos autores proponen para los sistemas poli dispersos la relación siguiente:

$$n = \frac{4\beta}{\pi \bar{d}_f^2 l_f} \quad (19)$$

Piekaar y Clarenburg han deducido también expresiones que dan el número de poros teórico por unidad de superficie, v_p , en base a los anteriores parámetros.

Para un sistema polidisperso, la expresión se escribe:

$$n_p = \frac{8\beta \bar{d}_f}{\pi^2 \bar{l} \bar{d}_f^2} \left[\frac{8\beta \bar{l} \bar{d}_f}{\pi \bar{d}_f^2} - 1 \right] - \frac{4\beta \bar{d}_f}{\pi \bar{l} \bar{d}_f^2} \quad (20)$$

Para un sistema monodisperso, la expresión anterior se simplifica en la siguiente:

$$n_p = \frac{8\beta}{\pi^2 \bar{l} \bar{d}_f} \left[\frac{8\beta \bar{l}}{\pi \bar{d}_f} - 1 \right] - \frac{4\beta}{\pi \bar{l} \bar{d}_f} \quad (21)$$

POROSIDAD GEOMETRICA

Es evidente que la definición de la porosidad geométrica de un medio poroso fibroso, en base a las dimensiones geométricas de las fibras, requiere un conocimiento previo de la orientación dominante de las mismas en la matriz sólida y su ordenación espacial. En cuanto a la orientación, Sullivan, Fowler y Hertel han sugerido utilizar un factor de orientación θ^* , definido por $\theta^* = (\text{sen}^2 \phi)$, en donde ϕ es el ángulo entre la dirección de flujo de un gas, por ejemplo; y la normal al elemento de superficie cilíndrica de la fibra. Resulta evidente que

$$\theta^* = \frac{1}{2}; \text{ En caso de flujo transversal}$$

$$\theta^* = 1; \text{ En caso de flujo paralelo}$$

Si nos referimos a la ordenación espacial, no solo es necesario definir el ángulo entre ejes de fibras cilíndricas individuales en sus diferentes posiciones relativas: Todas ellas situadas en un mismo plano y paralelas entre si u orientadas aleatoriamente en todas las direcciones; si no también la forma en que se encuentren apiladas: disposición cuadrada, disposición triangular y disposición al azar.

En algunos casos sencillos es posible expresar la porosidad de un medio poroso fibroso en términos de las dimensiones geométricas de las fibras individuales y su disposición. A tal fin Fuchs definió un parámetro, χ , como relación del diámetro de la fibra a la distancia entre eje de dos fibras continuas. Que entre e; entonces

$$\chi = \frac{d_f}{e}$$

Resulta evidente que la porosidad de un filtro debe de estar relacionada con este parámetro, cuyos valores se encuentran en el intervalo $0 < \chi \leq 1$

Si $\chi \ll 1$, el filtro será muy poroso; si $\chi \simeq 1$, el filtro es muy poco poroso.

La porosidad de una estructura fibrosa puede expresarse en función de este parámetro siempre que la ordenación de sus fibras constituyentes sea relativamente simple. Así, p. y, una estructura de primer orden – hay infinito de cilindros paralelos- tiene una porosidad definida por

$$\varepsilon = 1 - \frac{\pi}{4} \chi^2 \quad (22)$$

En el caso de la estructura de segundo orden: sistema de haces infinito de cilindros paralelos, cabe considerar tres ordenaciones distintas:

-ordenación cuadrada; $\varepsilon = 1 - \frac{\pi}{4} \chi^2$ (23)

-ordenación triangular; $\varepsilon = 1 - \frac{\pi}{2\sqrt{3}} \chi^2$ (24)

-ordenación al azar; $\varepsilon = 1 - \chi^2$ (25)

SUPERFICIE ESPECÍFICA

Tanto el diámetro y la longitud de las fibras como el tamaño de poro no son parámetros suficientes para definir inequívocamente la permeabilidad de una estructura fibrosa. Algunos autores arguyen que debe de tenerse en cuenta otro parámetro: la superficie específica del espacio de poro. Como tal se entiende el área de la superficie del espacio de poro por unidad de volumen del medio poroso.

Este parámetro es utilizado, incluso con audacia, en la teoría de Kozeny de la permeabilidad intrínseca.

Si δ , es el área del espacio de poro y V_f el volumen del medio poroso (filtro. p.) y la superficie específica se expresa en conformidad con la anterior definición, por

$$\delta_o = \frac{\delta}{V_f} \quad (26)$$

Cabe también definirla por unidad de volumen del espacio del poro

$$\delta_{o_v} = \frac{\delta}{V_v} \quad (27)$$

o por unidad de volumen de la matriz sólida

$$\delta_{o_s} = \frac{\delta}{V_s} \quad (28)$$

Todos estos parámetros están relacionados entre si por medio de la porosidad geométrica. En efecto:

$$\left. \begin{aligned} \delta_{o_v} &= \frac{\delta}{V_v} = \frac{\delta}{\varepsilon V_f} = \frac{\delta_o}{\varepsilon} \\ \delta_{o_s} &= \frac{\delta}{V_s} = \frac{\delta}{(1-\varepsilon)V_f} = \frac{\delta_o}{1-\varepsilon} \end{aligned} \right\} \frac{\delta_{o_v}}{\delta_{o_s}} = \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} \quad (29)$$

La definición de la superficie específica con relación al volumen del espacio de poro, hace aparecer la noción de radio hidráulico, r_h , de amplia utilidad en el estudio del flujo de conductos de sección recta no circular. En efecto:

$$\frac{1}{r_h} = \text{Perímetro mojado del conducto} / \text{área de la sección recta del conducto}$$

Y multiplicándolo y dividiendo por la longitud característica del poro, considerando como conducto corto, según la dirección del flujo en él, resulta

$$\frac{1}{\gamma_h} = \frac{\delta}{V_v} = \frac{\delta}{\varepsilon V_f} = \frac{\delta_o}{\varepsilon} \quad (30)$$

$$\text{Luego } \gamma_h = \frac{\varepsilon}{\delta_o} \quad (31)$$

Para las estructuras fibrosas, Sullivan propone la siguiente expresión de superficie específica

$$\delta_o = \frac{4(1-\varepsilon)}{d_f} \quad (32)$$

En los sistemas de fibras poli dispersos, en el radio hidráulico medio geométrico de los poros, r_{hg} , está dado, según Piekhaar y Clarenburg, por la expresión

$$\gamma_{hg} = \left[\frac{0.0295}{n_p} \right]^{1/2} \quad (33)$$

y la superficie media del poro por $\bar{\delta}_o = \frac{1}{n_p}$

Según los mismos autores, el espectro de la superficie del poro es también Log-normal.

PERMEABILIDAD

Siempre que el fluido sea homogéneo y newtoniano, el numero de Reynolds del movimiento del fluido en el seno de l medio poroso inferior al crítico y , en el caso de gases, el recorrido libre molecular sea notoriamente menor que la dimensión característica de los poros predominantes, la relación entre la velocidad del fluido a través de un medio poroso y la pérdida de energía por unidad de masa y unidad de longitud recorrida por el fluido en el, es lineal y se expresa por la ley de Darcy.

$$\vec{q} = k \cdot \vec{j} = -k \text{ Grad } \varphi$$

En donde

\vec{q} =; Vector flujo específico (LT⁻¹)

k =; Tensor conductividad fluido dinámica del medio poroso (LT⁻¹)

φ ; Potencial fluido dinámico (LL⁻¹)

En el caso más simple de flujo unidireccional y medio isótropo (k , es un escalar), la ecuación anterior se simplifica en;

$$q = -k \frac{\partial \varphi}{\partial l} \quad (34)$$

Bajo los supuestos enunciados, el potencial se expresa;

-Fluido incomprensible $\varphi = \frac{P}{\rho_g} + z$

-Fluido comprensible $\varphi = \frac{1}{g} \int \frac{dP}{\rho}$

En donde $\int \frac{dP}{\rho}$ está definida una vez se conoce la evolución termodinámica del gas en el transcurso de su paso a través del medio poroso.

En el caso más simple del flujo de un fluido, en dirección horizontal, a través de un filtro de espesor e , la ecuación (34) se expresa;

-fluido incomprensible $q = \frac{k\Delta P}{\mu e} \quad (35)$

-Fluido comprensible (régimen isotérmico) $q = \frac{k_g}{\mu P_s} \left[\frac{Pe^2 - Ps^2}{e} \right] \quad (36)$

En las cuales

k, k_g , permeabilidad intrínseca del medio poroso (L^2) (Kg., para un gas)

μ , Viscosidad dinámica del fluido

Δp , Diferencia de presión del fluido a la entrada y a la salida del filtro.

$$\Delta p = Pe - Ps$$

Entre la conductividad fluido dinámica de un medio poroso y su permeabilidad intrínseca existe una relación

$$K^* = \frac{\rho g}{\mu} k$$

Así pues, en la conductividad fluido dinámica de un medio poroso, las magnitudes $p \mu$ Traducen la influencia de la naturaleza del fluido y su estado, y K la influencia de las características estructurales del medio poroso.

Se ha verificado, no obstante, que un mismo medio poroso no presenta la misma permeabilidad intrínseca frente a un gas, K_g , que frente a un líquido, K . Ello se atribuye, según Klinkenberg, al fenómeno de deslizamiento del fluido sobre la pared del espacio de poro.

La relación propuesta por el citado Investigador es:

$$K_g = K \left[1 + \frac{b}{p} \right] \quad (38)$$

Con
$$\bar{P} = \frac{Pe + Ps}{2}$$

Muchos han sido los intentos realizados para definir la permeabilidad intrínseca de medio poroso en términos de los parámetros que sirven para caracterizar su estructura.

Muy poco ha sido, sin embargo, lo conseguido desde un punto de vista rigurosamente teórico; si se han propuesto, no obstante, un gran número de expresiones empíricas. Entre ellas, una de las más conocidas es la de Konezy- Carman:

$$K = \frac{C_o t \varepsilon^3}{(1 - \varepsilon)^2 S_o^2} \quad (39)$$

en el cual, $c=c_o$. t es la constante de Kozeny; y $t = \left[\frac{l}{le} \right]^2 < 1$ es la tortuosidad.

La constante de Kozeny varía en función de la forma geométrica de los canales individuales del medio poroso.

Otra magnitud apropiada para describir las propiedades del flujo a través de filtro fibrosos fue propuesta por Davies quien la definió por la expresión.

$$\varphi = \frac{\gamma_f^2 \Delta P}{\mu q \varepsilon} \quad (40)$$

En el cual, γ_f es el radio de la fibra.

Esta magnitud, que es dimensional, está relacionada con la permeabilidad intrínseca, por la expresión.

$$\varphi = \frac{\gamma_f^2}{K} \quad (41)$$

Ha sido denominada coeficiente de resistencia, por Billings y resistividad, por Dawson múltiples son la expresiones empíricas propuestas para definir la resistividad de un filtro fibroso en función de los parámetros que caracterizan su estructura, no habiéndose llegado todavía a derivar la expresión única válida para todas las disposiciones de las fibras, solidez del filtro y dirección del flujo (paralela o transversal). Se puede aceptar, no obstante, que, dentro del campo de validez de la ley de Darcy, la resistividad depende únicamente de la solidez del filtro, $\varphi = \varphi(\beta)$

Así, la ecuación de Konezy-Carman se puede expresar, según Sullivan y Hertel, en función de $\varphi = 22 \frac{\beta^2}{(1-\beta)^3}$ (42)

Siempre y cuando $\beta > 0.12$ (filtros densos)

Una expresión empírica muy útil, propuesta por Davies, es

$$\varphi = 16\beta^{3/2}(1 + 56\beta^3) \quad (43)$$

FLUIDOS Y PARTICULAS

El filtrado implica, básicamente, la separación mecánica de los sólidos dispersos en un fluido. En general estos sólidos se encuentran transportados por el fluido como contaminantes.

La filtración mediante filtros fibrosos es una operación en la que intervienen, en interacción con la matriz porosa que constituye el filtro, una fase continua; el fluido dispersante, y una fase discreta; las partículas sólidas dispersas en él.

En orden a resolver el problema básico de la teoría de filtración, es necesario expresar tanto la pérdida de presión, Δp , como el rendimiento del filtro E, en función de magnitudes que definen no ya solo la estructura del filtro, si no también las propiedades de las partículas y del medio dispersante.

En cuanto conciernen al fluido dispersante, no siempre sus propiedades de flujo se mantienen al dispersar en él un medio discreto sólido o gaseoso. En el caso particular de los líquidos, la presencia de partículas sólidas en suspensión o de burbujas de gas en emulsión, por ejemplo, puede afectar considerablemente a su comportamiento reológico; la viscosidad dinámica puede variar significativamente y, por consiguiente la pérdida de carga que se producirá en un filtro bajo un flujo dado, y el rendimiento del filtro.

Los fluidos se clasifican, según sea su comportamiento reológico, en newtonianos y no-newtonianos, la diferencia esencial es si la relación entre tensiones tangenciales de deformación por flujo de fluido y el gradiente de velocidad correspondiente de dicho

flujo es lineal o no. En los fluidos newtonianos dicha relación es lineal o no. En los fluidos newtonianos dicha relación es lineal; se le conoce como Ley de Newton de la viscosidad, y se expresa

$$\tau = \mu j, \quad j = \frac{du}{dy} \quad (44)$$

En los fluidos no-newtonianos dicha relación ya no es lineal, pudiendo ser muy compleja. De entre los diferentes modelos de flujos no-newtonianos conocidos descritos hasta la fecha, el de mayor interés en relación con el tema que estamos tratando es el propuesto por Ostwald-de-Waele. Su expresión matemática es:

$$\tau = K j^n, \quad \mu_{ap} = k j^{n-1} \quad (45)$$

Este modelo define el comportamiento pseudo-plástico, $n < 1$; y el comportamiento dilatante, $n > 1$. El primero es característico, p.e., de los lodos y fangos, suspensiones fibrosas, etc.; el segundo es propio de las pastas con alto contenido de sólidos.

A diferencia de lo que sucede con el fluido newtoniano, en los fluidos no-newtonianos citados en la viscosidad depende del valor gradiente de velocidad.

Como quiera que en un proceso de filtrado el gradiente de velocidad, considerados constantes otros parámetros, puede variar considerablemente según sea la textura de la matriz sólida del filtro y el flujo que lo atraviesa, los cambios que puedan producirse en el valor de la viscosidad del fluido, que intervienen explícitamente en la ley de Darcy, pueden ser lo suficiente significativos como para que las pérdidas de carga que se originan sean considerablemente diferentes de las previsibles.

La naturaleza, tamaño y cantidad de partículas sólidas dispersas en un fluido fijan también, entre límites muy estrictos, la naturaleza del filtro que debe ser utilizado y, determinan ampliamente las prestaciones de que se pueden esperar.

De entrada resulta ya evidente que si se separa por intercepción toda partícula sólida cuyo tamaño sea superior a uno dado, el filtro no podrá tener canales de comunicación en el espacio de poro cuyo diámetro sea superior al de aquellas partículas la separación se ha de producir por captación electrostática, la partícula deberá ser capaz de generar o transportar cargas eléctricas.

Otras muchas consideraciones podrían hacerse en este contexto, pero el alcance fijado a este trabajo impone limitarnos a lo esencial.

CLASIFICACIÓN DE TAMAÑOS DE PARTICULAS

En la tabla 1 se han resumido los intervalos de tamaño de partícula de los contaminantes sólidos o líquidos, inorgánicos u orgánicos, que pueden encontrarse en el aire o en los gases emanantes de determinados procesos químicos y tecnológicos, o como consecuencia de las actividades humanas e industriales, incluyéndose el tamaño del cabello humano y el de las gotas de agua, en la niebla y en la lluvia, como términos de comparación

<u>NATURALEZA DE LA FASE FLUIDA</u>	<u>NATURALEZA DE LA FASE FLUIDA</u>	<u>NOMBRE DADO A LA DISPERSION</u>	<u>RELACION DEL VOLUMEN DE LA FASE DISPERSADA AL VOLUMEN TOTAL DE LA DISPERSION</u>	<u>DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS DE LA FASE DISPERSADA</u>
LIQUIDA	SÓLIDO	SUSPENSIÓN	< 1	
		FANGO	≅ 1	
		DISPERSOIDE		DIMENSION MEDIA DE LAS PARTICULAS >0,1μ
		COLOIDE		< 0,1 μ
	LIQUIDO NO MISCIBLE	EMULSIÓN		PEQUEÑAS GOTITAS LIQUIDAS
	GAS BURBUJAS BOLSAS	EN O		<<< 1
ESPUMA			≅ 1	
GAS	LIQUIDO	NIEBLA		DIMENSION MEDIA DE LAS PARTICULAS < 0,1 μ
		NUBE		>0,1μ
		AEROSOL		PARTICULAS O GOTITAS MUY PEQUEÑAS
	SÓLIDO	AEROSOL		PARTICULAS O GOTITAS MUY PEQUEÑAS
		POLVO HUIDIZADO	≅ 1	
		HUMO		DIMENSION MEDIA DE LAS PARTICULAS < 0,1μ
		SUSPENSIÓN DE POLVO		> 0,1μ

Tabla 1

En el caso del fluido dispersante sea líquido, el tamaño de las partículas que pueden ser transportadas es, con frecuencia, muy superior; por ejemplo: polvo de carbón 1000 μ a 2000 μ ; arena, 1000 a 2000 μ ; etc.

Refiriéndonos al aire, u otro gas similar, como fluidos transportador, toda partícula de tamaño igual o inferior a una micra se mantiene permanentemente en suspensión aún cuando el gas esté en reposo. Si el gas está en movimiento el tamaño de partícula mantenida en suspensión puede llegar a ser de hasta 100 μ con velocidades no superiores a 0,3 m.s⁻¹

Si se eleva la velocidad a 3-4 m.s⁻¹, el tamaño de partícula puede ser de hasta 1000 μ .

Las diferentes denominaciones con que se distinguen las dispersiones según sea la naturaleza de la dispersante y la de la fase dispersada, la relación del volumen de está al volumen total de la dispersión, y el tamaño de las partículas dispersadas, se muestran en la tabla II.

DINAMICA DE PARTICULAS

Bajo este encabezamiento, general, el tema es amplio y complejo. Su desarrollo, aún con un alcance muy limitado cae fuera de los objetivos de este artículo. Nos limitaremos pues a una simple exposición de la mecánica de las suspensiones.

Consideramos una suspensión animada de una velocidad uniforme v_0 , y sea obstáculo colocado en la corriente.

Supondremos:

- Movimiento permanente.
- Líneas de corriente plana, idénticas a las que corresponderían al fluido si este no transportase partículas sólidas.

Sea M un punto de cambio de movimiento, \vec{w} la velocidad de la partícula sólida que se encuentra en M y \vec{w} y la velocidad relativa de la partícula respecto al fluido; ρ_s es la masa volúmica del sólido y V_s , su volumen.

Desde el punto de vista cinemático, se verifica:

$$w = \frac{\vec{w} = \vec{w} - \vec{v}}{\sqrt{V^2 - W^2 - 2VW \cos \alpha}} \quad (46)$$

En el equilibrio dinámico intervienen las fuerzas aplicadas a la partícula que pasa por el punto M, o sea

$$\text{- La fuerza de inercia } - \rho_s V_s \frac{dw}{dt} \quad (47)$$

- Las fuerzas de presión
$$-\int_S \hat{m}pdS = -\int_{\sqrt{s}} \xrightarrow{grad} pdV \quad (48)$$

- Las fuerzas de resistencia fluido dinámica al movimiento de la partícula que se desplaza con la velocidad relativa \vec{w}
$$\xrightarrow{R} = \frac{c_s \rho w \xrightarrow{w}}{2} \quad (49)$$

En donde C es el coeficiente de resistencia fluido dinámica de la partícula, función del número de Reynolds.

$$C = f\left(\frac{w\theta}{V}\right) \quad (50)$$

La EC. (49) puede expresarse en la forma

$$\xrightarrow{R} = \frac{\rho v_s w}{w} \cdot \xrightarrow{w} \cdot f(\text{Re}) \quad (51)$$

En la cual ϕ es una dimensión característica de la partícula, por ejemplo; su diámetro.

-La fuerza gravitacional $P_s V_s \vec{g}$ (52)

La ecuación del movimiento de la partícula que pasa por M se escribe pues:

TABLA 2
TAMAÑOS DE PARTICULA

NATURALEZA	TAMAÑO(MICRAS)
Virus	0.01-0.06
Humos de oxido de zinc	0.01-0.50
Humo de tabaco	0.01-0.70
Humos de industria metalúrgica	0.01-2.80
Humo de petróleo	0.025-0.80
Pigmentos	0.05-8.00
Humos alcalinos	0.1-8.00
Humos de cloruro amoniaco	0.1-10.00
Polvo de fundición	0.1-1000.00
Polvo de piedra caliza	0.2-1000.00
Bacterias	0.5-5.00
Humos de ácido sulfúrico	0.5-5.00
Cenizas de combustible	0.5-60.00
Polvo metalúrgico	0.5-100.00
Niebla (fog)	1.0-100.00
Polvo de cemento	8.0-300.00
Cenizas volantes	9.0-800.00
Esporas	10.0-50.00
Polen	15.0-80.00
Cabello Humano	50.0-150.00
Llovizna	85.0-600.00
Lluvia	500.00

$$-\rho_s v_s \frac{d\bar{w}}{dt} - \int_s \hat{n} p dS - \frac{\rho v_s w \bar{w}}{\phi} f(\text{Re}) + \rho_s v_s \bar{g} = 0 \quad (53)$$

Y dado el pequeño tamaño de la partícula, se puede admitir $\int \hat{n} p ds = -v_s \text{grad} \bar{p}$, con lo cual la ec (53), una vez simplificada se escribe:

$$P_s \frac{d\bar{W}}{dt} - \text{grad} \bar{p} + \frac{\rho w \bar{w}}{\phi} f(\text{Re}) - \rho_s \bar{g} = 0 \quad (54)$$

A su vez, la ecuación de Euler relativa al movimiento del fluido se escribe...

$$\rho \frac{d\bar{v}}{dt} - \text{grad} \bar{p} - \rho \bar{g} = 0 \quad (55)$$

Agrupando las ecuaciones (54) y (55), se llega a:

$$P_s \frac{d\bar{W}}{dt} - \rho \frac{d\bar{V}}{dt} = -\frac{\rho w \bar{w}}{\phi} f(\text{Re}) + (\rho_s - \rho) \bar{g} \quad (56)$$

Que es la ecuación general de la mecánica de las suspensiones.

En ciertas aplicaciones, en particular en el caso de un aerosol, la masa volúmica ρ del fluido es pequeña con relación a la de las partículas; las velocidades y sus derivadas, son, por el contrario del mismo orden. Entonces, los términos de inercia son despreciables y, además,

$$p \bar{g} \ll \rho_s \bar{g} \quad (57)$$

En este caso, la ecuación se escribe:

$$\rho_s \frac{d\bar{W}}{dt} = -\rho \frac{w \bar{w}}{\phi} f(\text{Re}) + \rho_s \bar{g} \quad (58)$$

La formulación se puede generalizar aún mas admitiendo que sobre la partícula actúan otras fuerzas externas, p e, electrostáticas, con un valor por unidad de volumen $P_s \bar{f}_e$

Así pues

$$\rho_s \frac{d\vec{W}}{dt} = -\rho \frac{w\vec{W}}{f(\text{Re})} + \rho_s (\vec{g} + \vec{f}_e) \quad (59)$$

Una normalización de la ecuación anterior hace aparecer el número de Stokes

$$St = \frac{v_0}{df} \quad \text{Que es un parámetro inercial.}$$

Si la suspensión, o una dispersión en general atraviesan un medio poroso, además de la ecuación de conversión y de la ley de Darcy, se ha de satisfacer la ecuación de difusión conectiva. La normalización de esta última hace aparecer el número de Peclet,

$$Pe = \frac{v_0 df}{D}, \text{ en donde } D \text{ es el coeficiente de difusión de la partícula.}$$

MECANISMOS DE SEPARACIÓN

Es conocido que en la separación de partículas de un fluido en movimiento son varios los mecanismos que actúan, de los cuales los más importantes son los siguientes:

a) *Deposición por difusión.*

Las partículas de pequeño tamaño están afectadas por un movimiento Browniano que determina una desviación de su trayectoria respecto a la del fluido transportador, tanta más acusada cuanto mayor es la intensidad de aquel movimiento.

La deposición de partículas por difusión en un sistema de elementos cilíndricos (fibrilares) se describe por el coeficiente de captura, ED, definido como una función del número de Peclet

$$P_e = R_e \cdot S_c = \frac{dfV_0}{D} \quad (60)$$

En donde

$$R_e = \frac{dfV_0}{V} \text{ es el número Reynolds}$$

$$S_c = \frac{V}{D} \text{ es el número de Sch}$$

V_0 , es la velocidad del fluido en la corriente no perturbada.

El coeficiente de captura puede ser definido de varias maneras; según una de ellas por tal se entiende la relación de área de la corriente desde la que todas las partículas provenientes, son capturadas, al área proyectada de la superficie de captura.

Si J es la tasa de deposición, definida sobre el número de partículas depositadas por unidad de superficie en la unidad de tiempo, y S es la superficie de captura, el número de partículas capturadas por la superficie en la unidad de tiempo es $\phi = \int_s J ds$

Como quiera que $n_o U_o$, S es el flujo de partículas que se aproxima a la superficie de captura S , el coeficiente de dicha superficie esta definido por.

$$\pi \quad E = \frac{\phi}{n_o u_o S} \quad (61)$$

En el caso de un elemento cilíndrico aislado, cabe distinguir tres condiciones operativas a cada una de las cuales corresponde una expresión distinta del coeficiente de captura.

$$1) Pe \ll 1, Re < 1 \quad Ed = \frac{2\pi}{Pe(1.502 - \ln Pe)} \quad (62)$$

según Stechkina

$$2) Pe \ll 1, Re < 1$$

con $C = 1.71$ (Langmuir); $C = 2.22$ (Friedlander) $C = 2.92$ (Natanson)

$$Ed = C \frac{1}{(2 - \ln Re)^{1/3}} Pe^{-2/3}$$

Esta región de valores grandes de Pe se presenta frecuentemente en los filtros fibrosos.

$$3) Pe \gg 1, Re \gg 1 \quad E_D = C P_e^{-1/2} \quad (63)$$

Con $C = 2.83$ (Stairmand)

$C = 3.19$ (Boussinesque)

$$C = \frac{\pi}{2} \text{ (Lewis)}$$

En el caso de estructuras fibrosas, y en particular para diferentes modelos de filtro, Spielman y Goren proponen la expresión.

$$E_D = \mu \frac{2.9 Pe^{-2/3}}{\zeta^{1/3}} \quad (64)$$

$$\text{Con } \zeta = K_o(\psi^{1/2}) / \psi^{1/2} \cdot K_1(\psi^{1/2})$$

En donde ψ es la resistividad relacionada a la porosidad y K_0, K_1 son funciones de Bessel modificadas de orden cero y primero.

μ , es un parámetro que toma los valores siguientes.

$\mu = 0$, todas las fibras son paralelas a la corriente.

$\mu = 1$, todas las fibras son normales a la corriente.

$\mu = 0.824$, los ejes de las fibras están orientados en tener en planos paralelos a la corriente.

$\mu = 0.911$, los ejes de las fibras están orientadas al azar en las tres direcciones del espacio.

La deposición por difusión en filtros reales, tal como fueron ensayados por Sadoff y Almlöf utilizando aerosoles biológicos, conduce a concluir que el coeficiente de captura E_D esta relacionado a la solidez del filtro por

$$E_D \sim \beta^{-0.4} \quad (65)$$

b) *Intercepción directa.*

La captación por la superficie recolectora se produce a una distancia de esta igual al radio de la partícula.

El mecanismo de la intercepción directa esta caracterizado por un parámetro adimensional. $N_R = \frac{dp}{df}$ y el coeficiente de captura E_R , que es una función de este parámetro, manteniéndose constantes otras condiciones.

La determinación de la función $E_R = E_R(N_R)$ es relativamente fácil en dos casos extremos:

$St \rightarrow \infty$ (Gran inercia de las partículas); $E_R = N_R$

$St \rightarrow 0$ (No hay fenómenos de inercia).

$$E_R = (1 + N_R) - \frac{1}{(1 + N_R)} \quad (66)$$

que para pequeños valores de N_R se simplifica por

$$E_R = 2N_R$$

c) *Separación inercial*

Se produce como consecuencia de las fuerzas de inercia. Ello implica que las partículas tengan una masa volúmica bien diferenciada de la del fluido y un tamaño adecuado.

La presencia de un cuerpo colector en la corriente determina una desviación de las líneas de corriente del fluido en su inmediata proximidad. Las partículas no pueden seguir debido a su inercia, la desviación provocada, proyectándose contra el cuerpo y depositándose sobre el.

El coeficiente de captura para partículas de tamaño finito debido a su inercia, E_{IR} , puede definirse como la relación del número de partículas capturadas al número de las mismas que serían capturadas si ellas se movieran únicamente en dirección lineal. Esta magnitud se denomina algunas veces "rendimiento de diana".

El coeficiente de captura, E_{IR} , depende de varios parámetros, cuales son: el número de Reynolds, el parámetro de intercepción N_R , y el número de Stokes, $St = \frac{\tau V_0}{df}$, siendo τ el tiempo de relajación de la partícula.

Los muchos resultados experimentales disponibles han sido ajustados por diferentes relaciones empíricas que definen E_I en función de ST , tomando como parámetro $Re = 10$, la relación

$$E_I = \frac{St^3}{St^3 + 0.77St^2 + 0.22} \quad (67)$$

Wong y Johnstone, proponen $E_I = 0.075St^{\frac{6}{5}}$

Para $0.8 < St < 2$; $Re < 1$, $N_R < 0.2$ (68)

d) *Decantación gravitacional.*

Debido al campo gravitacional, las partículas individuales tienen una cierta velocidad de sedimentación. La separación se produce pues como consecuencia de que las trayectorias de las partículas se desvían de las líneas de corriente de fluido, resultado de aquella componente de velocidad.

La decantación de partículas debida a las fuerzas gravitatorias es importante cuando las partículas son grandes y pesadas, y la velocidad del fluido lenta.

La intensidad del mecanismo está descrita por un parámetro adimensional N que, para partículas de Stokes, está dado por

$$N_G = \frac{Vs}{V_0} = \frac{dp^2 Sp g}{18\mu V_0} \quad (69)$$

En donde V_s es la velocidad límite de sedimentación de la partícula.

e) *Captación electrostática*

Es el resultado de las fuerzas que actúan o de las fuerzas inducidas, entre las cargas eléctricas transportadas por las partículas y las generadas en el filtro.

La captación de partículas debida a las fuerzas electrostáticas es importante en la filtración de aerosoles.

Cada mecanismo electrostático puede ser caracterizado por un parámetro adimensional que describe su intensidad. Dos métodos son los propuestos para deducir estos parámetros; el primero, debido a Ranz y Wong, interpreta los parámetros en términos de relaciones de las fuerzas electrostáticas a las fuerzas de resistencia fluido dinámica; el segundo, debido a Pich consiste en adimensionalizar las ecuaciones de movimiento de la partícula. Ambos métodos conducen a los mismos resultados.

El parámetro adimensional que describe la captación de partículas debido a las fuerzas de Coulomb, N_{Qq} , se expresa

$$N_{Qq} = \frac{4Qq}{3\pi\mu dpdfV_0} \quad (70)$$

El parámetro adimensional que describe la captación debido a las fuerzas imagen en un sistema que consiste en fibras cargadas y partículas neutras, esta dado por

$$N_{Q_0} = \frac{4}{3\pi} \frac{D_1 - 1}{D_1 + 2} \frac{dp^2 Q^2}{df^2 V_0 \mu} \quad (71)$$

en donde D_1 es el constante dieléctrica de la partícula.

El parámetro adimensional N_{Qq} que describe la captación debida a las fuerzas imagen de un sistema compuesto por fibras neutras y partículas cargadas es:

$$N_{Qq} = \frac{q^2}{3\pi\mu dpdf^2 V_0} \frac{D_2 - 1}{D_2 + 1} \quad (72)$$

En donde D_2 es la constante dieléctrica de la fibra.

Los respectivos coeficientes de captura son:

$$\text{- Fuerzas de Coulomb } E_{Qq} = \frac{4Qq}{3\pi\mu dpdfV_0} \quad (73)$$

$$\text{- Fibras cargadas y partículas neutras } E_{Q_0} = \left[\frac{D_1 - 1}{D_2 + 2} \cdot \frac{2Q^2 dp^2}{df^3 \mu V_0} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (74)$$

$$\text{- Fibras neutras y partículas cargadas } E_{Qq} = \frac{2}{(2 - \eta \text{Re})^{\frac{1}{2}}} N_{Qq}^{\frac{1}{2}} \quad (75)$$

Thomas y Woodfin concluyen que la colocación de un filtro fibroso entre dos electrodos cargados da lugar a un rendimiento de filtrado considerablemente mejorado respecto a los filtros fibrosos convencionales.

El coeficiente de captura, en el caso de aerosoles, puede llegar a ser treinta veces mayor que el de la fibra sin campo eléctrico externo.

Las teorías desarrolladas hasta el presente son muy aproximadas, por lo que no vale la pena dar las relaciones empíricas propuestas para los coeficientes de captura.

f) Captación por fuerzas de London-Van der Waals.

Cuando la distancia entre una partícula y la superficie de la matriz sólida del filtro es muy pequeña, las fuerzas intermoleculares del tipo de London-Van der Waals pueden favorecer, e incluso provocar, la retención de la partícula.

ALGODON

El algodón fue utilizado desde tiempos prehistóricos. En los tiempos bíblicos era ampliamente conocido. En el año 350 a.C., el griego Herodoto describe que en la India existe la "planta de la lana", llamada Karpassos, que es considerada como plata sagrada. Este curioso concepto de "árbol de lana", fue recogido en la Edad Media, época de la que procede el curioso dibujo de la planta en la que crece un cordero. Los árboles, que lo cultivaban en Egipto y Argelia, lo introdujeron en Europa, estableciendo plantaciones en Sevilla y Granada, siendo este algodón granadino el más apreciado. Las luchas religiosas impiden su difusión



Más tarde, los venecianos lo traen a Europa y se establecen en Holanda las primeras y más eficientes industrias algodoneras de la época.

Los conquistadores españoles lo encontraron en América, en tejidos incas de 3000 años de antigüedad. La circunstancia de que los tejidos que los indios regalaban a sus nuevos dueños no fuese oro ni plata motivó que tales presentes fueron despreciados.

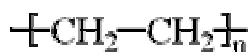
Podemos, pues, considerar que el auge del algodón en Europa empezó en el siglo XVIII, coincidiendo con el despertar del industrialismo.

Como podemos comprobar, la materia predominante en el algodón es la celulosa pura, que se presenta en forma de moléculas más o menos orientadas. De aquí proviene el nombre de materias celulosa que reciben el nombre de fibras vegetales. Las restantes fibras vegetales están también formadas por celulosa, pero impurificadas por las materias pécticas procedentes de los organismos de las que se extraen (tallos y hojas).

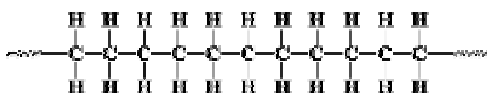
El algodón es muy sensible a la acción de los ácidos que lo destruyen o modifican profundamente.

Los álcalis, como la sosa cáustica y el carbonato sódico (sosa Solvay) en soluciones débiles no le afectan demasiado aunque se eleva la temperatura hasta 100°. Esta propiedad tiene 2 aprovechamientos: el descruzado y la limpieza de la fibra en forma de hilados y tejidos y cuando se le trata con soluciones muy concentradas de sosa cáustica, la de utilizar el brillo y turgencia que adquiere para la fabricación de los hilos y tejidos "mercerizados" o sedalinas.

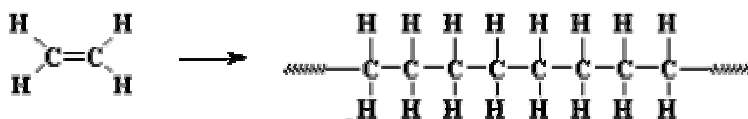
POLIETILENO



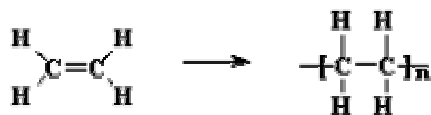
El polietileno es probablemente el polímero que más se ve en la vida diaria. Es el plástico más popular del mundo. Éste es el polímero que hace las bolsas de almacén, los frascos de champú, los juguetes de los niños, e incluso chalecos a prueba de balas. Por ser un material tan versátil, tiene una estructura muy simple, la más simple de todos los polímeros comerciales. Una molécula del polietileno no es nada más que una cadena larga de átomos de carbono, con dos átomos de hidrógeno unidos a cada átomo de carbono. Eso es lo que muestra la figura de la parte superior de la página, pero puede representarse más fácilmente como en la figura de abajo, sólo con la cadena de átomos de carbono, de miles de átomos de longitud:



En ocasiones es un poco más complicado. A veces algunos de los carbonos, en lugar de tener hidrógenos unidos a ellos, tienen asociadas largas cadenas de polietileno. Esto se llama polietileno ramificado, o de baja densidad, o LDPE. Cuando no hay ramificación, se llama polietileno lineal, o HDPE. El polietileno lineal es mucho más fuerte que el polietileno ramificado, pero el polietileno ramificado es más barato y más fácil de hacer.



This can get tedious to draw, so we often use shorthand like this.

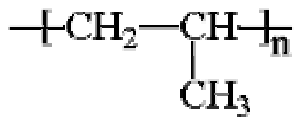


(Note: A line drawn between two atoms represents a pair of electrons shared by those atoms, which constitutes a chemical bond. Two lines represent two pairs of shared electrons, a double bond.)

And when we're feeling really lazy we just draw it like this:

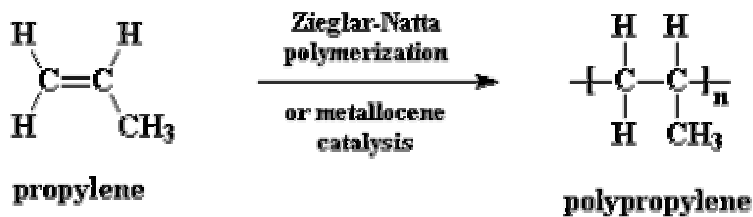


POLIPROPILENO

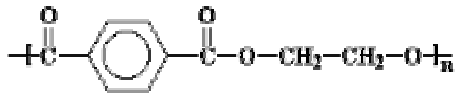


El polipropileno es uno de esos polímeros versátiles que andan a nuestro alrededor. Cumple una doble tarea, como plástico y como fibra. Como plástico se utiliza para hacer cosas como envases para alimentos capaces de ser lavados en un lavaplatos. Esto es factible porque no funde por debajo de 160 °C. El polietileno, un plástico más común, se recalienta a aproximadamente 100°C, lo que significa que los platos de polietileno se deformarían en el lavaplatos. Como fibra, el polipropileno se utiliza para hacer alfombras de interior y exterior, la clase que usted encuentra siempre alrededor de las piscinas y las canchas de mini-golf. Funciona bien para alfombras al aire libre porque es sencillo hacer polipropileno de colores y porque el polipropileno, a diferencia del nylon, no absorbe el agua.

Estructuralmente es un polímero vinílico, similar al polietileno, sólo que uno de los carbonos de la unidad monomérica tiene unido un grupo metilo. El polipropileno se puede hacer a partir del monómero propileno, por polimerización Ziegler-Natta y por polimerización catalizada por metalocenos.



POLIÉSTER



Los poliésteres son los polímeros, en forma de fibras, que fueron utilizados en los años '70 para confeccionar toda esa ropa maravillosa que se usaba en las confiterías bailables, de la clase que usted ve a la derecha. Pero desde entonces, las naciones del mundo se han esforzado por desarrollar aplicaciones más provechosas para los poliésteres, como esas formidables botellas plásticas irrompibles que contienen su gaseosa favorita, como la botella azul en la figura de abajo. Como puede apreciar, los poliésteres pueden ser tanto plásticos como fibras. Otro lugar en donde usted encuentra poliéster es en los globos. No los baratos que se utilizan como bombitas de carnaval, éstos se hacen de caucho natural. Estoy hablando de los elegantes que usted ve cuando está en el hospital. Éstos se hacen de una película de poliéster hecha por DuPont llamada Mylar. Los globos se hacen con una mezcla compuesta por Mylar y papel de aluminio. Los productos como éstos, hechos de dos clases de materia prima, se llaman compósitos.

FIBRA DE VIDRIO

Sus principales características son:

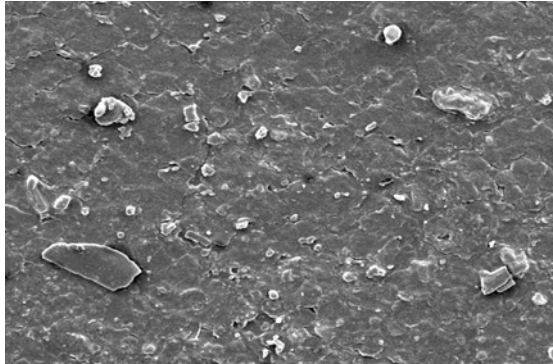
- Mejora a la resistencia a la compresión y al desgaste
- Mejora a la resistencia a la fricción de PTFE en alta y baja temperatura
- Excelente estabilidad química, excepto a fuertes álcalis y al ácido fluorhídrico.
- Tiene mejor conductividad térmica y coeficiencia de fricción cuando es combinado con bisulfuro de molibdeno o con grafito.
- Tiene excelentes propiedades eléctricas.

Sus principales aplicaciones son :

Es la carga mas usual para sello cuando hay rotación y alternación en los movimientos aplicaciones en uso:

- Neumático
- Hidráulico
- Cojines
- Anillos para pistón
- Asientos para válvulas y partes mecánicas.

GORE-TEX



La membrana bicompuesta Gore-Tex® está formada por dos materiales con una excepcional estabilidad mecánica y química.

La parte de la membrana contiene más de 1.400 millones de poros microscópicos por centímetro cuadrado. Estos poros son mucho más pequeños que una gota de agua pero mucho mayores que una molécula de vapor de agua. El agua en estado líquido no puede penetrar en la membrana Gore-Tex® pero puede pasar con facilidad cuando se encuentra en estado gaseoso.

En la estructura del se encuentra integrada una sustancia oleófoba que permite la evacuación de vapor de agua y que, al mismo tiempo, constituye una barrera física que impide la entrada de sustancias contaminantes tales como grasa, cosméticos, insecticidas y compuestos alimenticios que, en caso contrario, podrían afectar la impermeabilidad de la membrana. Dado que la sustancia oleófoba es impermeable al aire, la membrana es totalmente cortaviento.

PARTE EXPERIMENTAL

- Se analizaron 20 muestras de Telas tejidas para filtración.
- Se obtuvo el peso de cada una de ellas
- Se obtuvo el título de los hilos tanto en urdimbre como en trama
- Se analizó el material de cada una de las muestras tanto urdimbre como trama
- Se midió también el espesor de cada una de las muestras dadas.
- Se obtuvo la densidad de cada una de las muestras, tanto en urdimbre como en trama
- Se obtuvo el ligamento
- Se realizó la prueba de "La permeabilidad al aire" en "Shirley" Según la Norma (ISO 9237:1995)
Air permeability apparatus
Serial N° 1964
Made in England for Shirley developments limited Manchester
- También la prueba de "Tamaño medio del poro equivalente"
- Se realizó la prueba de "Presión necesaria para que un fluido pueda atravesar un filtro".



“SHIRLEY”

APARATO PARA REALIZAR LA PRUEBA DE PERMEABILIDAD AL AIRE



BALANZA



BALANZA



APARATO PARA MEDIR EL GROSOR DE LOS TEJIDOS

APARATO DISEÑADO EN EL LABORATORIO DE FISICA TEXTIL CON EL CUAL SE UTILIZO PARA MEDIR EL TAMAÑO DE PORO MEDIO EQUIVALENTE Y PRESION NECESARIA PARA QUE UN FLUIDO PUEDA ATRAVESAR UN FILTRO.





MICROSCOPIO ELETTRONICO

PRESENTACION DE RESULTADOS

ANALISIS DEL TEJIDO 1

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Algodón
---------------------	---------

URDIMBRE

Materia	Algodón
Color	Crudo
Titulo (tex)	39.4
Densidad	21h x cm

TRAMA

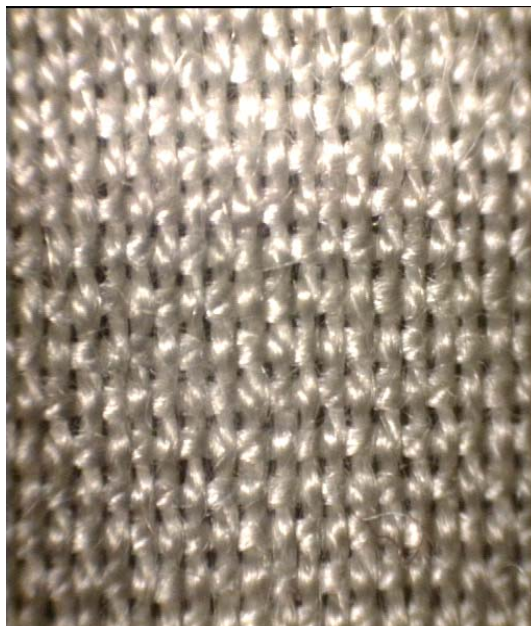
Materia	Algodón
Color	crudo
Titulo (tex)	40.4
Densidad	19.5 p x cm

LIGAMENTO

Tafetán

PESO

Peso (g/m ²)
157



ANALISIS DEL TEJIDO 2

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Poliéster
---------------------	-----------

URDIMBRE

Materia	Poliéster
Color	Blanco
Titulo (tex)	10
Densidad	68 h x cm

TRAMA

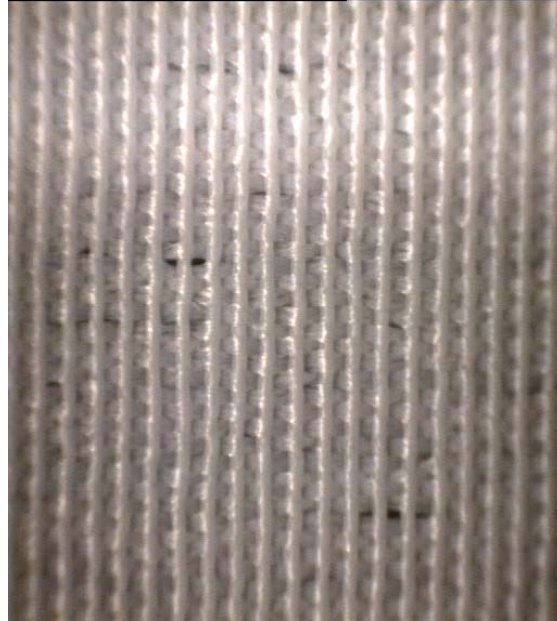
Materia	Poliéster
Color	Blanco
Titulo (tex)	40.2
Densidad	25.5 p x cm

LIGAMENTO

Tafetán

PESO

Peso (g/m ²)
158



ANALISIS DEL TEJIDO 3

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Algodón
---------------------	---------

URDIMBRE

Materia	Algodón
Color	crudo
Titulo (tex)	60
Densidad	34.5h x cm

TRAMA

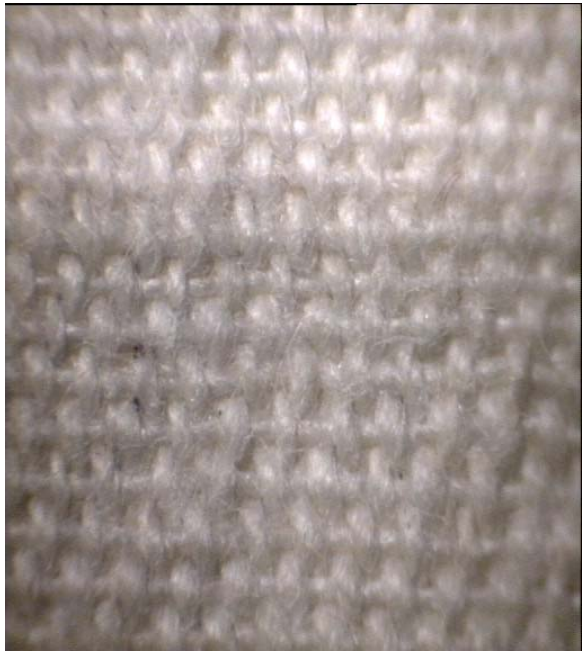
Materia	Algodón
Color	crudo
Titulo (tex)	32.2
Densidad	20p x cm.

LIGAMENTO

Tafetán

PESO

Peso (g/m ²)
289



ANALISIS DEL TEJIDO 4

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Polipropileno
---------------------	---------------

URDIMBRE

Materia	Polipropileno
Color	Blanco
Titulo (tex)	100
Densidad	22 h x cm

TRAMA

Materia	Polipropileno
Color	Blanco
Titulo (tex)	95.3
Densidad	12.4 p x cm

LIGAMENTO

Tafetán

PESO

Peso (g/m ²)
398



ANALISIS DEL TEJIDO 5

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Polietileno
---------------------	-------------

URDIMBRE

Materia	Polietileno
Color	Blanco
Titulo (tex)	8
Densidad	58.5 h x cm

TRAMA

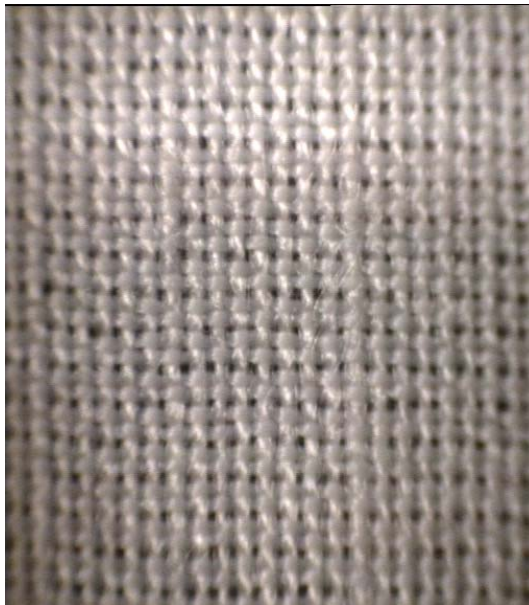
Materia	Polietileno
Color	blanco
Titulo (tex)	15
Densidad	35.5 p x cm.

LIGAMENTO

Tafetán

PESO

Peso (g/m ²)
65



ANALISIS DEL TEJIDO 6

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Algodón
---------------------	---------

URDIMBRE

Materia	Algodón
Color	crudo
Titulo (tex)	40.8
Densidad	21 h x cm

TRAMA

Materia	Algodón
Color	crudo
Titulo (tex)	33.8
Densidad	15.5 p x cm

LIGAMENTO

Tafetán

PESO

Peso (g/m ²)
173



ANALISIS DEL TEJIDO 7

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Poliamida/Algodón
---------------------	-------------------

URDIMBRE

Materia	Poliamida
Color	blanco
Titulo (tex)	10
Densidad	42.5 h x cm

TRAMA

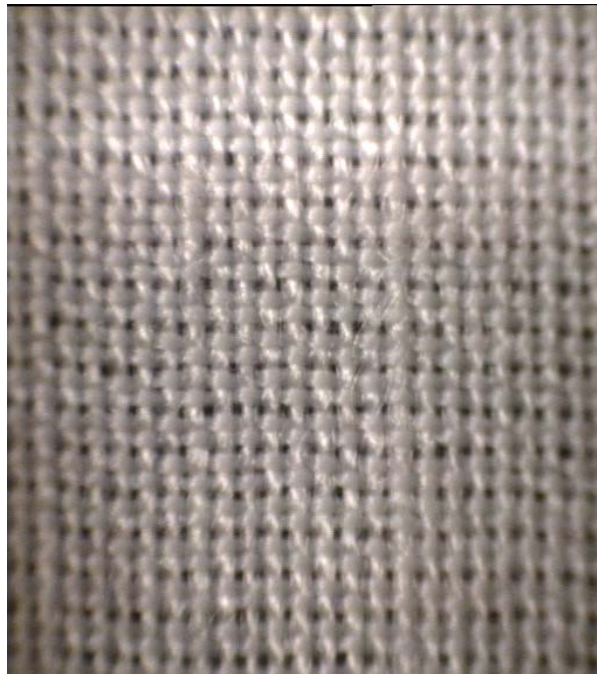
Materia	Algodón
Color	blanco
Titulo (tex)	29.2
Densidad	23 p x cm

LIGAMENTO

Tafetán

PESO

Peso (g/m ²)
96



ANALISIS DEL TEJIDO 8

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Polipropileno
---------------------	---------------

URDIMBRE

Materia	Polipropileno
Color	blanco
Titulo (tex)	84
Densidad	28.4 h x cm

TRAMA

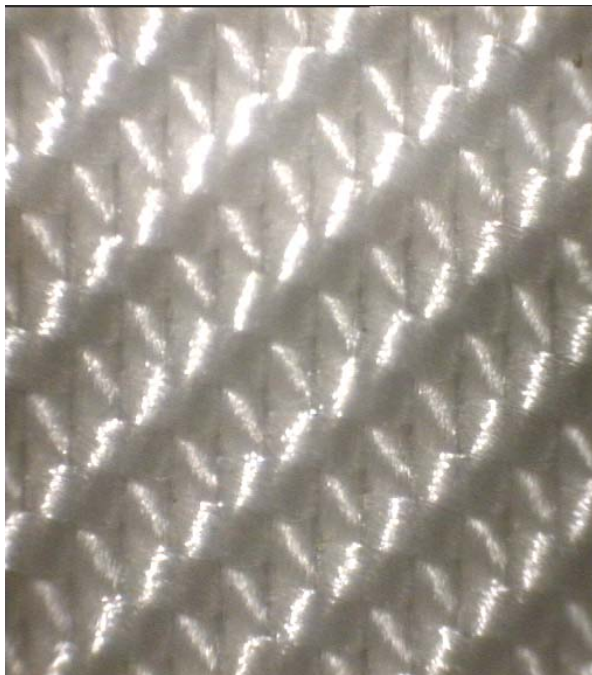
Materia	Polipropileno
Color	blanco
Titulo (tex)	82
Densidad	18 p x cm

LIGAMENTO

Sarga 2

PESO

Peso (g/m ²)
402



ANALISIS DEL TEJIDO 9

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Poliéster/Algodón
---------------------	-------------------

URDIMBRE

Materia	Poliéster
Color	blanco
Titulo (tex)	28
Densidad	29 h x cm

TRAMA

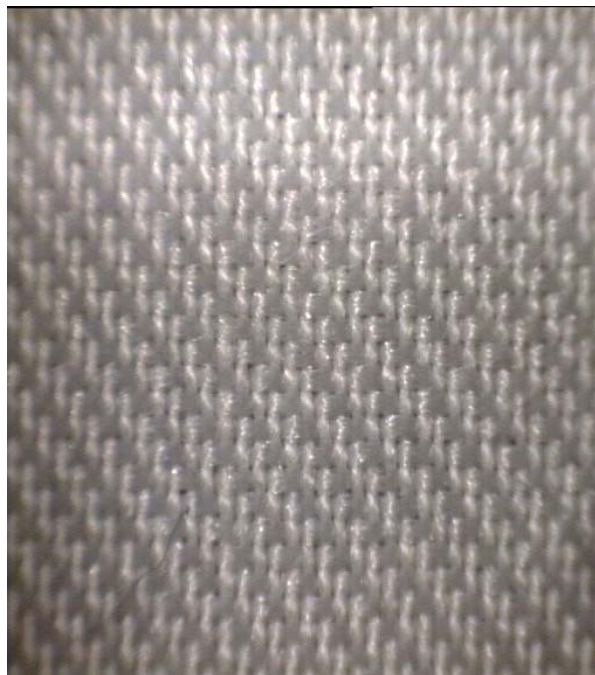
Materia	Algodón
Color	blanco
Titulo (tex)	20.6
Densidad	29p x cm

LIGAMENTO

Tafetán

PESO

Peso (g/m ²)
155



ANALISIS DEL TEJIDO 10

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Polipropileno
---------------------	---------------

URDIMBRE

Materia	Polipropileno
Color	blanco
Titulo (tex)	120
Densidad	25 h x cm

TRAMA

Materia	Polipropileno
Color	blanco
Titulo (tex)	130
Densidad	18p x cm

LIGAMENTO

Sarga 2

PESO

Peso (g/m ²)
616



ANALISIS DEL TEJIDO 11

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Algodón
---------------------	---------

URDIMBRE

Materia	Algodón
Color	blanco
Título (tex)	142
Densidad	21 h x cm

TRAMA

Materia	Algodón
Color	blanco
Título (tex)	152
Densidad	13 p x cm

LIGAMENTO

Tafetán

PESO

Peso (g/m ²)
531



ANALISIS DEL TEJIDO 12

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Algodón
---------------------	---------

URDIMBRE

Materia	Algodón
Color	Crudo
Titulo (tex)	154
Densidad	21.5 h x cm

TRAMA

Materia	Algodón
Color	crudo
Titulo (tex)	152
Densidad	17.5p x cm

LIGAMENTO

Sarga 2

PESO

Peso (g/m ²)
548



ANALISIS DEL TEJIDO 13

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Polipropileno
---------------------	---------------

URDIMBRE

Materia	Polipropileno
Color	blanco
Titulo (tex)	126
Densidad	19 h x cm

TRAMA

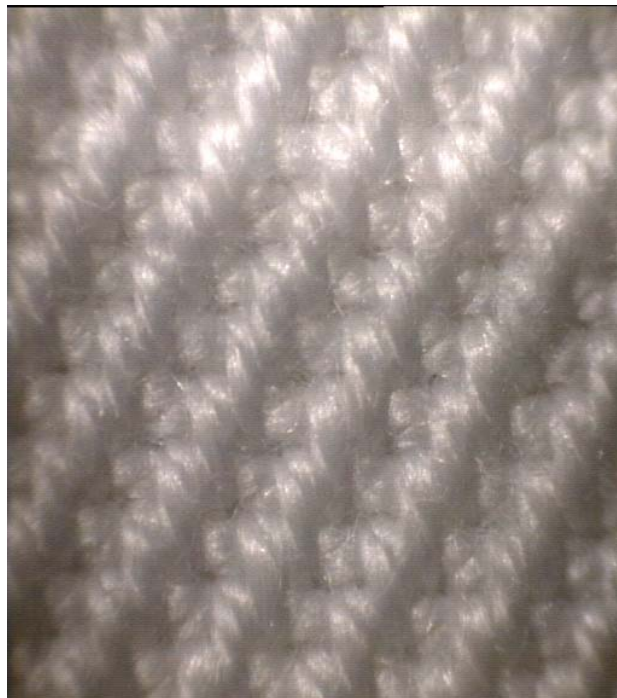
Materia	Polipropileno
Color	blanco
Titulo (tex)	102
Densidad	13.2p x cm

LIGAMENTO

Sarga 2,2

PESO

Peso (g/m ²)
381



ANALISIS DEL TEJIDO 14

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Polipropileno
---------------------	---------------

URDIMBRE

Materia	Polipropileno
Color	blanco
Titulo (tex)	102
Densidad	22.4 h x cm

TRAMA

Materia	Polipropileno
Color	blanco
Titulo (tex)	94.8
Densidad	13 p x cm

LIGAMENTO

Espiga de pescado en oposición

PESO

Peso (g/m ²)
396



ANALISIS DEL TEJIDO 15

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Poliéster + monofilamento carbón
---------------------	----------------------------------

URDIMBRE

Materia	Multifilamento + carbón
Color	gris
Titulo (tex)	16
Densidad	117 h x cm

TRAMA

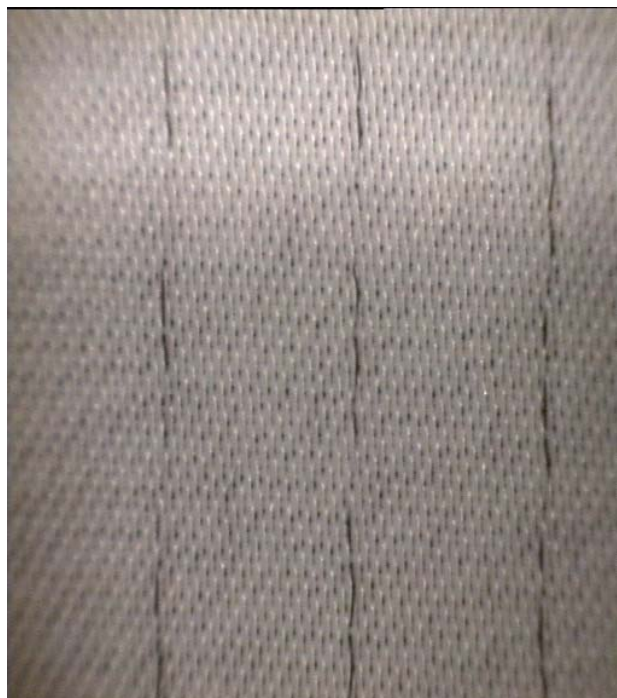
Materia	Multifilamento + carbón
Color	Gris
Titulo (tex)	18
Densidad	55 p x cm

LIGAMENTO

Tafetán

PESO

Peso (g/m^2)
210



ANALISIS DEL TEJIDO 16

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Poliester
---------------------	-----------

URDIMBRE

Materia	Poliester
Color	blanca
Titulo (tex)	10
Densidad	34 h x cm

TRAMA

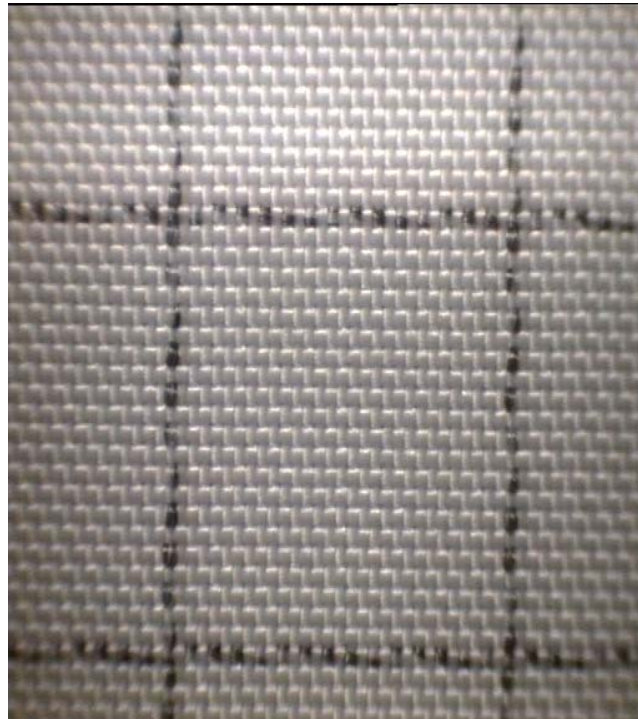
Materia	Poliester
Color	blanca
Titulo (tex)	11
Densidad	25 p x cm

LIGAMENTO

Tafetán

PESO

Peso (g/m ²)
97



ANALISIS DEL TEJIDO 17

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	PES + Bekinox
---------------------	---------------

URDIMBRE

Materia	Multifilamento +bekinox
Color	Blanco
Titulo (tex)	10
Densidad	117 h x cm

TRAMA

Materia	Multifilamento +bekinox
Color	Blanco
Titulo (tex)	8
Densidad	40 p x cm

LIGAMENTO

Saten 2,2

PESO

Peso (g/M ²)
185



ANALISIS DEL TEJIDO 18

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Polipropileno
---------------------	---------------

URDIMBRE

Materia	Monofilamento
Color	blanca
Titulo (tex)	38
Densidad	45 h x cm

TRAMA

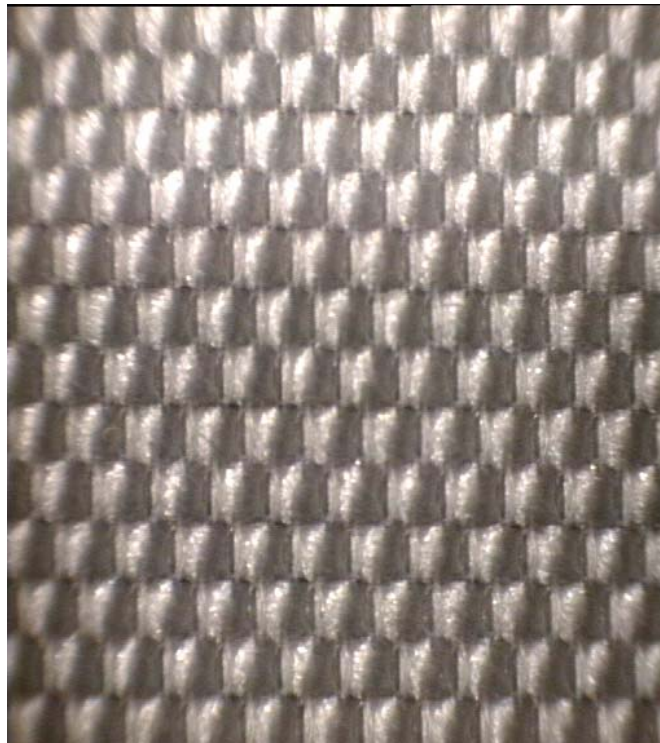
Materia	Monofilamento
Color	blanca
Titulo (tex)	40
Densidad	13 p x cm

LIGAMENTO

Saten 2,2

PESO

Peso (g/m ²)
325



ANALISIS DEL TEJIDO 19

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Fibra de Vidrio
---------------------	-----------------

URDIMBRE

Materia	Fibra de vidrio
Color	rosada
Titulo (tex)	20
Densidad	8 h x cm.

TRAMA

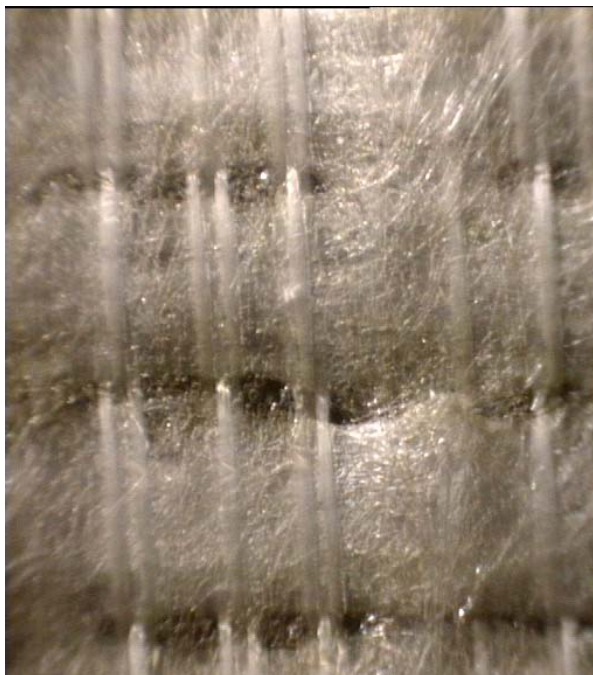
Materia	Fibra de vidrio
Color	rosada
Titulo (tex)	200
Densidad	3 p x cm

LIGAMENTO

compuesto

PESO

Peso (g/m ²)
256



ANALISIS DEL TEJIDO 20

IDENTIFICACIÓN

Nombre del material	Laminilla de Gore-tex
---------------------	-----------------------

LIGAMENTO

Tejido de punto por detrás

PESO

Peso (g/M ²)
236g/m



TABLA DE VALORES DE Q

Q = 10	Para hilos de Rayón y Viscosa	1.27
Q = 9.8	Para hilos de Algodón	1.22
Q = 9.6	Para hilos Poliéster	1.18
Q = 9.5	Para hilos de lana peinada y Cardada	1.14
Q = 9.2	Para hilos de Seda natural	1.07
Q = 8.9	Para hilos de	1.01
Q = 8.8	Para hilos de Poliamida	.98
Q = 8.21	Para hilos de PP y PTE	.94

COEFICIENTE DE LIGADURA

TAFETAN

	X
X	

$$Klurd = \frac{4}{4} = 1$$

$$Kltra = \frac{4}{4} = 1$$

SARGA

		X
	X	
X		

$$Klurd = \frac{6}{9} = 0.66$$

$$Kltra = \frac{6}{9} = 0.66$$

			X
		X	
	X		
X			

$$Klurd = \frac{8}{16} = 0.5$$

$$Kltra = \frac{8}{16} = 0.5$$

	X			X
	X		X	
X			X	
X		X		
		X		X

$$Klurd = \frac{10}{25} = 0.4$$

$$Kltra = \frac{10}{25} = 0.4$$

VIDRIO = 0.8

CALCULOS

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 1

$$kdurd = \frac{21h * cm * \sqrt{39.4}}{31.62} = 4.16$$

$$kdtra = \frac{19.5p * cm * \sqrt{40.4}}{31.62} = 3.91$$

$$kdtotal = 4.16 + 3.91 = 8.07$$

$$\%Tupidez = \frac{8.07}{11.32} * 100 = 71.28\%$$

COEFICIENTE DE DENSIDAD MAXIMO

$$kd \max urd = \frac{9.8}{1 + 0.73 * 1} = 5.66$$

$$kd \max tra = \frac{9.8}{1 + 0.73 * 1} = 5.66$$

$$kdtotal = 11.32$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 2

$$kdurd = \frac{68h * cm * \sqrt{10}}{31.62} = 6.8$$

$$kdtra = \frac{25.5p * cm * \sqrt{40.2}}{31.62} = 5.11$$

$$kdtotal = 6.8 + 5.11 = 11.91$$

$$\%Tupidez = \frac{11.91}{11.08} * 100 = 107\%$$

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kd \max urd = \frac{9.6}{1 + 0.73 * 1} = 5.54$$

$$kd \max tra = \frac{9.6}{1 + 0.73 * 1} = 5.54$$

$$kdtotal = 5.54 + 5.54 = 11.08$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 3

$$kdurd = \frac{34.5h * cm * \sqrt{60}}{31.62} = 8.45$$

$$kdtra = \frac{20p * cm * \sqrt{32.2}}{31.62} = 3.5$$

$$kdtotal = 8.45 + 3.5 = 11.95$$

$$\%Tupidez = \frac{11.95}{11.32} * 100 = 105\%$$

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kd \max urd = \frac{9.8}{1 + 0.73 * 1} = 5.66$$

$$kd \max tra = \frac{9.8}{1 + 0.73 * 1} = 5.66$$

$$kdtotal = 11.32$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 4

$$kdurd = \frac{22h * cm * \sqrt{100}}{31.62} = 6.9$$

$$kdtra = \frac{12.4p * cm * \sqrt{95.3}}{31.62} = 3.8$$

$$kdtotal = 6.9 + 3.8 = 10.7$$

$$\%Tupidez = \frac{10.7}{9.48} * 100 = 112\%$$

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kd \max urd = \frac{8.21}{1 + 0.73 * 1} = 4.74$$

$$kd \max tra = \frac{8.21}{1 + 0.73 * 1} = 4.74$$

$$kdtotal = 4.74 + 4.74 = 9.48$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 5

$$kdurd = \frac{58.5h * cm * \sqrt{8}}{31.62} = 5.23$$

$$kdtra = \frac{35.5p * cm * \sqrt{15}}{31.62} = 4.34$$

$$kdtotal = 2.53 + 4.34 = 9.57$$

$$\%Tupidez = \frac{9.57}{9.48} * 100 = 100\%$$

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kd \max urd = \frac{8.21}{1 + 0.73 * 1} = 4.74$$

$$kd \max tra = \frac{8.21}{1 + 0.73 * 1} = 4.74$$

$$kdtotal = 4.74 + 4.74 = 9.48$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 6

$$kdurd = \frac{21h * cm * \sqrt{40.8}}{31.62} = 4.24$$

$$kdtra = \frac{15.5p * cm * \sqrt{33.8}}{31.62} = 2.84$$

$$kdtotal = 4.24 + 2.84 = 7.08$$

$$\%Tupidez = \frac{7.08}{11.32} * 100 = 62\%$$

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kd \max urd = \frac{9.8}{1 + 0.73 * 1} = 5.66$$

$$kd \max tra = \frac{9.8}{1 + 0.73 * 1} = 5.66$$

$$kdtotal = 11.32$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 7

$$kdurd = \frac{42.5h * cm * \sqrt{10}}{31.62} = 4.25$$

$$kdtra = \frac{23p * cm * \sqrt{29.2}}{31.62} = 3.93$$

$$kdtotal = 4.25 + 3.93 = 8.18$$

$$\%Tupidez = \frac{8.18}{9.48} * 100 = 86\%$$

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kd \max urd = \frac{8.21}{1 + 0.73 * 1} = 4.74$$

$$kd \max tra = \frac{8.21}{1 + 0.73 * 1} = 4.74$$

$$kdtotal = 4.74 + 4.74 = 9.48$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 8

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kdurd = \frac{28.4h * cm * \sqrt{84}}{31.62} = 8.23$$

$$kd \max urd = \frac{8.21}{1 + 0.73 * 0.5} = 6.03$$

$$kdtra = \frac{18p * cm * \sqrt{82}}{31.62} = 5.15$$

$$kd \max tra = \frac{8.21}{1 + 0.73 * 0.5} = 6.03$$

$$kdtotal = 8.23 + 5.15 = 13.28$$

$$kdtotal = 6.03 + 6.03 = 12.07$$

$$\%Tupidez = \frac{13.28}{12.07} * 100 = 103\%$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 9

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kdurd = \frac{29h * cm * \sqrt{28}}{31.62} = 4.8$$

$$kd \max urd = \frac{9.6}{1 + 0.73 * 1} = 5.54$$

$$kdtra = \frac{29p * cm * \sqrt{20.6}}{31.62} = 4.10$$

$$kd \max tra = \frac{9.6}{1 + 0.73 * 1} = 5.54$$

$$kdtotal = 4. + 4.10 = 8.18$$

$$kdtotal = 5.54 + 5.54 = 11.08$$

$$\%Tupidez = \frac{8.9}{11.08} * 100 = 80\%$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 10

$$kdurd = \frac{25h * cm * \sqrt{120}}{31.62} = 8.66$$

$$kdtra = \frac{18p * cm * \sqrt{130}}{31.62} = 6.49$$

$$kdtotal = 8.66 + 6.49 = 15.15$$

$$\%Tupidez = \frac{15.15}{12.07} * 100 = 117\%$$

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kd \max urd = \frac{8.21}{1 + 0.73 * 0.5} = 6.03$$

$$kd \max tra = \frac{8.21}{1 + 0.73 * 0.5} = 6.03$$

$$kdtotal = 6.03 + 6.03 = 12.07$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 11

$$kdurd = \frac{21h * cm * \sqrt{142}}{31.62} = 7.91$$

$$kdtra = \frac{13p * cm * \sqrt{152}}{31.62} = 5$$

$$kdtotal = 7.91 + 5 = 12.91$$

$$\%Tupidez = \frac{12.91}{11.32} * 100 = 114\%$$

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kd \max urd = \frac{9.8}{1 + 0.73 * 1} = 5.66$$

$$kd \max tra = \frac{9.8}{1 + 0.73 * 1} = 5.66$$

$$kdtotal = 11.32$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 12

$$kdurd = \frac{21.5h * cm * \sqrt{154}}{31.62} = 8.43$$

$$kdtra = \frac{17.5p * cm * \sqrt{152}}{31.62} = 6.8$$

$$kdtotal = 8.43 + 6.8 = 15.23$$

$$\%Tupidez = \frac{15.23}{14.4} * 100 = 105\%$$

COEFICIENTE DE DENSIDAD MAXIMO

$$kd \max urd = \frac{9.8}{1 + 0.73 * 0.5} = 7.2$$

$$kd \max tra = \frac{9.8}{1 + 0.73 * 0.5} = 7.2$$

$$kdtotal = 7.2 + 7.2 = 14.4$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 13

$$kdurd = \frac{19h * cm * \sqrt{126}}{31.62} = 6.74$$

$$kdtra = \frac{13.2p * cm * \sqrt{102}}{31.62} = 4.21$$

$$kdtotal = 6.74 + 4.21 = 10.95$$

$$\%Tupidez = \frac{10.95}{12.07} * 100 = 90\%$$

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kd \max urd = \frac{8.21}{1 + 0.73 * 0.5} = 6.03$$

$$kd \max tra = \frac{8.21}{1 + 0.73 * 0.5} = 6.03$$

$$kdtotal = 6.03 + 6.03 = 12.07$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 14

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kdurd = \frac{22.4h * cm * \sqrt{102}}{31.62} = 7.15$$

$$kd \max urd = \frac{8.21}{1 + 0.73 * 0.5} = 6.03$$

$$kdtra = \frac{13p * cm * \sqrt{94.8}}{31.62} = 4$$

$$kd \max tra = \frac{8.21}{1 + 0.73 * 0.5} = 6.03$$

$$kdtotal = 7.15 + 4 = 11.15$$

$$kdtotal = 6.03 + 6.03 = 12.07$$

$$\%Tupidez = \frac{11.15}{12.07} * 100 = 92\%$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 15

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kdurd = \frac{117h * cm * \sqrt{16}}{31.62} = 14$$

$$kd \max urd = \frac{9.6}{1 + 0.73 * 1} = 5.54$$

$$kdtra = \frac{55p * cm * \sqrt{18}}{31.62} = 7.3$$

$$kd \max tra = \frac{9.6}{1 + 0.73 * 1} = 5.54$$

$$kdtotal = 14 + 7.3 = 21.3$$

$$kdtotal = 5.54 + 5.54 = 11.08$$

$$\%Tupidez = \frac{21.3}{11.08} * 100 = 192\% \quad \text{Ya que se trata de una tela de 2 caras por trama}$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 16

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kdurd = \frac{34h * cm * \sqrt{10}}{31.62} = 3.4$$

$$kd \max urd = \frac{9.6}{1 + 0.73 * 1} = 5.54$$

$$kdtra = \frac{25p * cm * \sqrt{11}}{31.62} = 2.6$$

$$kd \max tra = \frac{9.6}{1 + 0.73 * 1} = 5.54$$

$$kdtotal = 3.4 + 2.6 = 6$$

$$kdtotal = 5.54 + 5.54 = 11.08$$

$$\%Tupidez = \frac{6}{11.08} * 100 = 54\%$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 17

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kdurd = \frac{117h * cm * \sqrt{10}}{31.62} = 11$$

$$kd \max urd = \frac{9.6}{1 + 0.73 * 0.4} = 7.44$$

$$kdtra = \frac{40p * cm * \sqrt{8}}{31.62} = 3.2$$

$$kd \max tra = \frac{9.6}{1 + 0.73 * 0.4} = 7.44$$

$$kdtotal = 11 + 3.2 = 14.2$$

$$kdtotal = 7.44 + 7.44 = 14.88$$

$$\%Tupidez = \frac{14.2}{14.88} * 100 = 95\%$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 18

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kdurd = \frac{45h * cm * \sqrt{38}}{31.62} = 8.7$$

$$kd \max urd = \frac{8.21}{1 + 0.73 * 0.4} = 6.36$$

$$kdtra = \frac{13p * cm * \sqrt{40}}{31.62} = 2.6$$

$$kd \max tra = \frac{8.21}{1 + 0.73 * 0.4} = 6.36$$

$$kdtotal = 8.7 + 2.6 = 11.3$$

$$kdtotal = 6.36 + 6.36 = 12.72$$

$$\%Tupidez = \frac{11.3}{12.72} * 100 = 88\%$$

TUPIDEZ DE LA MUESTRA 19

COEFICIENTE DE DENSIDAD MÁXIMO

$$kdurd = \frac{8h * cm * \sqrt{20}}{31.62} = 1.13$$

$$kd \max urd = \frac{10}{1 + 0.73 * 0.8} = 6.32$$

$$kdtra = \frac{3p * cm * \sqrt{200}}{31.62} = 1.34$$

$$kd \max tra = \frac{10}{1 + 0.73 * 0.8} = 6.32$$

$$kdtotal = 1.13 + 1.34 = 2.47$$

$$kdtotal = 6.32 + 6.32 = 12.64$$

$$\%Tupidez = \frac{2.47}{12.64} * 100 = 19.5\%$$

CALCULOS

Muestra 1

$$\text{Peso} = 157 \text{ g/m}^2 = 1.57 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 0.45 \text{ mm} = 0.045 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = 1.50$$

$$\text{volumen} = 10 \times 10 \times 0.045 = 4.5 \text{ cm.}$$

$$\delta_{\text{ filtro}} = \frac{p}{v} = \frac{1.57 \text{ g/cm}^2}{4.5 \text{ cm}} = 0.349 \text{ g/cm}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta_{\text{ fibra}} - \delta_{\text{ filtro}}}{\delta_{\text{ fibra}}} = \frac{1.50 - .34}{1.50} = \frac{1.16}{1.50} = 0.77 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta_{\text{ filtro}}}{\delta_{\text{ fibra}}} = \frac{.34}{1.50} = 0.226 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 2

$$\text{Peso} = 157 \text{ g/m}^2 = 1.57 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 0.35 \text{ mm} = 0.035 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = 1.38$$

$$\text{volumen} = 10 \times 10 \times 0.035 = 3.5 \text{ cm.}$$

$$\delta_{\text{ filtro}} = \frac{p}{v} = \frac{1.38 \text{ g/cm}^2}{3.5 \text{ cm}} = 0.44 \text{ g/cm.}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta_{\text{ fibra}} - \delta_{\text{ filtro}}}{\delta_{\text{ fibra}}} = \frac{1.38 - .44}{1.38} = \frac{.94}{1.38} = 0.68 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta_{\text{ filtro}}}{\delta_{\text{ fibra}}} = \frac{.44}{1.38} = 0.49 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 3

$$\text{Peso} = 289 \text{ g/m}^2 = 2.89 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 0.80\text{mm} = 0.080\text{cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = 1.50$$

$$\text{volumen} = 10*10*0.080 = 8 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ filtro} = \frac{p}{v} = \frac{2.89 \text{ g/cm}^2}{8 \text{ cm}} = 0.36 \text{ g/cm}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta \text{ fibra} - \delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{1.50 - .36}{1.50} = \frac{1.14}{1.50} = 0.76 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.36}{1.50} = 0.24 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 4

$$\text{Peso} = 398 \text{ g/m}^2 = 3.98 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 1.05\text{mm} = 0.105\text{cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = .91$$

$$\text{volumen} = 10*10*0.105 = 10.5 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ filtro} = \frac{p}{v} = \frac{3.98 \text{ g/cm}^2}{10.5 \text{ cm}} = 0.37 \text{ g/cm.}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta \text{ fibra} - \delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.91 - .37}{.91} = \frac{.54}{.91} = 0.59 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.37}{.91} = 0.40 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 5

$$\text{Peso} = 65 \text{ g/m}^2 = .65 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 0.2\text{mm} = 0.02\text{cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = .91$$

$$\text{volumen} = 10 \times 10 \times 0.02 = 2 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ filtro} = \frac{p}{v} = \frac{.65 \text{ g/cm}^2}{2 \text{ cm}} = 0.32 \text{ g/cm.}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta \text{ fibra} - \delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.91 - .32}{.91} = \frac{.59}{.91} = 0.64 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.32}{.91} = 0.35 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 6

$$\text{Peso} = 173 \text{ g/m}^2 = 1.73 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 0.50\text{mm} = 0.050 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = 1.50$$

$$\text{volumen} = 10 \times 10 \times 0.050 = 5 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ filtro} = \frac{p}{v} = \frac{1.73 \text{ g/cm}^2}{5 \text{ cm}} = 0.34 \text{ g/cm}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta \text{ fibra} - \delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{1.50 - .34}{1.50} = \frac{1.16}{1.50} = 0.77 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.34}{1.50} = 0.226 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 7

$$\text{Peso} = 96 \text{g/m}^2 = 9.6 \text{g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = .30 \text{mm} = 0.030 \text{cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = 1.14 * 0.5 + 1.5 * 0.5 = 1.32$$

$$\text{volumen} = 10 * 10 * 0.030 = 3 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ filtro} = \frac{p}{v} = \frac{.96 \text{g/cm}^2}{3 \text{cm}} = .32 \text{g/cm.}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta \text{ fibra} - \delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{1.32 - 0.32}{1.32} = \frac{1}{1.32} = 0.75 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.32}{1.32} = .24 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 8

$$\text{Peso} = 402 \text{g/m}^2 = 4.02 \text{g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = .85 \text{mm} = 0.085 \text{cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = .91$$

$$\text{volumen} = 10 * 10 * 0.085 = 8.5 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ filtro} = \frac{p}{v} = \frac{4.02 \text{g/cm}^2}{8.5 \text{cm}} = 0.47 \text{g/cm.}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta \text{ fibra} - \delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.91 - .47}{.91} = \frac{.44}{.91} = 0.48 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.47}{.91} = 0.51 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 9

$$\text{Peso} = 155 \text{ g/m}^2 = 1.55 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = .35 \text{ mm} = 0.035 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = 1.38 * 0.67 + 1.5 * 0.33 = 1.41$$

$$\text{volumen} = 10 * 10 * 0.035 = 3.5 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ filtro} = \frac{p}{v} = \frac{1.55 \text{ g/cm}^2}{3.5 \text{ cm}} = 0.44 \text{ g/cm.}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta \text{ fibra} - \delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{1.41 - .44}{1.41} = \frac{.97}{1.41} = 0.68 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.44}{1.41} = 0.31 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 10

$$\text{Peso} = 616 \text{ g/m}^2 = 6.16 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 1.2 \text{ mm} = 0.12 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = .91$$

$$\text{volumen} = 10 * 10 * 0.12 = 12 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ filtro} = \frac{p}{v} = \frac{6.16 \text{ g/cm}^2}{12 \text{ cm}} = 0.51 \text{ g/cm.}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta \text{ fibra} - \delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.91 - .51}{.91} = \frac{.41}{.91} = 0.43 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.51}{.91} = 0.56 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 11

$$\text{Peso} = 531 \text{ g/m}^2 = 5.31 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 1.1 \text{ mm} = 0.11 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = 1.50$$

$$\text{volumen} = 10 \times 10 \times 0.050 = 5 \text{ cm.}$$

$$\delta_{\text{ filtro}} = \frac{p}{v} = \frac{5.31 \text{ g/cm}^2}{11 \text{ cm}} = 0.48 \text{ g/cm}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta_{\text{ fibra}} - \delta_{\text{ filtro}}}{\delta_{\text{ fibra}}} = \frac{1.50 - .48}{1.50} = \frac{1.02}{1.50} = 0.68 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta_{\text{ filtro}}}{\delta_{\text{ fibra}}} = \frac{.48}{1.50} = 0.32 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 12

$$\text{Peso} = 548 \text{ g/m}^2 = 5.48 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 1.1 \text{ mm} = 0.11 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = 1.50$$

$$\text{volumen} = 10 \times 10 \times 0.11 = 11 \text{ cm.}$$

$$\delta_{\text{ filtro}} = \frac{p}{v} = \frac{5.48 \text{ g/cm}^2}{11 \text{ cm}} = 0.49 \text{ g/cm}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta_{\text{ fibra}} - \delta_{\text{ filtro}}}{\delta_{\text{ fibra}}} = \frac{1.50 - .49}{1.50} = \frac{1.01}{1.50} = 0.67 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta_{\text{ filtro}}}{\delta_{\text{ fibra}}} = \frac{.49}{1.50} = 0.32 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 13

$$\text{Peso} = 381 \text{ g/m}^2 = 3.81 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 1.25\text{mm} = 0.125 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = .91$$

$$\text{volumen} = 10*10*0.125 = 12.5 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ filtro} = \frac{p}{v} = \frac{3.81 \text{ g/cm}^2}{12.5 \text{ cm}} = 0.30 \text{ g/cm.}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta \text{ fibra} - \delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.91 - .30}{.91} = \frac{.61}{.91} = 0.67 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.30}{.91} = 0.32 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 14

$$\text{Peso} = 396 \text{ g/m}^2 = 3.96 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 1.25\text{mm} = 0.125 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = .91$$

$$\text{volumen} = 10*10*0.125 = 12.5 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ filtro} = \frac{p}{v} = \frac{3.96 \text{ g/cm}^2}{12.5 \text{ cm}} = 0.31 \text{ g/cm}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta \text{ fibra} - \delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.91 - .31}{.91} = \frac{.6}{.91} = 0.65 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.31}{.91} = 0.34 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 15

$$\text{Peso} = 210 \text{ g/m}^2 = 2.10 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 0.3\text{mm} = 0.03 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = 1.38$$

$$\text{volumen} = 10 \cdot 10 \cdot 0.03 = 3 \text{ cm.}$$

$$\delta_{\text{ filtro}} = \frac{p}{v} = \frac{2.10 \text{ g/cm}^2}{3 \text{ cm}} = 0.7 \text{ g/cm.}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta_{\text{ fibra}} - \delta_{\text{ filtro}}}{\delta_{\text{ fibra}}} = \frac{1.38 - 0.7}{1.38} = \frac{.68}{1.38} = 0.49 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta_{\text{ filtro}}}{\delta_{\text{ fibra}}} = \frac{.7}{1.38} = 0.50 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 16

$$\text{Peso} = 210 \text{ g/m}^2 = 2.10 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 0.3\text{mm} = 0.03 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = 1.38$$

$$\text{volumen} = 10 \cdot 10 \cdot 0.03 = 3 \text{ cm.}$$

$$\delta_{\text{ filtro}} = \frac{p}{v} = \frac{2.10 \text{ g/cm}^2}{3 \text{ cm}} = 0.7 \text{ g/cm.}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta_{\text{ fibra}} - \delta_{\text{ filtro}}}{\delta_{\text{ fibra}}} = \frac{1.38 - 0.7}{1.38} = \frac{.68}{1.38} = 0.49 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta_{\text{ filtro}}}{\delta_{\text{ fibra}}} = \frac{.7}{1.38} = 0.50 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 17

$$\text{Peso} = 185 \text{ g/m}^2 = 1.85 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 0.23 \text{ mm} = 0.023 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = 1.38$$

$$\text{volumen} = 10 \cdot 10 \cdot 0.023 = 2.3 \text{ cm.}$$

$$\delta_{\text{ filtro}} = \frac{p}{v} = \frac{1.85 \text{ g/cm}^2}{2.3 \text{ cm}} = 0.80 \text{ g/cm.}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta_{\text{ fibra}} - \delta_{\text{ filtro}}}{\delta_{\text{ fibra}}} = \frac{1.38 - 0.80}{1.38} = \frac{.58}{1.38} = 0.42 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta_{\text{ filtro}}}{\delta_{\text{ fibra}}} = \frac{.80}{1.38} = 0.57 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 18

$$\text{Peso} = 325 \text{ g/m}^2 = 3.25 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 0.56 \text{ mm} = 0.056 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = .91$$

$$\text{volumen} = 10 \cdot 10 \cdot 0.056 = 5.6 \text{ cm.}$$

$$\delta_{\text{ filtro}} = \frac{p}{v} = \frac{3.25 \text{ g/cm}^2}{5.6 \text{ cm}} = 0.58 \text{ g/cm.}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta_{\text{ fibra}} - \delta_{\text{ filtro}}}{\delta_{\text{ fibra}}} = \frac{.91 - .58}{.91} = \frac{.33}{.91} = 0.36 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta_{\text{ filtro}}}{\delta_{\text{ fibra}}} = \frac{.58}{.91} = 0.63 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 19

$$\text{Peso} = 256 \text{ g/m}^2 = 2.56 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 0.95 \text{ mm} = 0.095 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ fibra} = 2.46$$

$$\text{volumen} = 10 \times 10 \times 0.095 = 9.5 \text{ cm.}$$

$$\delta \text{ filtro} = \frac{p}{v} = \frac{2.46 \text{ g/cm}^2}{9.5 \text{ cm}} = 0.25 \text{ g/cm.}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta \text{ fibra} - \delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{2.46 - 0.25}{2.46} = \frac{2.21}{2.46} = 0.89 \text{ COEF. DE POROSIDAD GEOMETRICA}$$

$$\beta = \frac{\delta \text{ filtro}}{\delta \text{ fibra}} = \frac{.25}{2.46} = 0.10 \text{ INDICE DE VACIOS}$$

Muestra 20

$$\text{Peso} = 236 \text{ g/m}^2 = 2.36 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Espesor} = 0.55 \text{ mm} = 0.055 \text{ cm.}$$

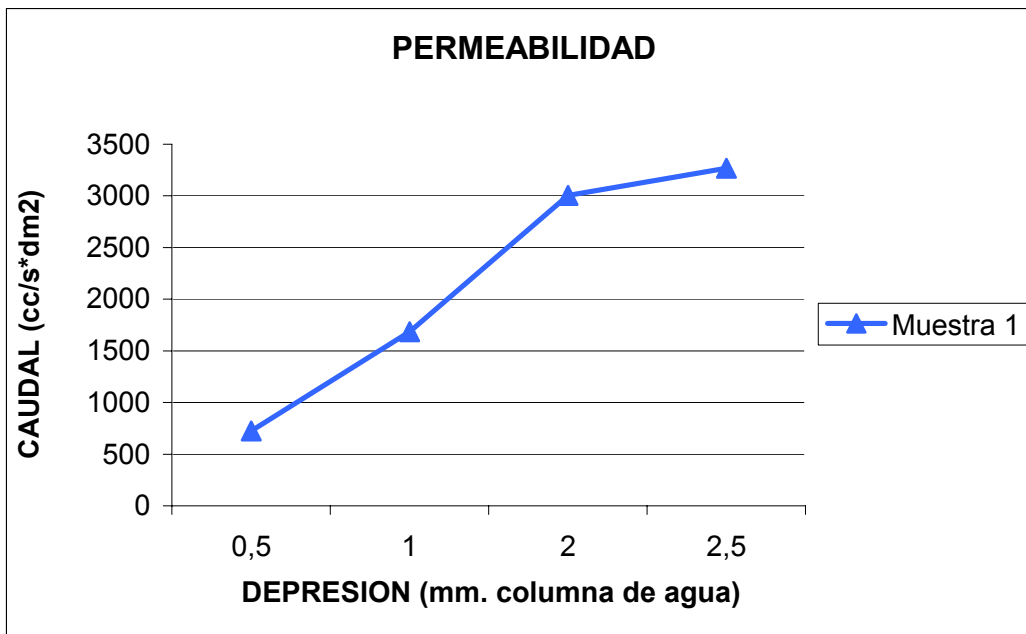
$$\delta \text{ fibra} =$$

$$\text{volumen} = 10 \times 10 \times 0.055 = 5.5 \text{ cm.}$$

TABLAS Y GRAFICAS

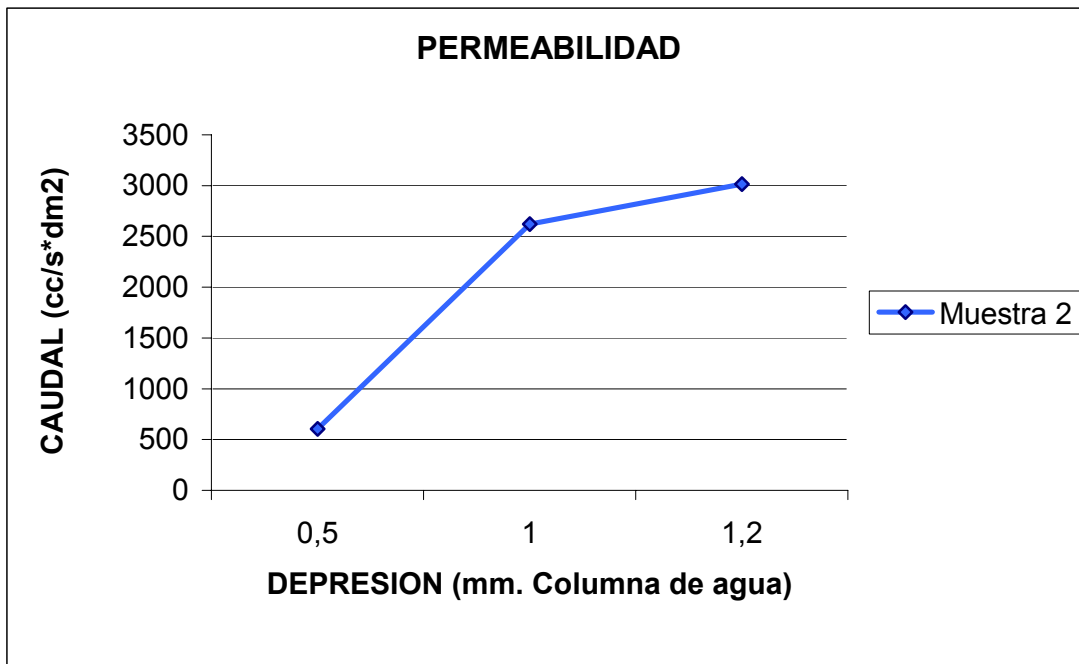
Muestra 1

DEPRESION	0,5	1	2	2,5
MUESTRAS				
1	22	69	135	167
2	48	105	165	
3	43	105	168	
4	36	67	142	165
5	35	81	151	165
	184	427	761	497
MEDIA	36,8	85,4	152,2	165,666667
*19.73	726,064	1684,942	3002,906	3268,60333



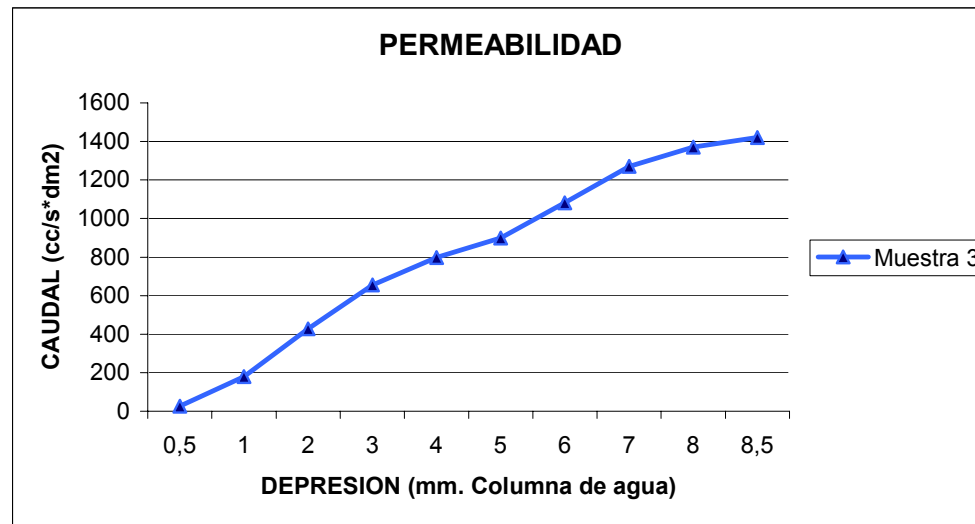
Muestra 2

DEPRESION	0,5	1	1,2
MUESTRAS			
1	35	137	155
2	35	128	158
3	18	135	152
4	30	129	142
5	35	135	157
	153	664	764
MEDIA	30,6	132,8	152,8
*19.73	603,738	2620,144	3014,744



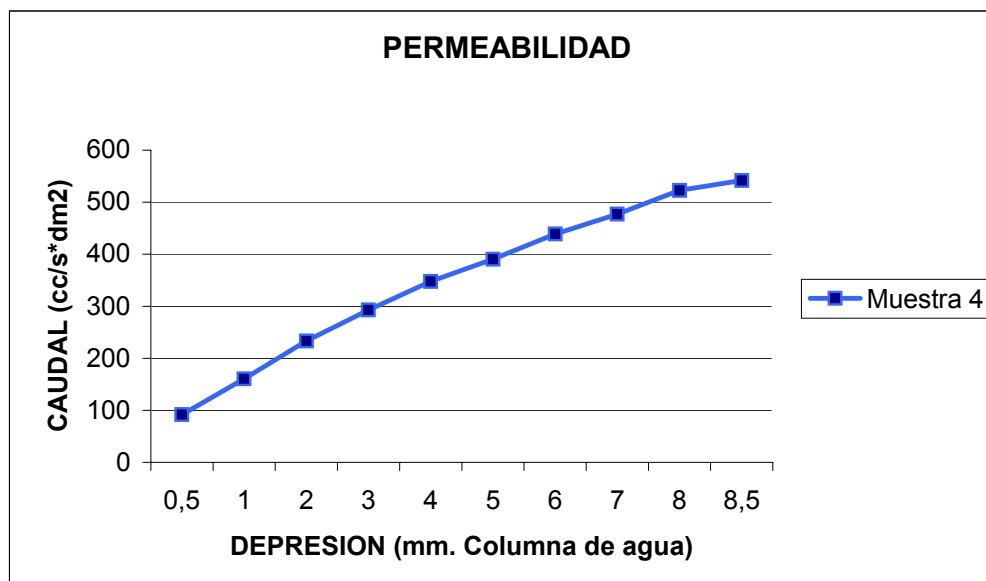
Muestra 3

DEPRESION MUESTRAS	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
1	2,7	11	22	33	40	48	55	65	70	74
2	1,7	10	21,5	29	35	45	50	58	65	70
3	1,2	6,8	18	31	38	35	50	60	68	
4	0,9	9,5	23	38	42	50	60	69	75	
5	0,04	8,2	24	35	47	50	59	70		
	6,54	45,5	108,5	166	202	228	274	322	278	144
MEDIA	1,308	9,1	21,7	33,2	40,4	45,6	54,8	64,4	69,5	72
*19.73	25,80684	179,543	428,141	655,036	797,092	899,688	1081,204	1270,612	1371,235	1420,56



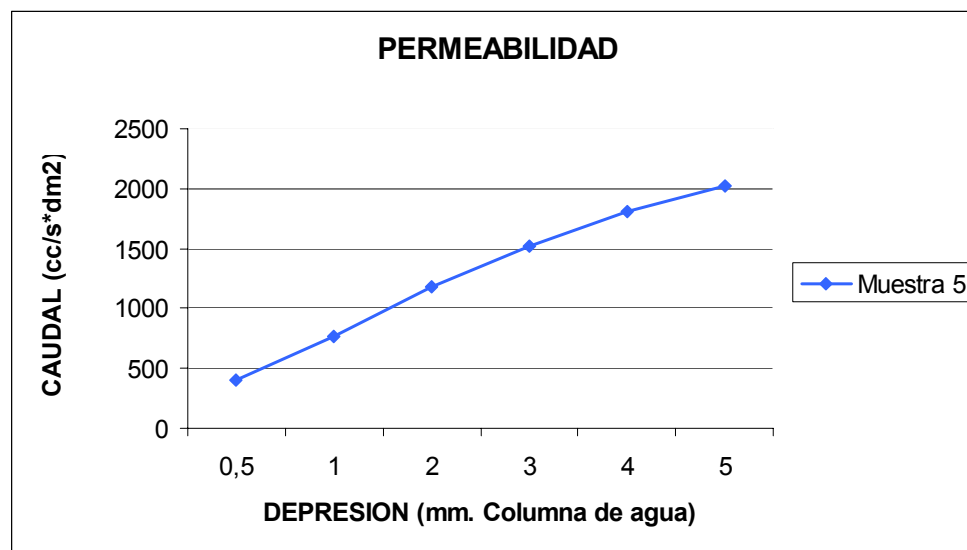
Muestra 4

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	5,8	8,8	12	15	18	19,5	23	24	26,5	27,5
2	5	8,1	11,8	15	18	20	22,2	24,5	26,8	28
3	5	8	11,8	14,9	17,7	19,5	21,9	23,9	26,3	27
4	3,8	7,8	10,7	14	16	19	20,8	22,5	24,8	25,8
5	3,6	8	12,8	15,3	18,4	21	23,3	26	28	29
	23,2	40,7	59,1	74,2	88,1	99	111,2	120,9	132,4	137,3
MEDIA	4,64	8,14	11,82	14,84	17,62	19,8	22,24	24,18	26,48	27,46
*19.73	91,5472	160,6022	233,2086	292,7932	347,6426	390,654	438,7952	477,0714	522,4504	541,7858



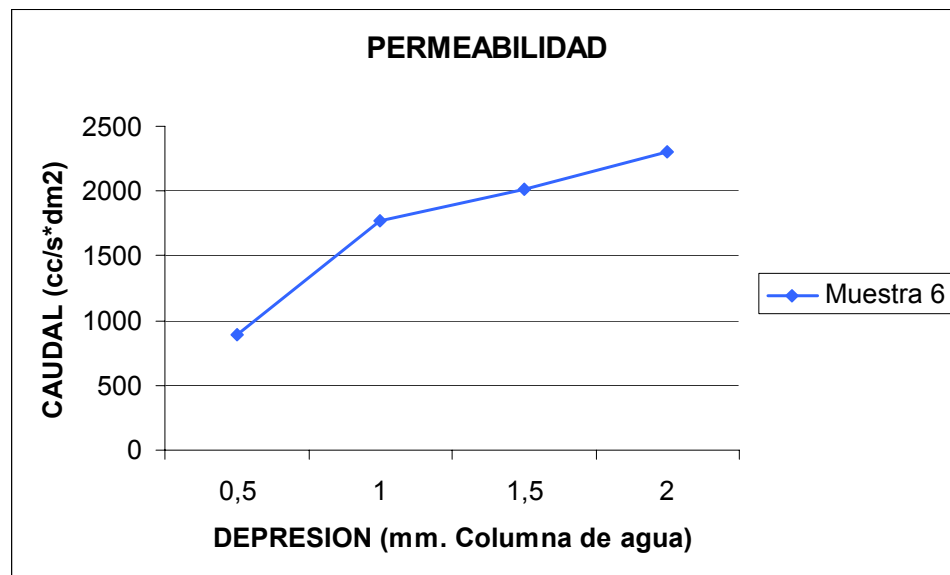
Muestra 5

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5
MUESTRAS						
1	16	35	50	70	85	105
2	19,8	36	60	75	89	98
3	22,9	40	65	85	100	
4	29	48	68	85	99	110
5	15	33,9	55	70	85	98
	102,7	192,9	298	385	458	411
MEDIA	20,54	38,58	59,6	77	91,6	102,75
*19.73	405,2542	761,1834	1175,908	1519,21	1807,268	2027,2575



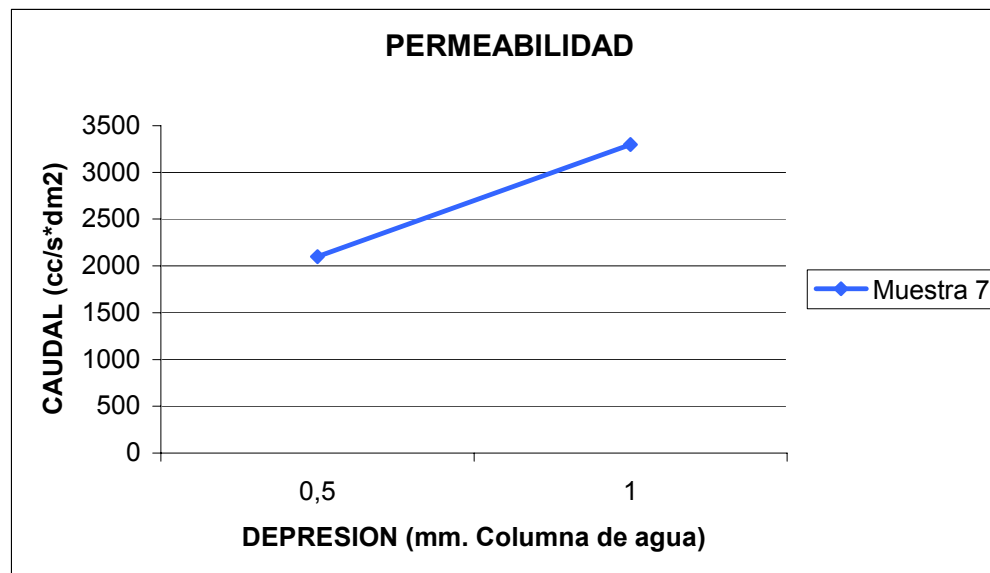
Muestra 6

DEPRESION	0,5	1	1,5	2
MUESTRAS				
1	30	75	95	111
2	50	95	0	0
3	58	100	0	0
4	44	87	100	0
5	44	91	111	123
	226	448	306	234
MEDIA	45,2	89,6	102	117
*19.73	891,796	1767,808	2012,46	2308,41



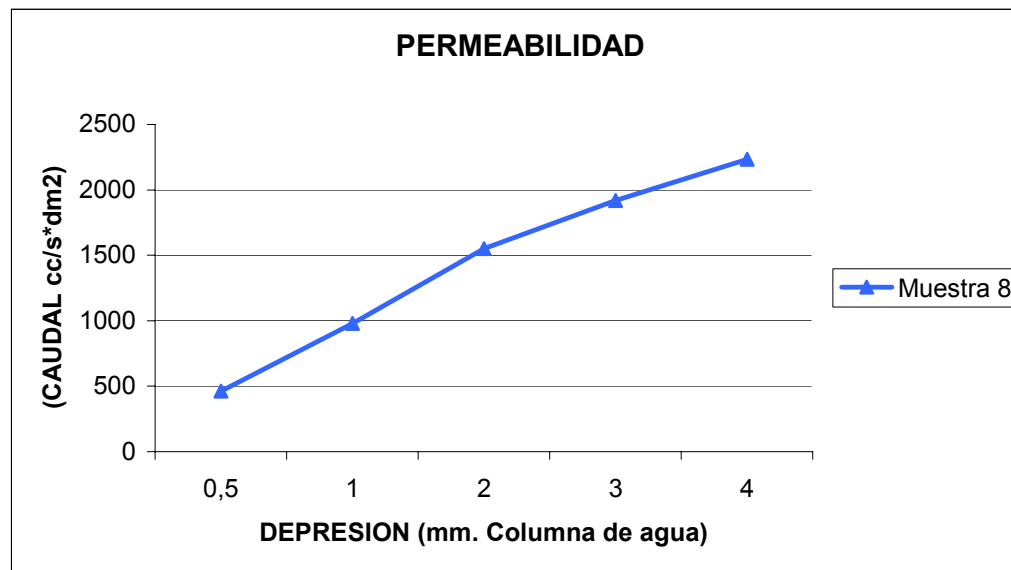
Muestra 7

DEPRESION	0,5	1
MUESTRAS		
1	110	170
2	110	165
3	112	169
4	100	167
5	100	165
	532	836
MEDIA	106,4	167,2
*19.73	2099,272	3298,856



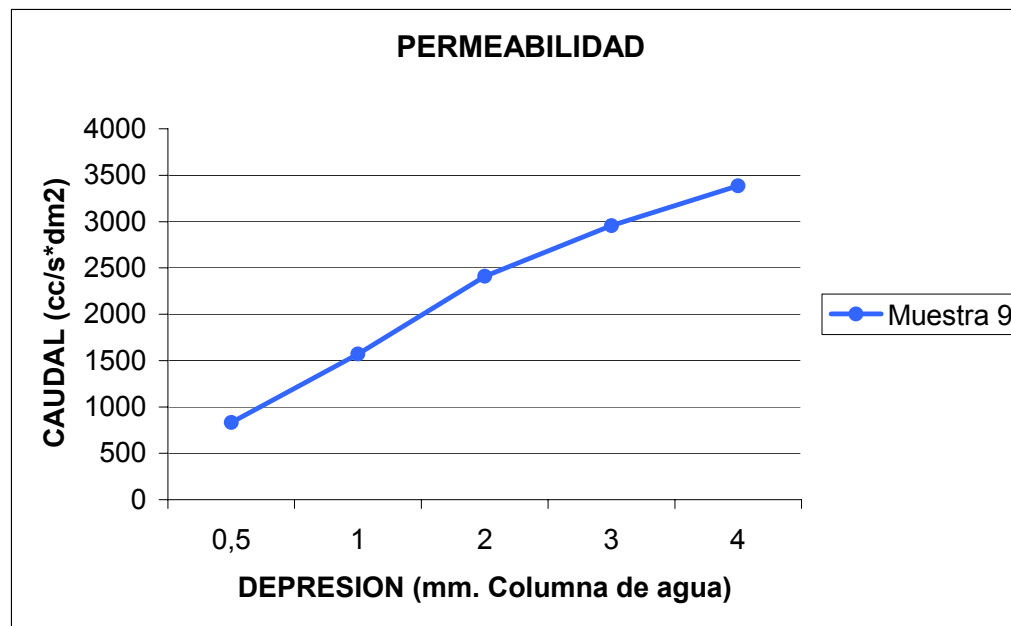
Muestra 8

DEPRESION	0,5	1	2	3	4
MUESTRAS					
1	17,5	41	69	85	100
2	22,3	47	75	94	111
3	29,2	50	78	98	118
4	17,1	52	81	100	117
5	30,8	58	90	109	120
	116,9	248	393	486	566
MEDIA	23,38	49,6	78,6	97,2	113,2
*19.73	461,2874	978,608	1550,778	1917,756	2233,436



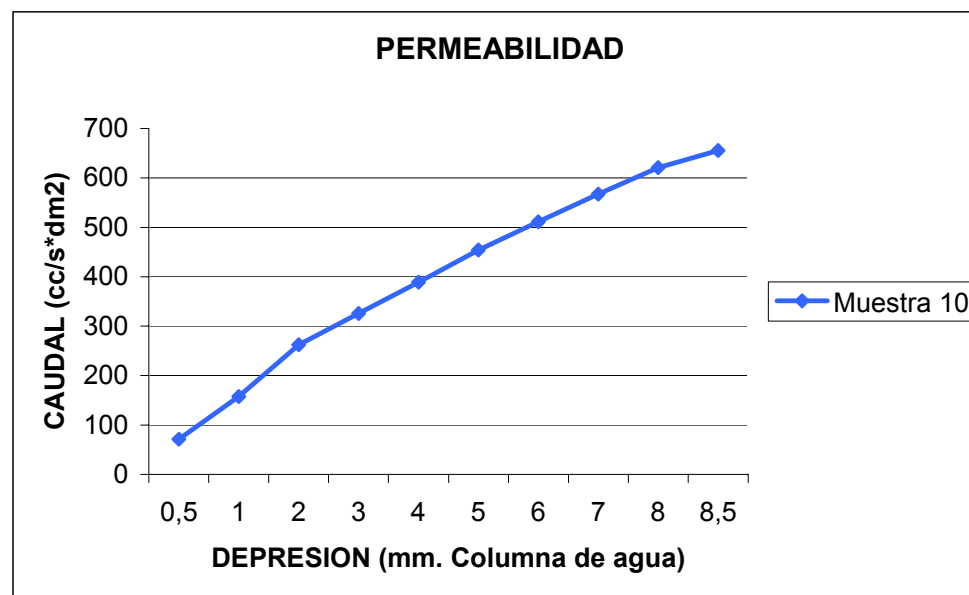
Muestra 9

DEPRESION	0,5	1	2	3	4
MUESTRAS					
1	40	89	138	0	0
2	35	61	105	140	168
3	51	90	122	152	175
4	45	78	118	155	0
5	40	80	128	152	172
	211	398	611	599	515
MEDIA	42,2	79,6	122,2	149,75	171,666667
*19.73	832,606	1570,508	2411,006	2954,5675	3386,98333



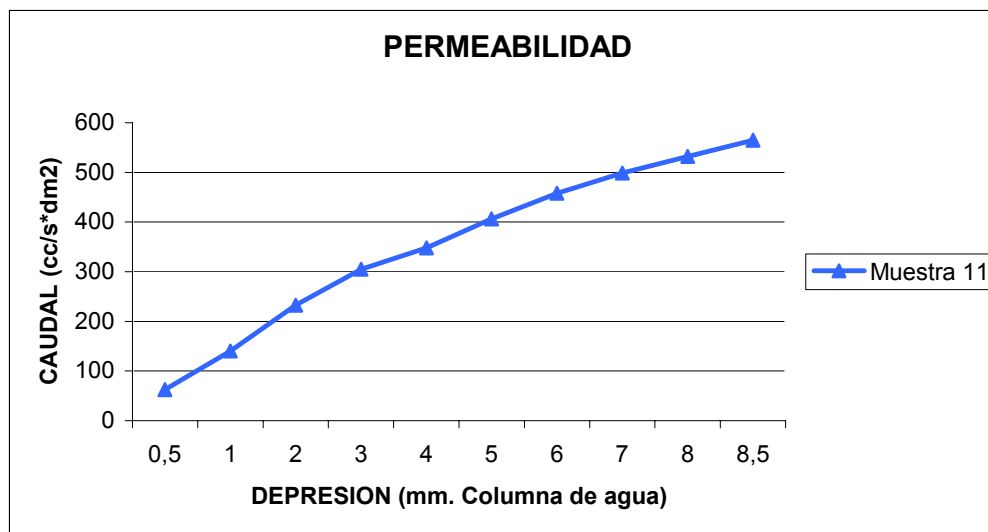
Muestra 10

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	2,7	8	14	16	18,5	22	25	27	28,5	31
2	1,6	7	11	14	18	21	23,2	27	29	30,2
3	4,7	8	13	15,5	18	21	23,4	26,2	29,8	30
4	4	7	10,5	14	17	20	23	26,5	28	29
5	5	10	18	23	27	31	35	37	42	46
	18	40	66,5	82,5	98,5	115	129,6	143,7	157,3	166,2
MEDIA	3,6	8	13,3	16,5	19,7	23	25,92	28,74	31,46	33,24
*19.73	71,028	157,84	262,409	325,545	388,681	453,79	511,4016	567,0402	620,7058	655,8252



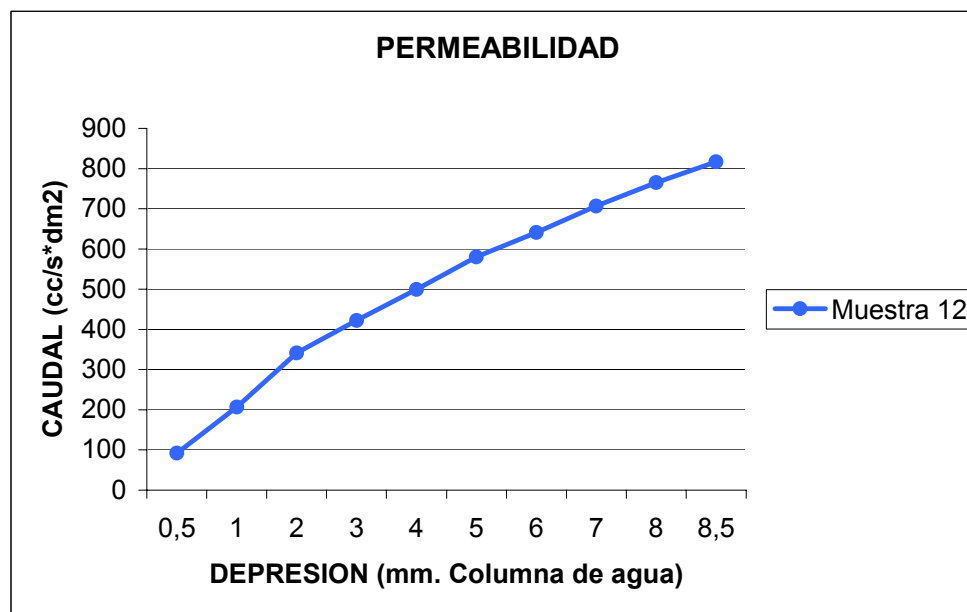
Muestra 11

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	2,5	5	10	12	14	17	19	21	23	26
2	3,1	6,2	11	13,5	16	18	21	23	24	26
3	2,5	5,4	8	13,8	14	17	19	21,4	23	25,2
4	5,5	14	21	27	30	35	39	40	41	42
5	2,3	5	9	11	14,2	16	18	21	23,8	24
	15,9	35,6	59	77,3	88,2	103	116	126,4	134,8	143,2
MEDIA	3,18	7,12	11,8	15,46	17,64	20,6	23,2	25,28	26,96	28,64
*19.73	62,7414	140,4776	232,814	305,0258	348,0372	406,438	457,736	498,7744	531,9208	565,0672



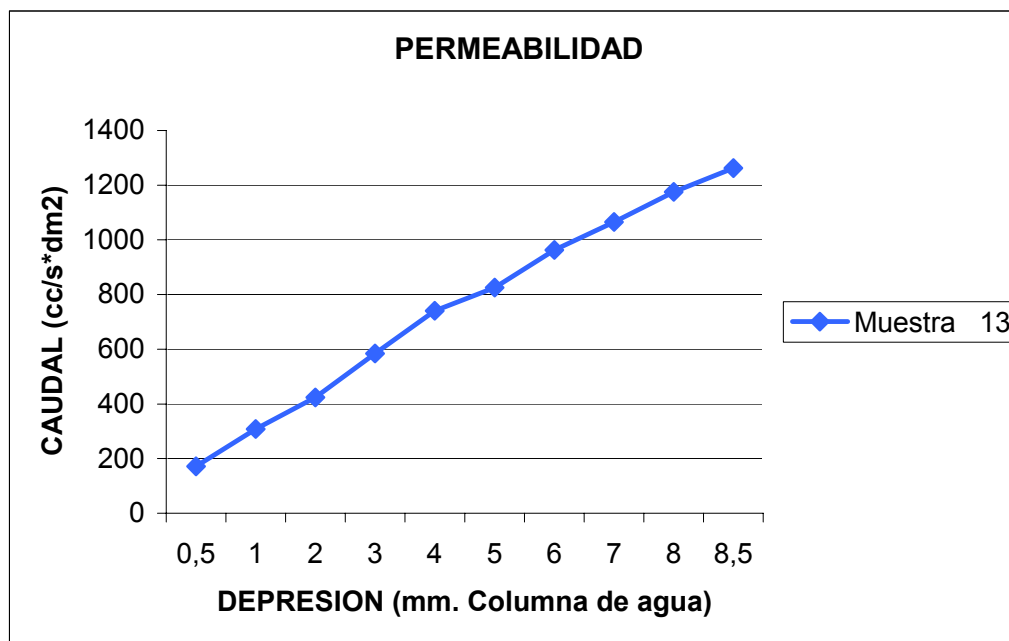
Muestra 12

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	9	18	26	31	33	39	40	42	45	49
2	2,3	5,5	10,5	13	16,5	20	22,5	24,2	27	30
3	5	11	18,5	23	27	31	35	40	42	44
4	2	7,8	14	18	23	26	30	33	38	40
5	5	10	17,5	22	27	31	35	40	42	44
	23,3	52,3	86,5	107	126,5	147	162,5	179,2	194	207
MEDIA	4,66	10,46	17,3	21,4	25,3	29,4	32,5	35,84	38,8	41,4
*19.73	91,9418	206,3758	341,329	422,222	499,169	580,062	641,225	707,1232	765,524	816,822



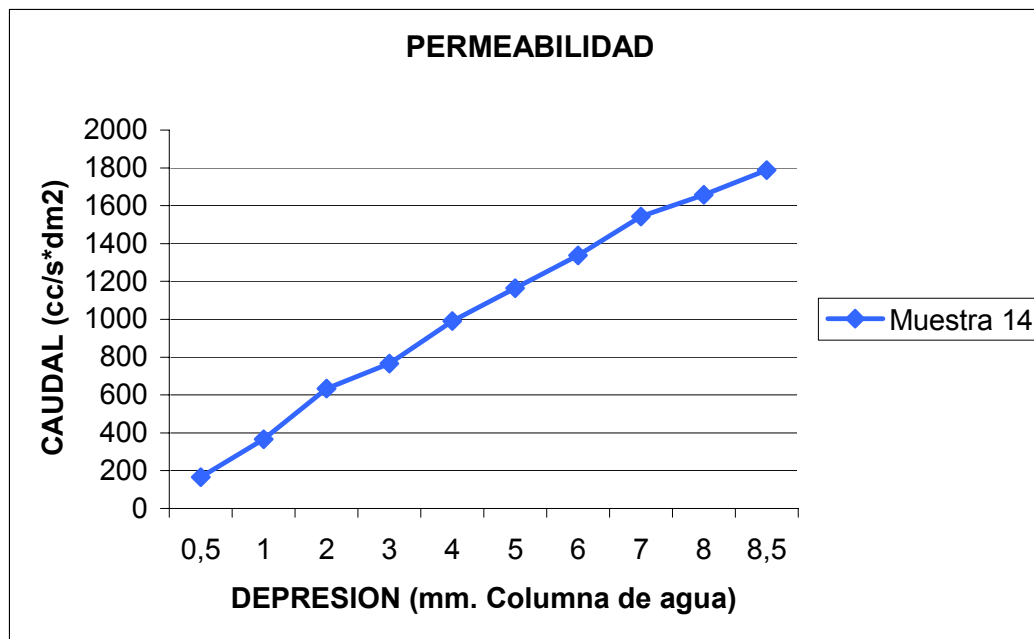
Muestra 13

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	5,5	10	18	24	28	32,2	37	41	45	50
2	5,5	11	16,5	22	28,5	35	40	45	48	50
3	7	14	21	27	32,2	40	45	48	50	55
4	13,5	23	27	38	49	52	62	71	80	85
5	12	20	25	37	50	50	60	65	75	80
	43,5	78	107,5	148	187,7	209,2	244	270	298	320
MEDIA	8,7	15,6	21,5	29,6	37,54	41,84	48,8	54	59,6	64
*19.73	171,651	307,788	424,195	584,008	740,6642	825,5032	962,824	1065,42	1175,908	1262,72



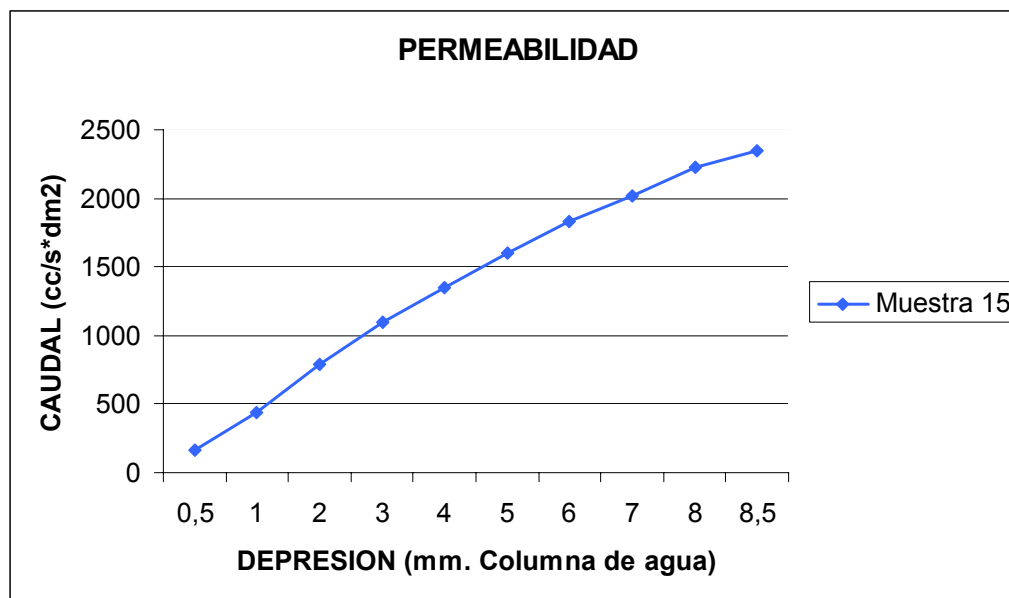
Muestra 14

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	6,5	17	27,5	35	45	50	61	68	75	89
2	8	18	31	42	51	65	72	90	91	98
3	15	27,2	48	52	70	80	90	98	110	115
4	4,5	14,5	25	30	40	48	55	65	69	71
5	8	16	29	35	45	52	61	70	75	80
	42	92,7	160,5	194	251	295	339	391	420	453
MEDIA	8,4	18,54	32,1	38,8	50,2	59	67,8	78,2	84	90,6
*19.73	165,732	365,7942	633,333	765,524	990,446	1164,07	1337,694	1542,886	1657,32	1787,538



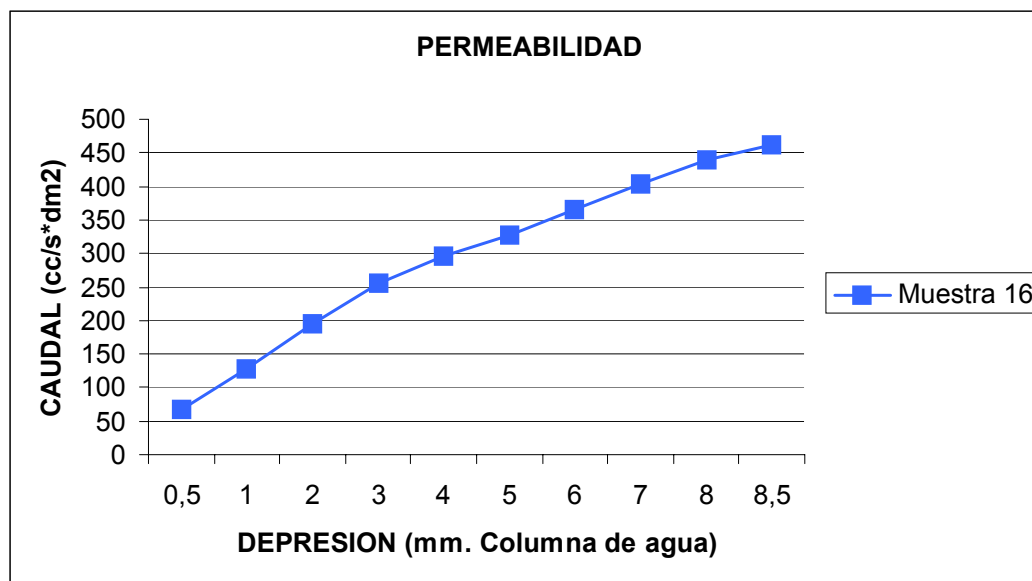
Muestra 15

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	9,1	23	41	61	75	90	100	110	121	129
2	6,1	19,5	35	49	64	75	90	100	112	120
3	10	23	45	59	70	81	94	101	110	115
4	6	20	40	55	65	80	91	100	112	120
5	10,5	25	40	55	68	80	90	100	110	112
	41,7	110,5	201	279	342	406	465	511	565	596
MEDIA	8,34	22,1	40,2	55,8	68,4	81,2	93	102,2	113	119,2
*19.73	164,5482	436,033	793,146	1100,934	1349,532	1602,076	1834,89	2016,406	2229,49	2351,816



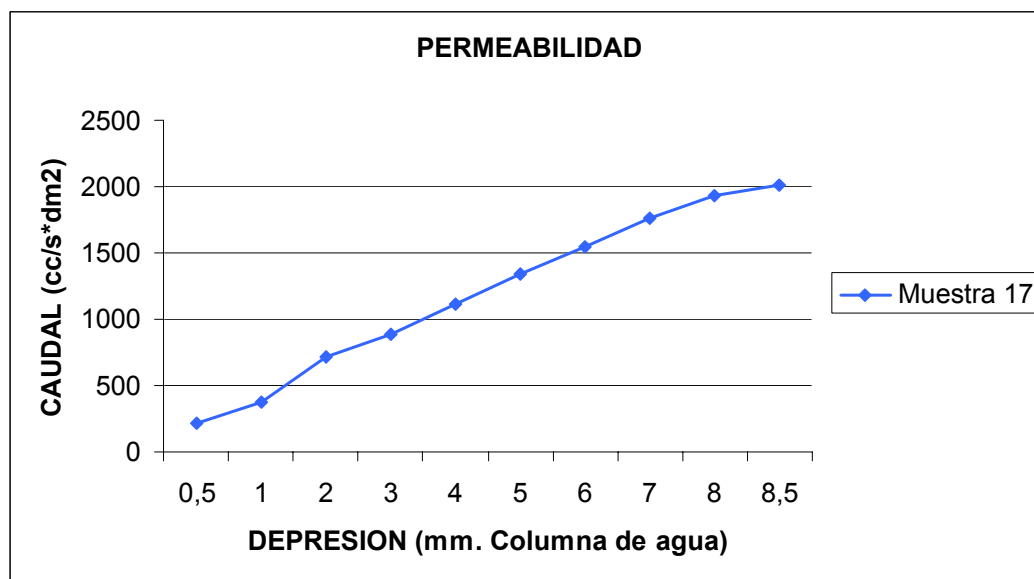
Muestra 16

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	3,8	6	9	13	15	16	18	22	23	24
2	3,5	6	10	12	14	16,2	18,2	19	21,5	22
3	4	6,5	10	12,5	14	16	18	19,5	21	22
4	2	5	7,5	11	13	14	16,2	18	20	21,9
5	3,5	9	13	16	19	21	22,5	23,5	26	27
	16,8	32,5	49,5	64,5	75	83,2	92,9	102	111,5	116,9
MEDIA	3,36	6,5	9,9	12,9	15	16,64	18,58	20,4	22,3	23,38
*19.73	66,2928	128,245	195,327	254,517	295,95	328,3072	366,5834	402,492	439,979	461,2874



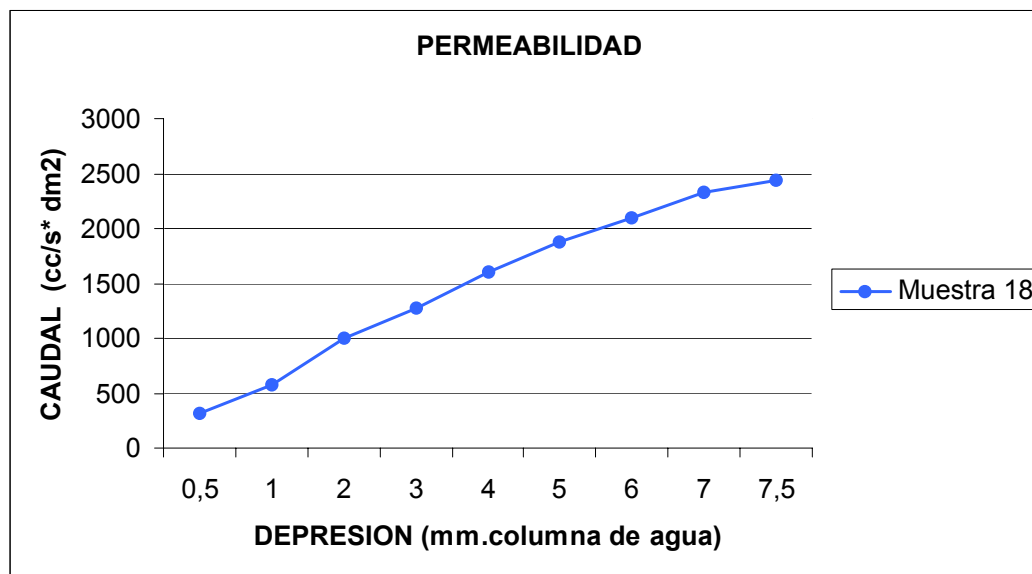
Muestra 17

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	11,4	20	35	45	59	68	80	90	100	105
2	14	22,5	41	50	62	70	80	90	99	100
3	8	14	32	41	59	70	80	90	100	105
4	13	24	43	50	55	71	82	90	100	102
5	7,5	15,5	29	40	48	61	71	85	92	98
	53,9	96	180	226	283	340	393	445	491	510
MEDIA	10,78	19,2	36	45,2	56,6	68	78,6	89	98,2	102
*19.73	212,6894	378,816	710,28	891,796	1116,718	1341,64	1550,778	1755,97	1937,486	2012,46



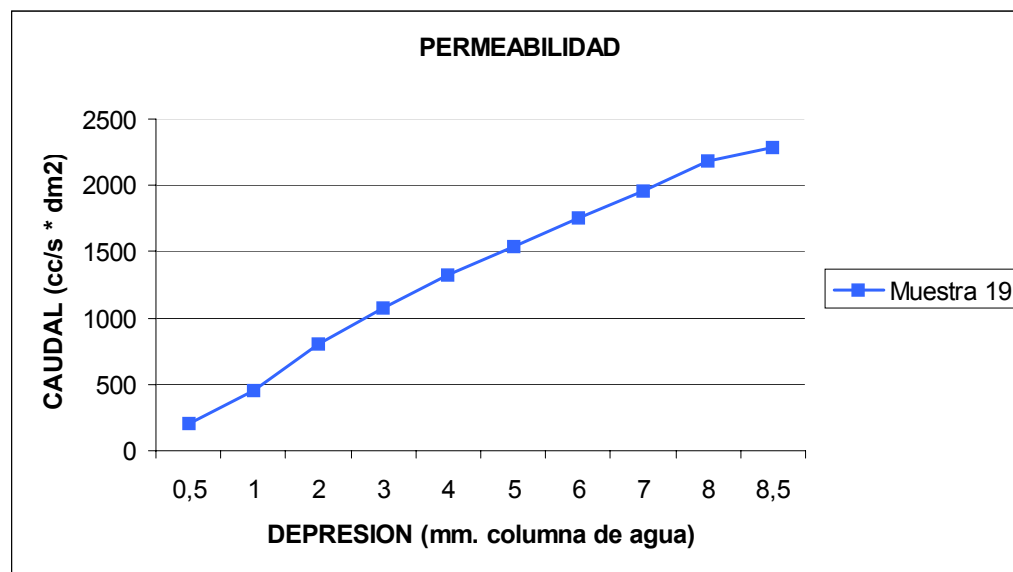
Muestra 18

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	7,5
MUESTRAS									
1	13,5	28	50	70	80	98	110	125	130
2	21	35	58	70	90	100	110	120	128
3	12,5	27	45	51	79	89	100	115	120
4	23	33	59	71	83	98	110	115	121
5	9	24	41	60	75	90	100	115	120
	79	147	253	322	407	475	530	590	619
MEDIA	15,8	29,4	50,6	64,4	81,4	95	106	118	123,8
*19.73	311,734	580,062	998,338	1270,612	1606,022	1874,35	2091,38	2328,14	2442,574



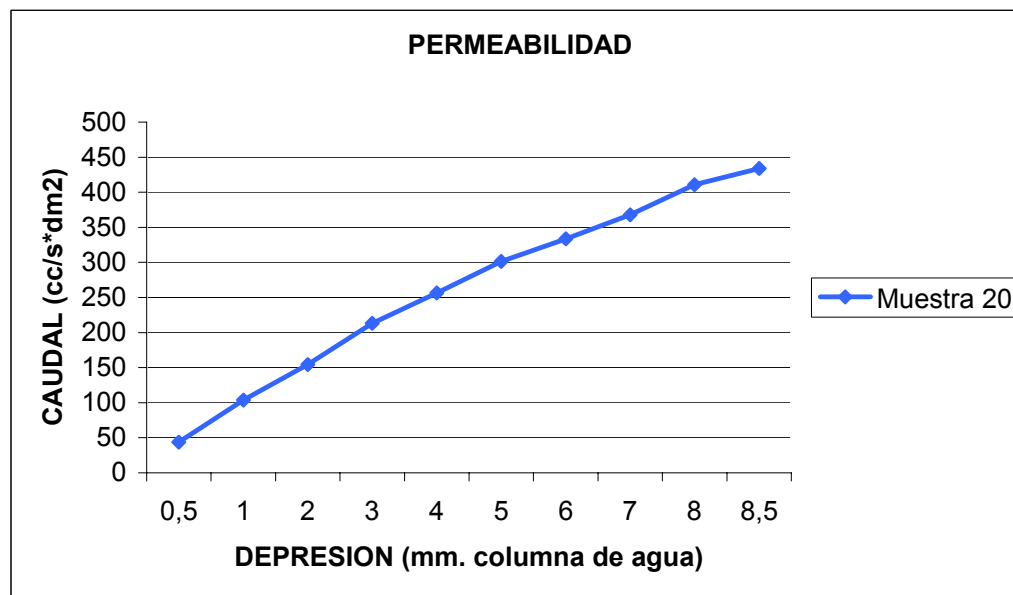
Muestra 19

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	11	19,1	39	48	60	70	80	91	100	109
2	10,8	24	40	50	65	71	80	90	98	100
3	8	30	48	68	80	100	115	130	145	150
4	12	20	40	50	60	65	75	81	89	95
5	10,5	22	37	55	71	85	95	105	120	125
	52,3	115,1	204	271	336	391	445	497	552	579
MEDIA	10,46	23,02	40,8	54,2	67,2	78,2	89	99,4	110,4	115,8
*19.73	206,3758	454,1846	804,984	1069,366	1325,856	1542,886	1755,97	1961,162	2178,192	2284,734

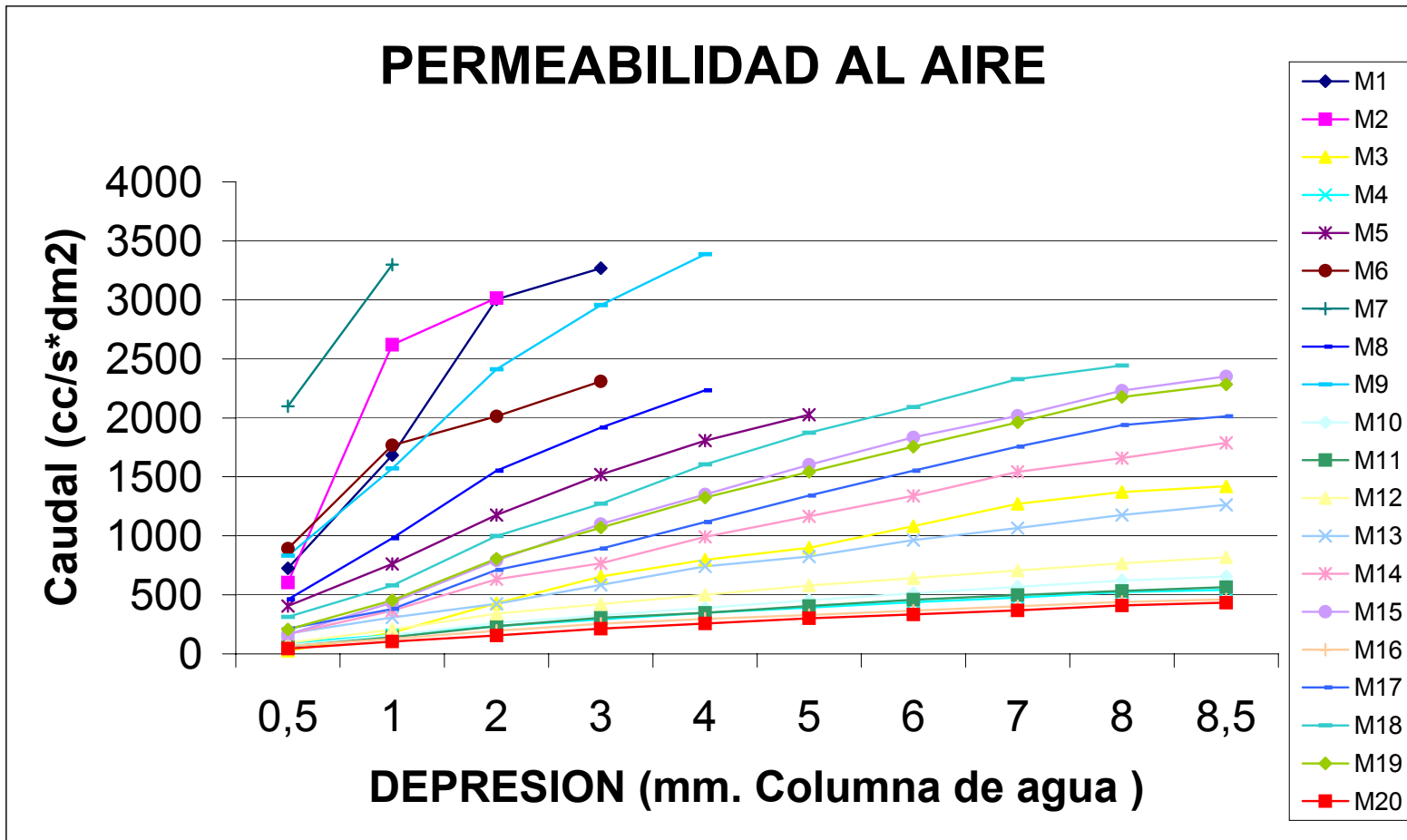


Muestra 20

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	1,6	5	8,2	11	13	15	17,1	18,8	21	22
2	2,3	5,4	9	12	14	16	17,5	19	21	22
3	1,6	4,8	6	9	12	15	16,1	18,2	21	22
4	1,7	4,6	5,9	9	12	15,4	16	18	21	22
5	3,9	6,5	10	13	14	15	17,8	19,2	20,1	22
	11,1	26,3	39,1	54	65	76,4	84,5	93,2	104,1	110
MEDIA	2,22	5,26	7,82	10,8	13	15,28	16,9	18,64	20,82	22
*19.73	43,8006	103,7798	154,2886	213,084	256,49	301,4744	333,437	367,7672	410,7786	434,06

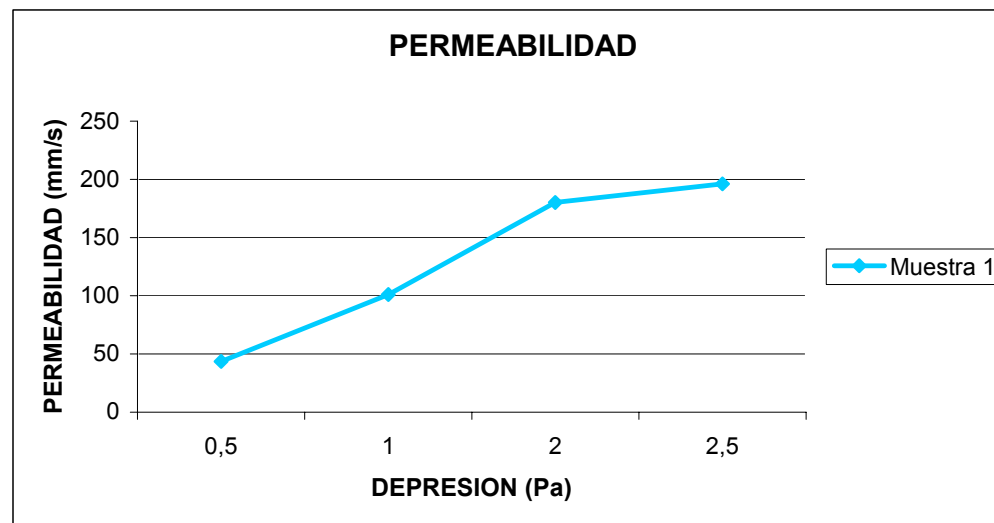


REPRESENTACIÓN DE LA PRUEBA DE PERMEABILIDAD AL AIRE . (20 MUESTRAS)



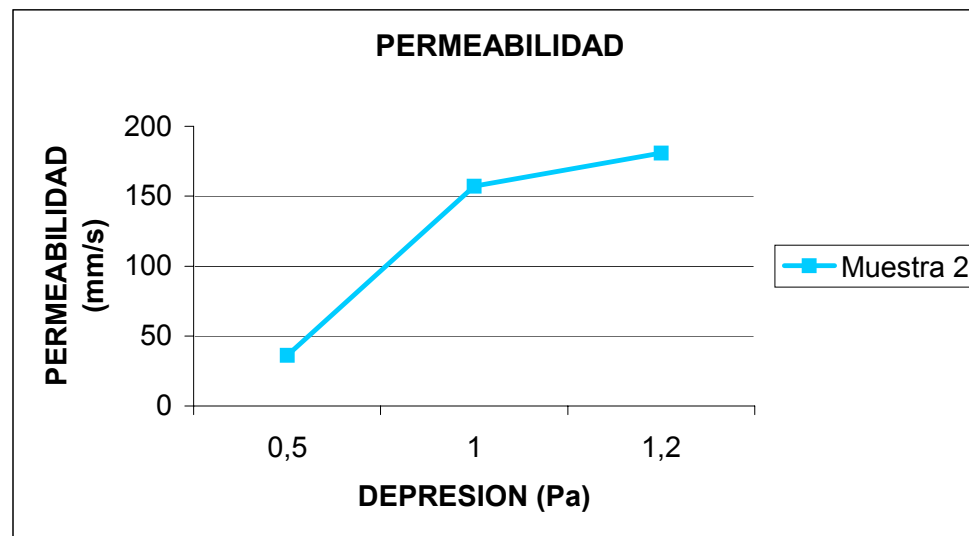
Muestra 1 Basado en La Norma (ISO 9237:1995)

DEPRESION	0,5	1	2	2,5
MUESTRAS				
1	22	69	135	167
2	48	105	165	0
3	43	105	168	0
4	36	67	142	165
5	35	81	151	165
	184	427	761	497
MEDIA	36,8	85,4	152,2	165,666667
*19.73	726,064	1684,942	3002,906	3268,60333
*0,06	43,56384	101,09652	180,17436	196,1162



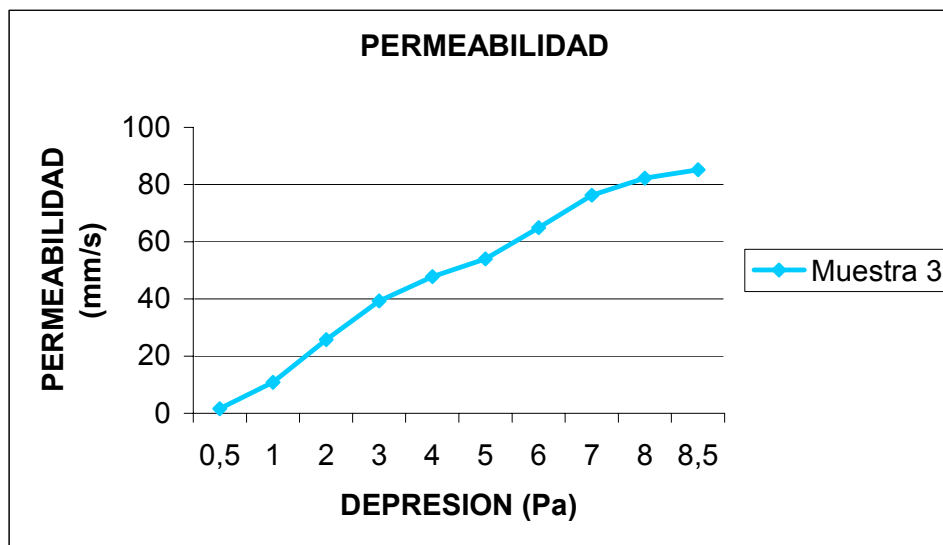
Muestra 2

DEPRESION	0,5	1	1,2
MUESTRAS			
1	35	137	155
2	35	128	158
3	18	135	152
4	30	129	142
5	35	135	157
	153	664	764
MEDIA	30,6	132,8	152,8
*19.73	603,738	2620,144	3014,744
*0,06	36,22428	157,20864	180,88464



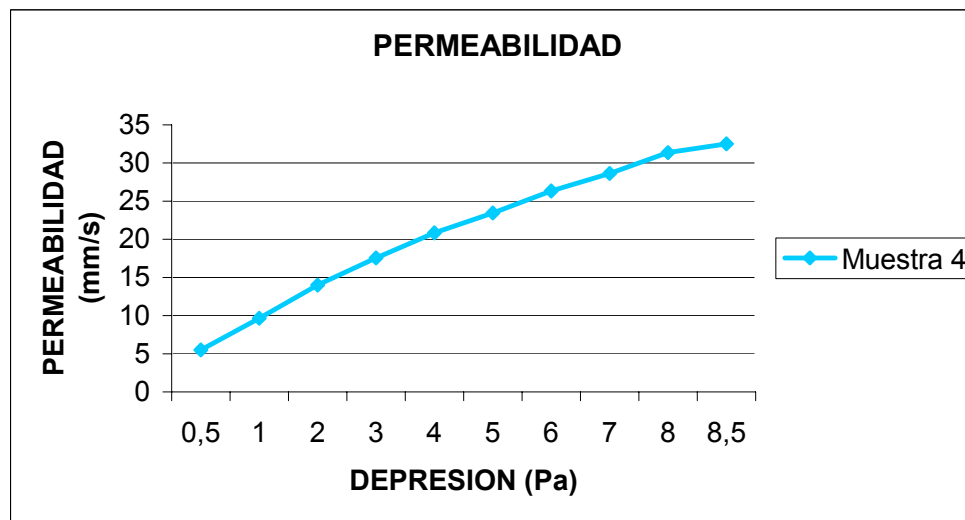
Muestra 3

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	2,7	11	22	33	40	48	55	65	70	74
2	1,7	10	21,5	29	35	45	50	58	65	70
3	1,2	6,8	18	31	38	35	50	60	68	
4	0,9	9,5	23	38	42	50	60	69	75	
5	0,04	8,2	24	35	47	50	59	70		
	6,54	45,5	108,5	166	202	228	274	322	278	144
MEDIA	1,308	9,1	21,7	33,2	40,4	45,6	54,8	64,4	69,5	72
*19.73	25,80684	179,543	428,141	655,036	797,092	899,688	1081,204	1270,612	1371,235	1420,56
*0,06	1,5484104	10,77258	25,68846	39,30216	47,82552	53,98128	64,87224	76,23672	82,2741	85,2336



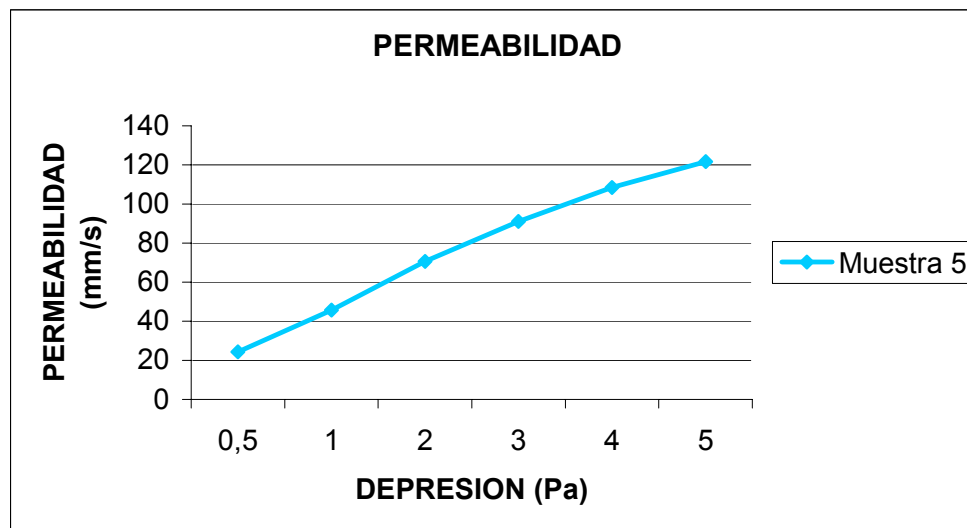
Muestra 4

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	5,8	8,8	12	15	18	19,5	23	24	26,5	27,5
2	5	8,1	11,8	15	18	20	22,2	24,5	26,8	28
3	5	8	11,8	14,9	17,7	19,5	21,9	23,9	26,3	27
4	3,8	7,8	10,7	14	16	19	20,8	22,5	24,8	25,8
5	3,6	8	12,8	15,3	18,4	21	23,3	26	28	29
	23,2	40,7	59,1	74,2	88,1	99	111,2	120,9	132,4	137,3
MEDIA	4,64	8,14	11,82	14,84	17,62	19,8	22,24	24,18	26,48	27,46
*19.73	91,5472	160,6022	233,2086	292,7932	347,6426	390,654	438,7952	477,0714	522,4504	541,7858
*0,06	5,492832	9,636132	13,992516	17,567592	20,858556	23,43924	26,327712	28,624284	31,347024	32,507148



Muestra 5

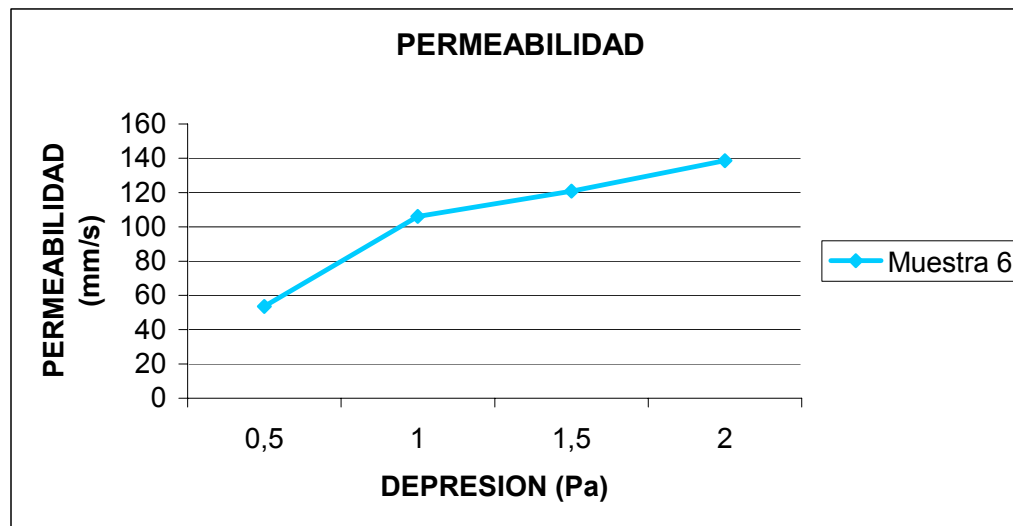
DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5
MUESTRAS						
1	16	35	50	70	85	105
2	19,8	36	60	75	89	98
3	22,9	40	65	85	100	
4	29	48	68	85	99	110
5	15	33,9	55	70	85	98
	102,7	192,9	298	385	458	411
MEDIA	20,54	38,58	59,6	77	91,6	102,75
*19.73	405,2542	761,1834	1175,908	1519,21	1807,268	2027,2575
*0,06	24,315252	45,671004	70,55448	91,1526	108,43608	121,63545



Muestra 6

DEPRESION	0,5	1	1,5	2
MUESTRAS				
1	30	75	95	111
2	50	95	0	0
3	58	100	0	0
4	44	87	100	0
5	44	91	111	123
	226	448	306	234
MEDIA	45,2	89,6	102	117
*19.73	891,796	1767,808	2012,46	2308,41

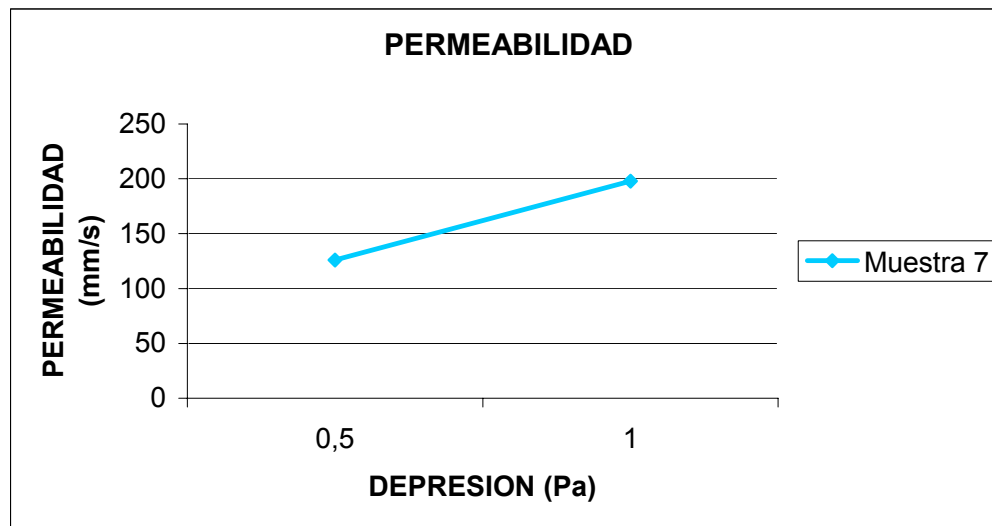
*0,06 53,50776 106,06848 120,7476 138,5046



Muestra 7

DEPRESION	0,5	1
MUESTRAS		
1	110	170
2	110	165
3	112	169
4	100	167
5	100	165
	532	836
MEDIA	106,4	167,2
*19.73	2099,272	3298,856

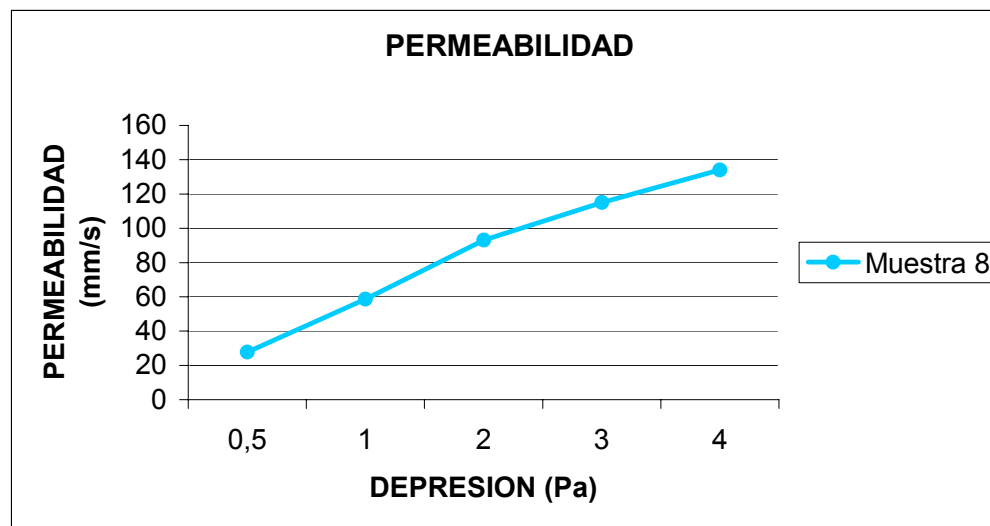
*0,06 125,95632 197,93136



Muestra 8

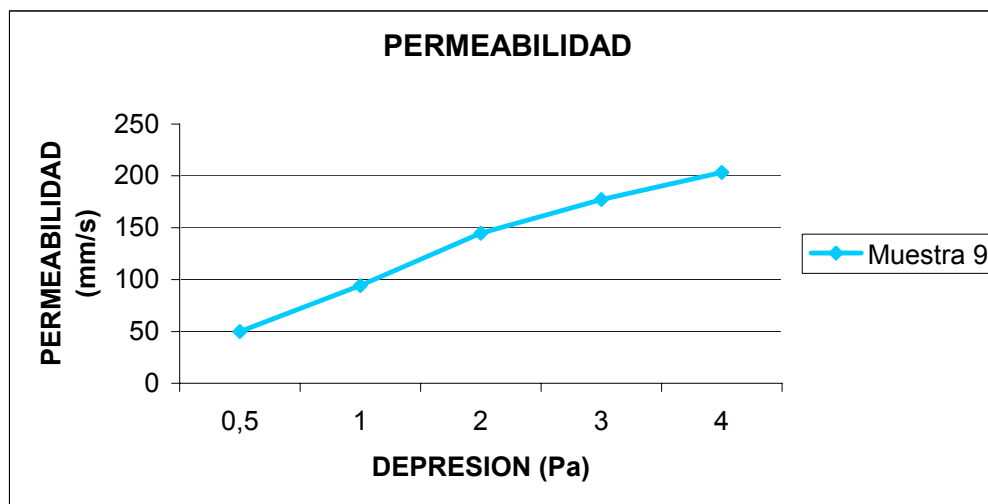
DEPRESION	0,5	1	2	3	4
MUESTRAS					
1	17,5	41	69	85	100
2	22,3	47	75	94	111
3	29,2	50	78	98	118
4	17,1	52	81	100	117
5	30,8	58	90	109	120
	116,9	248	393	486	566
MEDIA	23,38	49,6	78,6	97,2	113,2
*19.73	461,2874	978,608	1550,778	1917,756	2233,436

*0,06 27,677244 58,71648 93,04668 115,06536 134,00616



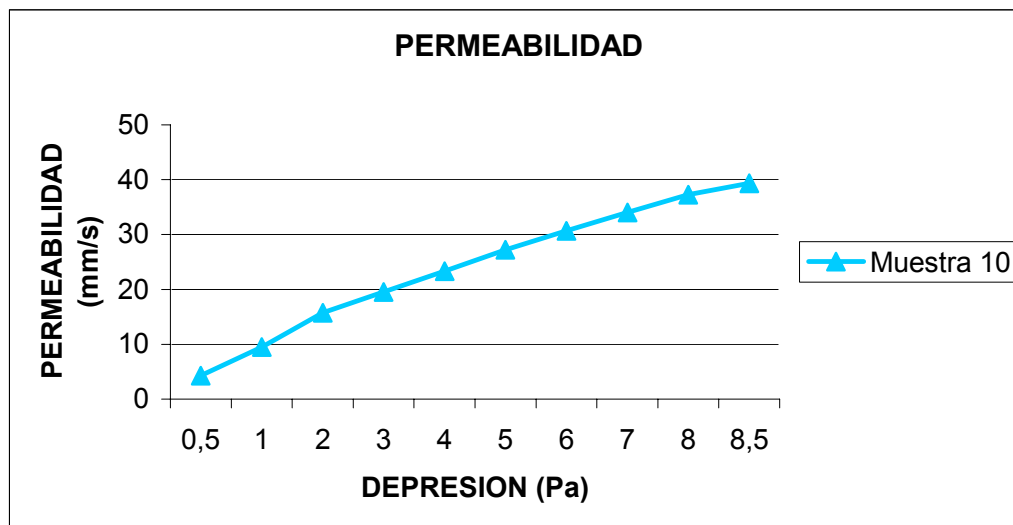
Muestra 9

DEPRESION	0,5	1	2	3	4
MUESTRAS					
1	40	89	138	0	0
2	35	61	105	140	168
3	51	90	122	152	175
4	45	78	118	155	0
5	40	80	128	152	172
	211	398	611	599	515
MEDIA	42,2	79,6	122,2	149,75	171,666667
*19.73	832,606	1570,508	2411,006	2954,5675	3386,98333
*0,06	49,95636	94,23048	144,66036	177,27405	203,219



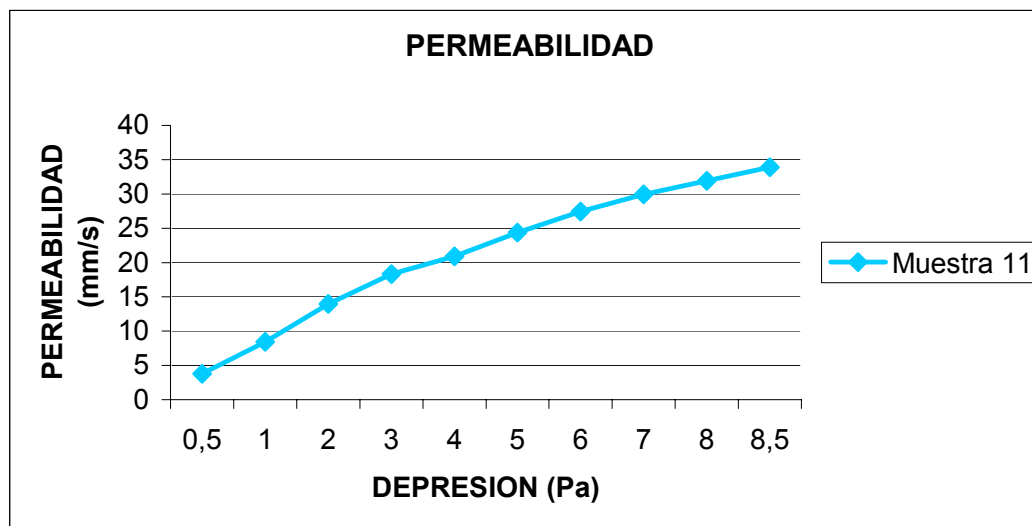
Muestra 10

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	2,7	8	14	16	18,5	22	25	27	28,5	31
2	1,6	7	11	14	18	21	23,2	27	29	30,2
3	4,7	8	13	15,5	18	21	23,4	26,2	29,8	30
4	4	7	10,5	14	17	20	23	26,5	28	29
5	5	10	18	23	27	31	35	37	42	46
	18	40	66,5	82,5	98,5	115	129,6	143,7	157,3	166,2
MEDIA	3,6	8	13,3	16,5	19,7	23	25,92	28,74	31,46	33,24
*19.73	71,028	157,84	262,409	325,545	388,681	453,79	511,4016	567,0402	620,7058	655,8252
*0,06	4,26168	9,4704	15,74454	19,5327	23,32086	27,2274	30,684096	34,022412	37,242348	39,349512



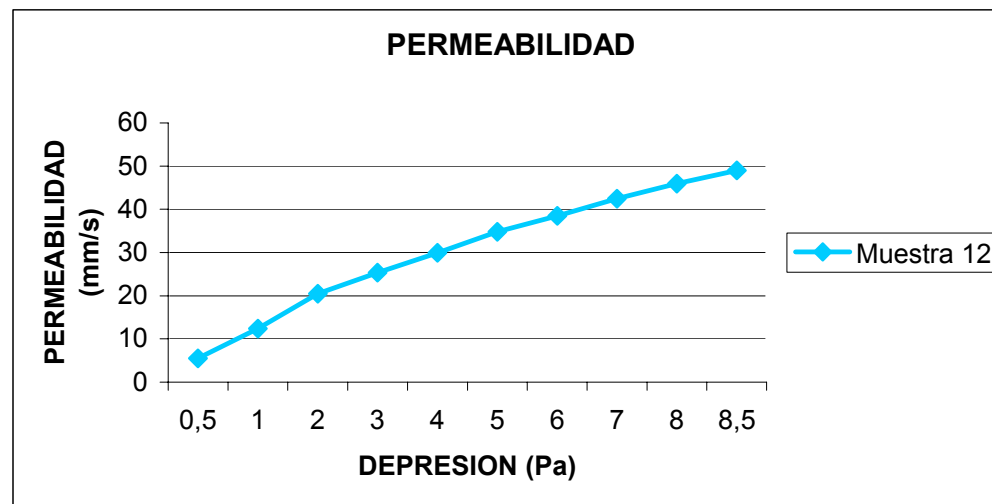
Muestra 11

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	2,5	5	10	12	14	17	19	21	23	26
2	3,1	6,2	11	13,5	16	18	21	23	24	26
3	2,5	5,4	8	13,8	14	17	19	21,4	23	25,2
4	5,5	14	21	27	30	35	39	40	41	42
5	2,3	5	9	11	14,2	16	18	21	23,8	24
	15,9	35,6	59	77,3	88,2	103	116	126,4	134,8	143,2
MEDIA	3,18	7,12	11,8	15,46	17,64	20,6	23,2	25,28	26,96	28,64
*19.73	62,7414	140,4776	232,814	305,0258	348,0372	406,438	457,736	498,7744	531,9208	565,0672
*0,06	3,764484	8,428656	13,96884	18,301548	20,882232	24,38628	27,46416	29,926464	31,915248	33,904032



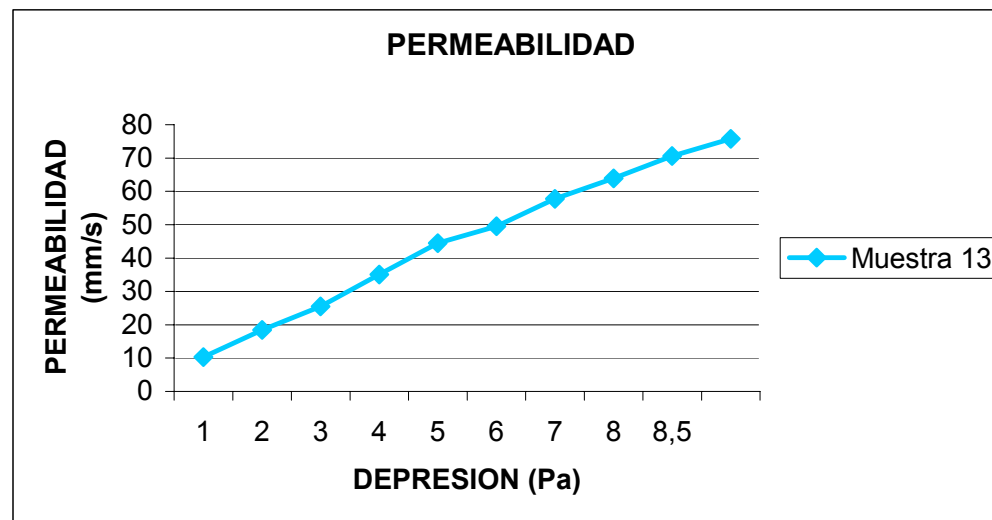
Muestra 12

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	9	18	26	31	33	39	40	42	45	49
2	2,3	5,5	10,5	13	16,5	20	22,5	24,2	27	30
3	5	11	18,5	23	27	31	35	40	42	44
4	2	7,8	14	18	23	26	30	33	38	40
5	5	10	17,5	22	27	31	35	40	42	44
	23,3	52,3	86,5	107	126,5	147	162,5	179,2	194	207
MEDIA	4,66	10,46	17,3	21,4	25,3	29,4	32,5	35,84	38,8	41,4
*19.73	91,9418	206,3758	341,329	422,222	499,169	580,062	641,225	707,1232	765,524	816,822
*0,06	5,516508	12,382548	20,47974	25,33332	29,95014	34,80372	38,4735	42,427392	45,93144	49,00932



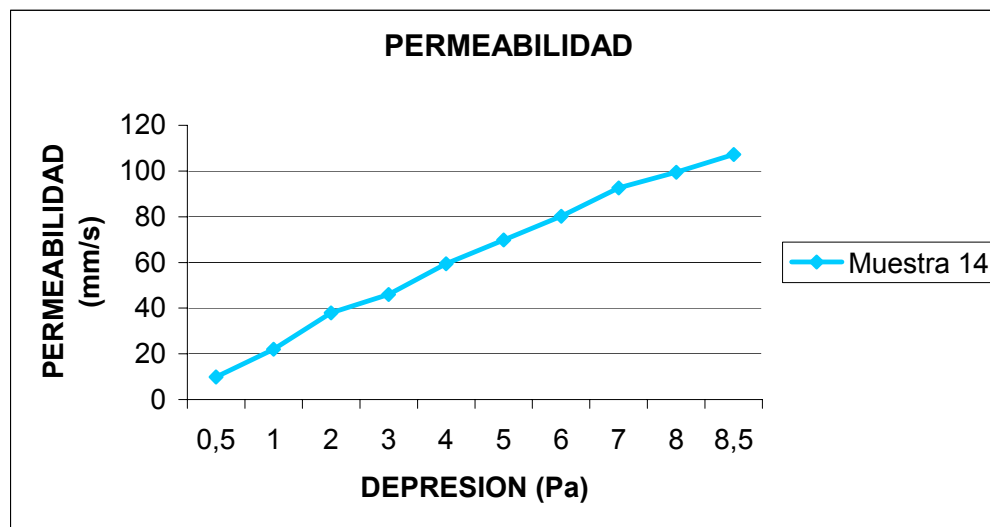
Muestra 13

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	5,5	10	18	24	28	32,2	37	41	45	50
2	5,5	11	16,5	22	28,5	35	40	45	48	50
3	7	14	21	27	32,2	40	45	48	50	55
4	13,5	23	27	38	49	52	62	71	80	85
5	12	20	25	37	50	50	60	65	75	80
	43,5	78	107,5	148	187,7	209,2	244	270	298	320
MEDIA	8,7	15,6	21,5	29,6	37,54	41,84	48,8	54	59,6	64
*19.73	171,651	307,788	424,195	584,008	740,6642	825,5032	962,824	1065,42	1175,908	1262,72
*0,06	10,29906	18,46728	25,4517	35,04048	44,439852	49,530192	57,76944	63,9252	70,55448	75,7632



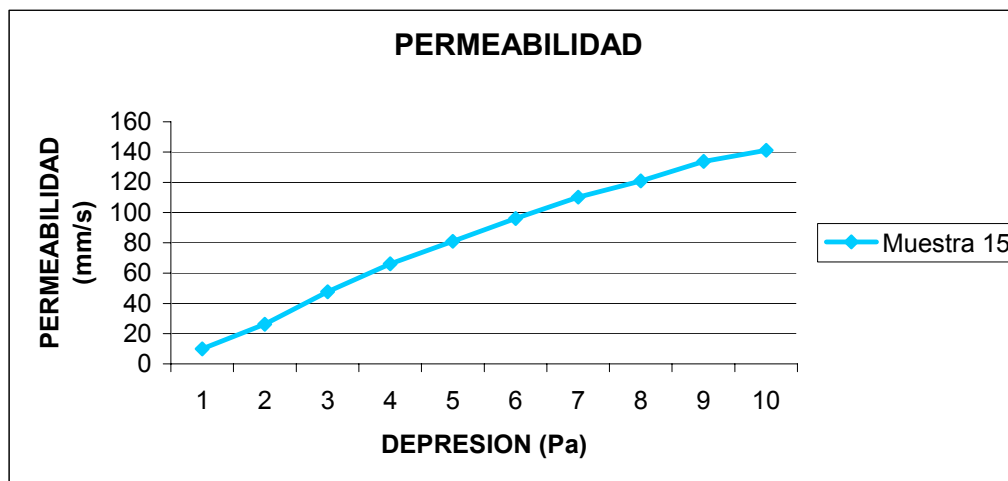
Muestra 14

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	6,5	17	27,5	35	45	50	61	68	75	89
2	8	18	31	42	51	65	72	90	91	98
3	15	27,2	48	52	70	80	90	98	110	115
4	4,5	14,5	25	30	40	48	55	65	69	71
5	8	16	29	35	45	52	61	70	75	80
	42	92,7	160,5	194	251	295	339	391	420	453
MEDIA	8,4	18,54	32,1	38,8	50,2	59	67,8	78,2	84	90,6
*19.73	165,732	365,7942	633,333	765,524	990,446	1164,07	1337,694	1542,886	1657,32	1787,538
*0,06	9,94392	21,947652	37,99998	45,93144	59,42676	69,8442	80,26164	92,57316	99,4392	107,25228



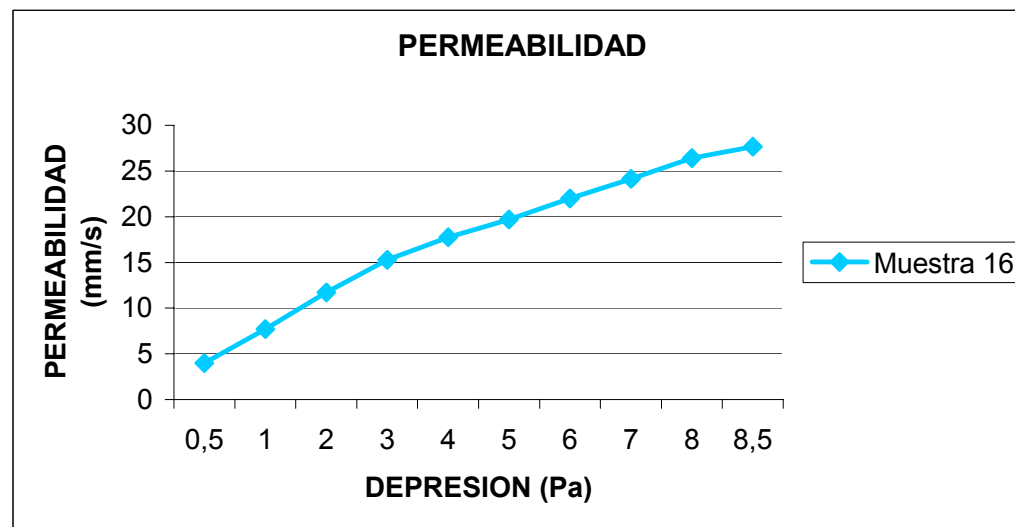
Muestra 15

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	9,1	23	41	61	75	90	100	110	121	129
2	6,1	19,5	35	49	64	75	90	100	112	120
3	10	23	45	59	70	81	94	101	110	115
4	6	20	40	55	65	80	91	100	112	120
5	10,5	25	40	55	68	80	90	100	110	112
	41,7	110,5	201	279	342	406	465	511	565	596
MEDIA	8,34	22,1	40,2	55,8	68,4	81,2	93	102,2	113	119,2
*19.73	164,5482	436,033	793,146	1100,934	1349,532	1602,076	1834,89	2016,406	2229,49	2351,816
*0,06	9,872892	26,16198	47,58876	66,05604	80,97192	96,12456	110,0934	120,98436	133,7694	141,10896



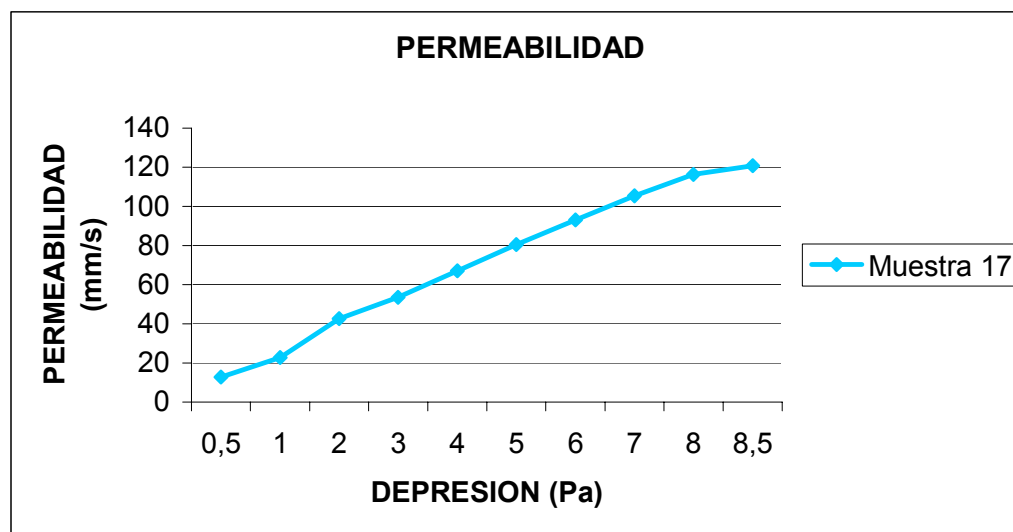
Muestra 16

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	3,8	6	9	13	15	16	18	22	23	24
2	3,5	6	10	12	14	16,2	18,2	19	21,5	22
3	4	6,5	10	12,5	14	16	18	19,5	21	22
4	2	5	7,5	11	13	14	16,2	18	20	21,9
5	3,5	9	13	16	19	21	22,5	23,5	26	27
	16,8	32,5	49,5	64,5	75	83,2	92,9	102	111,5	116,9
MEDIA	3,36	6,5	9,9	12,9	15	16,64	18,58	20,4	22,3	23,38
*19.73	66,2928	128,245	195,327	254,517	295,95	328,3072	366,5834	402,492	439,979	461,2874
*0,06	3,977568	7,6947	11,71962	15,27102	17,757	19,698432	21,995004	24,14952	26,39874	27,677244



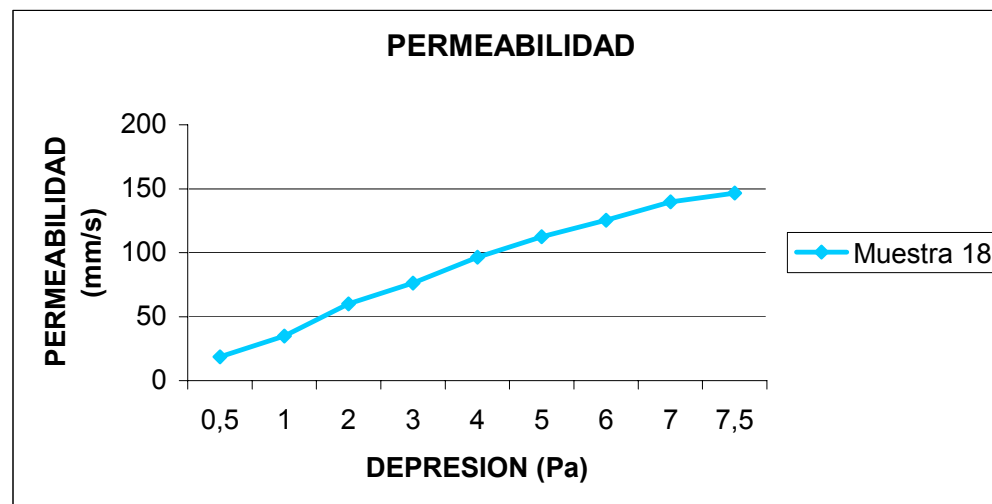
Muestra 17

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	11,4	20	35	45	59	68	80	90	100	105
2	14	22,5	41	50	62	70	80	90	99	100
3	8	14	32	41	59	70	80	90	100	105
4	13	24	43	50	55	71	82	90	100	102
5	7,5	15,5	29	40	48	61	71	85	92	98
	53,9	96	180	226	283	340	393	445	491	510
MEDIA	10,78	19,2	36	45,2	56,6	68	78,6	89	98,2	102
*19.73	212,6894	378,816	710,28	891,796	1116,718	1341,64	1550,778	1755,97	1937,486	2012,46
*0,06	12,761364	22,72896	42,6168	53,50776	67,00308	80,4984	93,04668	105,3582	116,24916	120,7476



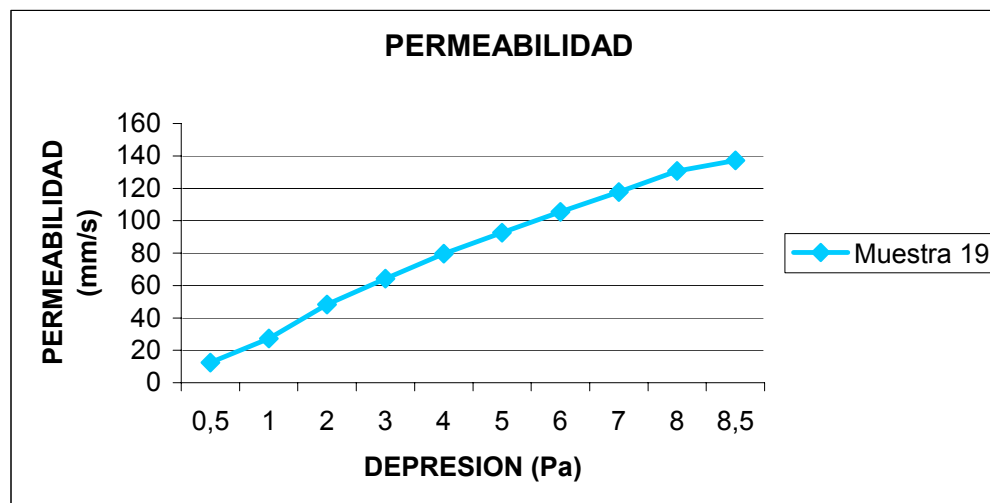
Muestra 18

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	7,5
MUESTRAS									
1	13,5	28	50	70	80	98	110	125	130
2	21	35	58	70	90	100	110	120	128
3	12,5	27	45	51	79	89	100	115	120
4	23	33	59	71	83	98	110	115	121
5	9	24	41	60	75	90	100	115	120
	79	147	253	322	407	475	530	590	619
MEDIA	15,8	29,4	50,6	64,4	81,4	95	106	118	123,8
*19.73	311,734	580,062	998,338	1270,612	1606,022	1874,35	2091,38	2328,14	2442,574
*0,06	18,70404	34,80372	59,90028	76,23672	96,36132	112,461	125,4828	139,6884	146,55444



Muestra 19

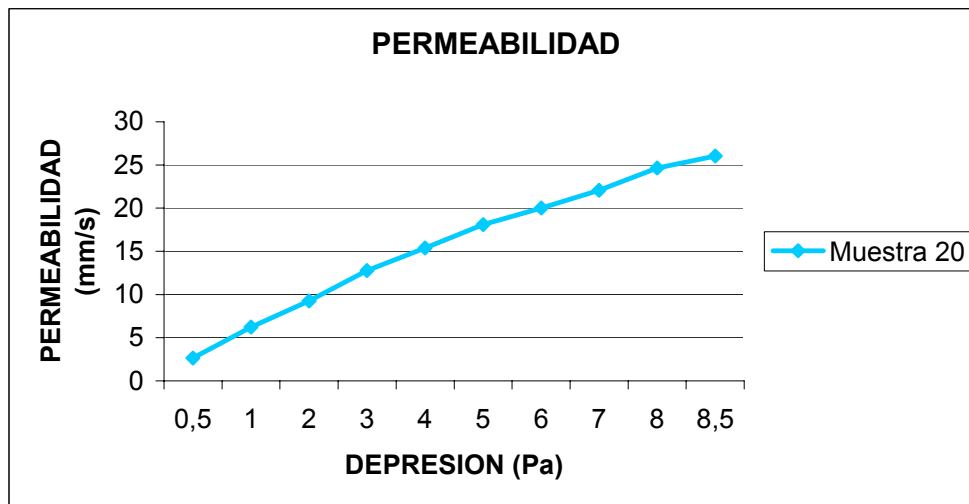
DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	11	19,1	39	48	60	70	80	91	100	109
2	10,8	24	40	50	65	71	80	90	98	100
3	8	30	48	68	80	100	115	130	145	150
4	12	20	40	50	60	65	75	81	89	95
5	10,5	22	37	55	71	85	95	105	120	125
	52,3	115,1	204	271	336	391	445	497	552	579
MEDIA	10,46	23,02	40,8	54,2	67,2	78,2	89	99,4	110,4	115,8
*19.73	206,3758	454,1846	804,984	1069,366	1325,856	1542,886	1755,97	1961,162	2178,192	2284,734
*0,06	12,382548	27,251076	48,29904	64,16196	79,55136	92,57316	105,3582	117,66972	130,69152	137,08404

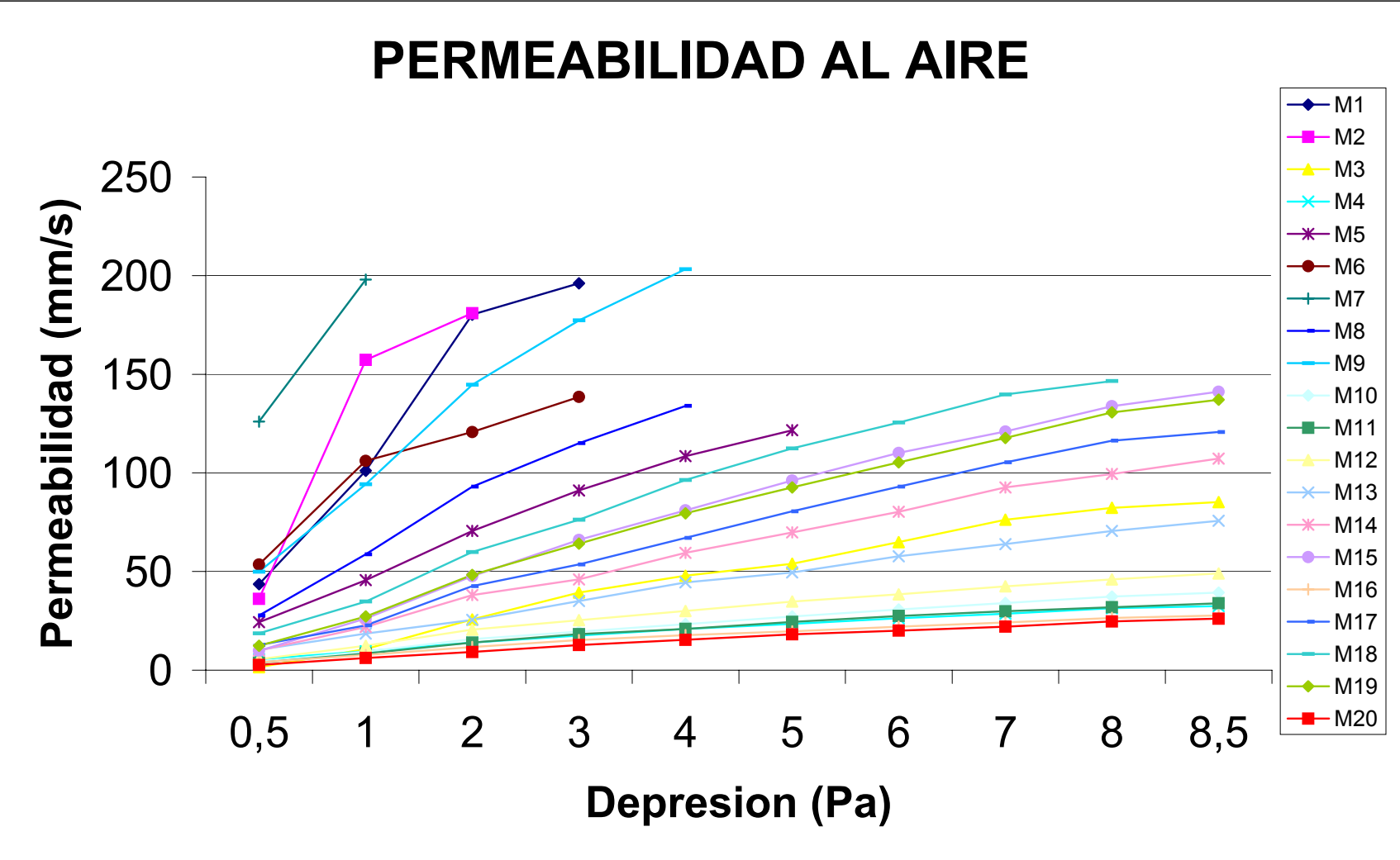


Muestra 20

DEPRESION	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5
MUESTRAS										
1	1,6	5	8,2	11	13	15	17,1	18,8	21	22
2	2,3	5,4	9	12	14	16	17,5	19	21	22
3	1,6	4,8	6	9	12	15	16,1	18,2	21	22
4	1,7	4,6	5,9	9	12	15,4	16	18	21	22
5	3,9	6,5	10	13	14	15	17,8	19,2	20,1	22
	11,1	26,3	39,1	54	65	76,4	84,5	93,2	104,1	110
MEDIA	2,22	5,26	7,82	10,8	13	15,28	16,9	18,64	20,82	22
*19.73	43,8006	103,7798	154,2886	213,084	256,49	301,4744	333,437	367,7672	410,7786	434,06

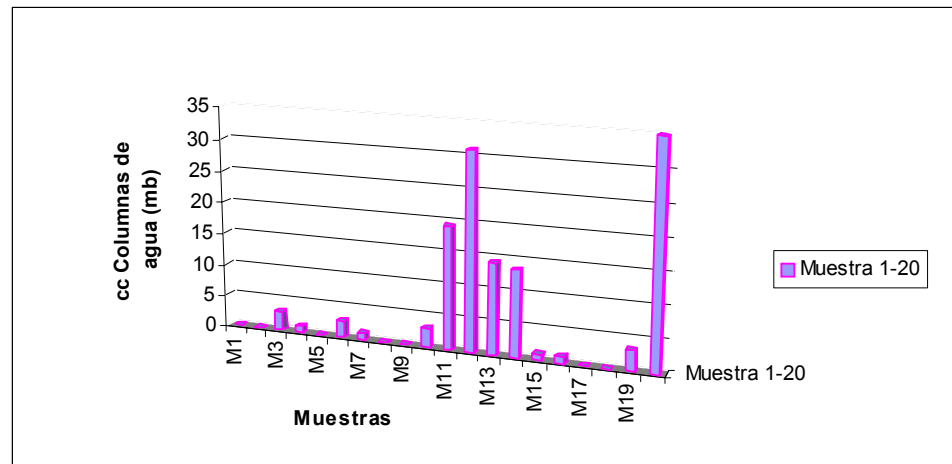
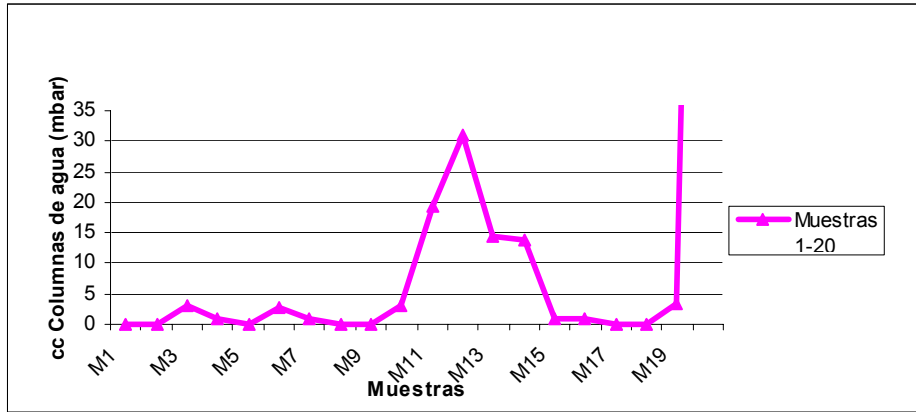
*0,06 2,628036 6,226788 9,257316 12,78504 15,3894 18,088464 20,00622 22,066032 24,646716 26,0436





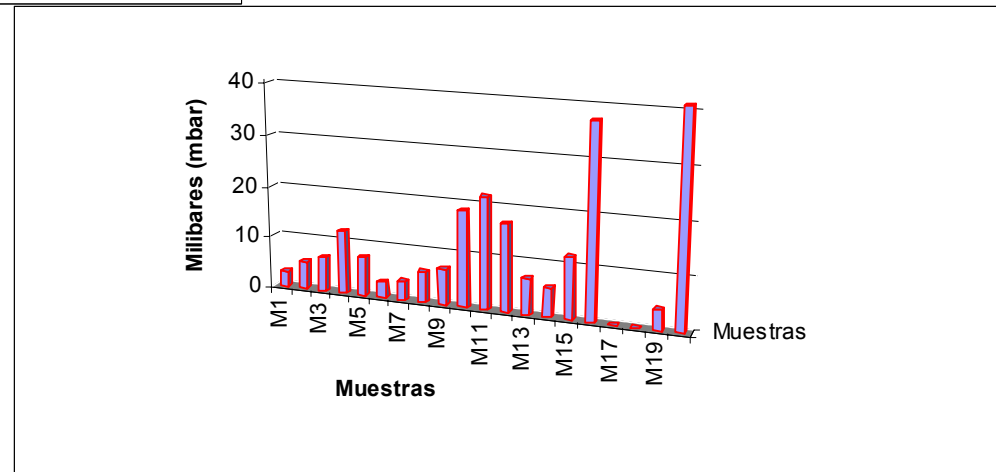
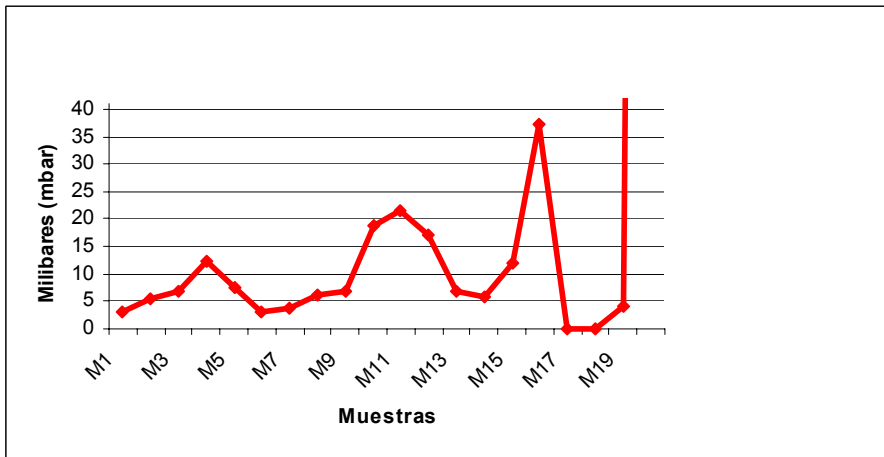
PRUEBA DE PRESION NECESARIA PARA QUE UN FLUIDO PUEDA ATRAVESAR UN FILTRO

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20
0	0	3	1	0	3	1	0	0	3	18	33	15	11	1	1	0	0	4	222
0	0	3	1	0	2	1	0	0	3	21	27	13	15	1	1	0	0	2	220
0	0	3	1	0	3	1	0	0	3	19	33	15	15	1	1	0	0	4	222
0	0	3	1	0	2,67	1	0	0	319,33	31	14,33	13,67	1	1	0	0	3,33	221,33	



PRUEBA DE MEDICION DEL TAMAÑO DEL PORO MEDIO EQUIVALENTE

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20
3	6	6	12,5	7,5	3,5	3	6	7	19	23	18	7	5	12	32	0	0	4	600
3	6	7	12	7	3	4	6	7	18	19	15	7	5	12	46	0	0	4	600
3	4	7	12,5	8	3	4	6	7	19	23	18	7	7	12	34	0	0	4	600
3	5,33	6,67	12,33	7,5	3,17	3,67	6	7	18,67	21,67	17	7	5,67	12	37,33	0	0	4	600



CONCLUSIONES

*El tamaño de poro medio equivalente nos permite seleccionar el tipo de tejido para diferentes materiales a filtrar de lo cual podemos decir que a partir de este tamaño medio queda retenida la partícula que en general es mayor a su tamaño.

*Sabido el tamaño del poro medio y estructura del tejido (Ficha Técnica) se pueden elegir tejidos adecuados para filtraciones deseadas .

* Si influye la finura de las fibras como medio filtrante.

* Cuanto mayor cerrado este el poro mayor presión necesitara un fluido para atravesar un filtro, pero mayor capacidad de retención de pequeñas partículas.

*De la ecuación de T. Mollet, que indica que la gradiente de presión necesaria para que un fluido atravesase un medio poroso viene dado por

$$\Delta\rho = -2\gamma \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

como se trata de distancias mas pequeñas infinitesimal, es equivalente a r ,

$$\Delta\rho = -\frac{2\gamma}{R}$$

y por calculo se deduce que :

$$\Delta\rho = -2\gamma \frac{\cos(\beta + \theta)}{d + r(1 - \cos \beta)}$$

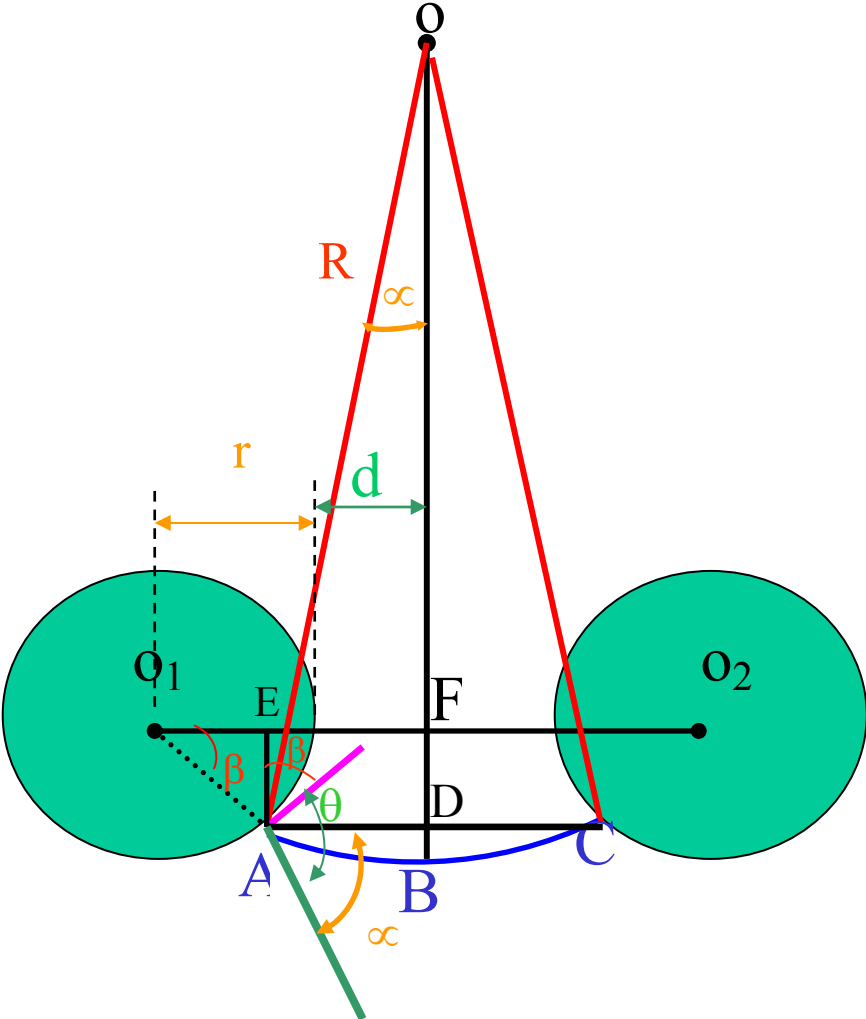
* La expresión siguiente:

$$\Delta\rho = -2\gamma \frac{\cos(\beta + \theta)}{d + r(1 - \cos \beta)}$$

Nos permite deducir que a menor tamaño del poro más resistencia al paso del fluido cosa que es evidente, depende también inversamente proporcional al radio de la fibra utilizada.

*Teniendo en cuenta que el coeficiente depende mas del tejido, y el Coeficiente de Densidad Máximo o Tupidez se puede variar las características del tejido para que sean mas permeables.

EXPLICACION MATEMATICA DE LA ECUACION DE MOLIET



ECUACION DE MOLLIER

$$\Delta\rho = -\gamma\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \quad \dots(1)$$

INFINITESIMALES

$$\Delta\rho = \frac{-2\gamma}{R} \quad \dots\dots(2)$$

..POR LO TANTO

¹analizando

$$\beta + \theta = 90^\circ + \alpha$$

despejando

$$\alpha = (\beta + \theta - 90^\circ)$$

$$AD = R \operatorname{sen} \alpha$$

sustituyendo α

$$R \operatorname{sen}(\beta + \theta - 90^\circ) = R \cos(\beta + \theta)$$

...IGUALANDO

$$\overline{EF} = \overline{O_1F} - \overline{O_1E}$$

\therefore sustituyendo

$$r + d - r \cos \beta$$

$$\therefore \overline{EF} = d + r(1 - \cos \beta)$$

....SUSTITUYENDO R
EN ECUACION 2

$$\overline{EF} = \overline{AD}$$

sustituyendo

$$d + r(1 - \cos \beta) = R \cos(\beta + \theta)$$

despejando R

$$R = \left(\frac{d + r(1 - \cos \beta)}{\cos(\beta + \theta)} \right)$$

$$\Delta\rho = -\frac{2\gamma}{\frac{d + r(1 - \cos \beta)}{\cos(\beta + \theta)}}$$

simplificando

$$\Delta\rho = -\frac{2\gamma \cos(\beta + \theta)}{d + r(1 - \cos \beta)}$$

ECUACION 3

La filtración Industrial se divide en :

- 1.- Filtración seca o captación de polvo
- 2.-Filtración líquida

Filtración seca.

Se trata fundamentalmente de filtrar aire, gas, polvo a través de un medio filtrante en el mismo que mientras en el gas limpio sale al exterior normalmente por una chimenea. Los medios filtrantes utilizados en la actualidad, son el 90 % fieltros punzonados o agujeteados entre 400 o 550 gr./m², la temperatura de trabajo define prácticamente el tipo de fibra al utilizar.

Filtración Líquida

Es uno de los procesos mas extendidos en la industria química en general filtrantes, en su forma y confección, dependen del tipo de filtro. Los más comunes se resumen a continuación:

Trabajo continuado °C	Puntas °C	Fibras	Nombre comercial
150°	170°	Poliéster	Varios
130°	150°	Acrílico	Richem/Dolanit
180°	200°	Sulfar (PPS)	Ryton
190°	220°	Aramidias	Nomex/Conex
240°	260°	Poliamidas	P84
260	260°	Fibra de vidrio	Varios
280°	300°	PTFE	Teflón

Los tejidos se confeccionan principalmente en forma de mangas circulares o no y bolsas de canales.

Las aplicaciones principales son

- Captación de polvo en general
- Plantas asfálticas
- Cementeras
- Metalurgias y Siderometalúrgicas
- Incineradoras y centrales térmicas

Las tendencias actuales de minimizar los niveles de emisión contaminante, hace que se impongan con fuerza acabados especiales con membranas micro porosas, fundamentalmente de PTFE.

Los elementos claves para la elección del tejido filtrante son el pH y la temperatura.

Como ésta es en muchos casos inferior a 90/95° C, la fibra mas utilizada es el polipropileno ya que es la mas resistente desde el punto de vista de la agresión química.

Dependiendo del producto a filtrar se utilizan también poliéster y poliamidas especiales, como el PA11 y PA12, que producen un excelente desprendimiento de la torta aunque son relativamente sensibles a los ácidos.

Las características clave, por lo que se refiere a la aplicación de un medio filtrante son las siguientes:

- Caudal: generalmente m³ /hora que pasa a través del mismo.
- Eficacia de retención
- Resistencia a la colmatacion
- Desprendimiento de la torta

El siguiente cuadro resume el conjunto de experiencias que permite elegir uno u otro medio textil dependiendo de las necesidades / prioridades en su aplicación:

CARACTERISTICAS MEDIO	LIGAMENTO	TIPO DE HILO
Caudal	Plana * sarga ** satín ***	Fibra C. * Multifila. ** Monofila. ***
Eficacia de retención	*** ** *	*** ** *
Resistencia a la colmatacion	* ** ***	* ** ***
Desprendimiento de la torta	* ** ***	* ** ***

*** Excelente

** Bueno

* Regular

Tipo de filtro	Medio Filtrante
Prensa	Telas sencillas Telas dobles con o son manguito
Rotativos	Telas de gran superficie
Circulares planos	Sectores
Filtros de marcos	Bolsas Bolsas de canales Bujías
Filtros banda	Telas de gran longitud

CLASIFICACION DE LAS MALLAS DE LAS TELAS TEJIDAS PARA FILTRACIÓN

TEJIDOS PARA FILTROS INDUSTRIALES

Tejidos y sus características

*Nylon y Poliéster (monofilamento y multifilamento): Aberturas de malla cuadrada, para filtración y clasificación de partículas.

*Nylon y Poliéster y polipropileno: con acabados calandrados (permeabilidad controlada y facilidad para su limpieza) y Termo fijados (mantienen el formato y textura de la malla)

*Antiestáticos, fibra de vidrio con teflón, siliconados y antihumedad.

TEJIDOS POLIÉSTER, POLIAMIDA Y POLIPROPILENO

Abertura(micronaje)	Diámetro del hilo	Ancho
25mc	35	1.20
37mc	35	1.20
50mc	40	1.20
65mc	43	1.20
75mc	50	1.20
90mc	63	1.20
100mc	70	1.20
125mc	70	1.20
150mc	80	1.20
150mc	80	1.20
175mc	80	1.20
200mc	100	1.20
200mc	100	1.20
225mc	120	1.20
250mc	120	1.20

NYLON GG

La principal características de los Nylon GG, que los designa optimas para el tamizado y filtrado, es su excepcional resistencia a la abrasión . Por otra parte poseen además gran resistencia a los microorganismos.

- Buena flexibilidad. Hilos deslizantes para un buen tamizado
- Elasticidad considerable. Escasa absorción de humedad.
- Tratamiento antiestático de los tejidos que evita el engomado que produce la fricción.
- No poseen dilatación, no sufren vibraciones y no demuestran fenómenos de fatiga.
- Pueden utilizarse en operaciones con temperaturas de hasta 115 ° C y con valor de PH de 7 a 14.

NYLON XX

El Nylon XX son telas utilizadas para cernir y filtrar distintas partículas a través de diferentes pasajes.

Características que presentan:

- Tejidos estabilizados y antiestáticos
- No se oxidan, resisten la corrosión y poseen una alta resistencia a la fricción y a sus propiedades elásticas.
- Amplia gama de micronajes. Poseen doble urdimbre para lograr una mejor calidad en el cernido.

POSIBILIDADES DE EMPLEO DE LAS FIBRAS.

- Industria de Víveres.
- Industria de bebidas.
- Industria de Forrajera.
- Industria Cosmética.
- Industria Farmacéutica.
- Industria de Colorantes.
- Industria Molinera y Semolera .
- Industria Química.
- Industria de la Pintura.
- Industria Papelera y Maderera.
- Productos en general y diversas posibilidades de aplicación.

APLICACIONES

Además de la industria Química en general otras aplicaciones son:

- Azucareras
- Cerveceras
- Minería
- Aceites y grasas
- Cerámicas, etc.

Los filtros de tela pueden funcionar muy efectivamente en muchas aplicaciones diferentes en la siguiente tabla se presentan las aplicaciones mas comunes de los sistemas de filtro de tela con limpieza a chorro pulsante; sin embargo, los filtros de tela pueden ser utilizados en caso cualquier proceso donde el polvo es generado y pueda ser recolectado y conducido por conductos a una localidad central.

Aplicaciones industriales Típicas de los filtros de Tela limpiados por chorro pulsante.

Tabla de Aplicaciones

Calderas Termoeléctricas de carbón
Calderas Industriales (Carbón, Madera)
Calderas comerciales / industriales (Carbón y Madera)
Procesamiento de materiales Terrosos: <ul style="list-style-type: none">• Producción de hierro y Acero.• Fundiciones de Acero
Productos Minerales <ul style="list-style-type: none">• Manufactura de cemento• Limpieza de carbón• Explotación y procesamiento de piedra.• Otros
Manufactura de asfalto
Molienda de grano.

DIFERENTES TIPOS DE FILTROS

- Filtros de fieltro
- Filtros de esterado de coco
- Filtros de papel
- Filtros de elementos cerámicos
- Filtros de fibra de vidrio
- Filtros de pelo cauchotado
- Filtros de plástico
- Filtros angulares
- Filtros con camisa de vapor
- Filtros autolimpiantes
- Filtros de flujo transversal
- Filtros absolutos con chorro invertido
- Filtros de gran rendimiento
- Filtros de elementos desechables
- Filtros de banda
- Filtros centrífugos
- Filtros horizontales
- Filtros de disco
- Filtros de vacío
- Filtros por aspiración
- Filtros de presión
- Filtros lavados con procedimientos químicos
- Filtros microbiológicos
- Filtros microbiológicos
- Filtros estériles
- Microfiltros

- Ultra filtros
- Filtros magnéticos
- Filtros de aire
- Filtros de gas
- Filtros para el agua de alimentación de calderas
- Filtros para agua salada
- Equipos de filtración del agua con carbón vegetal activado
- Instalaciones de filtración de agua para piscinas
- Filtros de aire, HEPA
- Filtros para estanques y fuentes
- Filtros para combustible líquido

Equipos de filtración de aire, extractores y colectores de humo y polvo.

- Filtros de vacío
- Filtros por aspiración
- Filtros de presión
- Filtros de aire para climatización
- Filtros de aire eléctricos para uso doméstico
- Filtros estériles para aire y gases
- Filtros de aire para ventanas y bocas de calor
- Unidades filtrantes para extracción del polvo

SUGERENCIAS PARA FUTUROS TRABAJOS

- Telas metálicas para filtración.

- Betamesh
- Duplex
- Tela reps
- Telas reps cruzadas
- Robusta

- Telas para filtración de asfaltos (Geosintéticos).
- Telas Filtrantes para filtros en líneas de Retorno.
- Telas Filtrantes para filtros en líneas de presión.
- Telas Filtrantes para filtros Duplex.

BIBLIOGRAFÍA

- Ministry of technology , solid – Liquid Separation HMSO Industrial filtration of liquids DB purchas.
- Montara Seguí José Jorge, Teoría del diseño de los tejidos de calada ornamentales y artísticos, 2001
- Ingeniería Química Operaciones Básicas
- J.M. Coulson J.F. Richardson Tomoll Editorial reverté 1988 3ra edición.
- Filter and filtration handbook 3ra edition El sevier advanced Technology 1992
- Identificación de fibras textiles Editorial Blume C.E.M Hall, M.A., M.S.T. Davies , B.Sc 1968
- Ingeniería Química Warren L. McLabe-Julian C. >Smith,Peter Harnot McGrawHill 1996.
- Los Géneros Textiles y su selección. CECSA Isabel B.W 1973
- Fibras Químicas Dr. Gacén Universidad Politécnica de Cataluña
- Tisaje 1 Dr. Joan Victori Companys Universidad Politécnica de Cataluña
- Tisaje 2 Dr. Joan Victori Companys Universidad Politécnica de Cataluña
- Identification of textile Materials Seventh edition The textile Institute Manchester, 1985
- Ministry of technology, solid-liquid separation, HMSO Industrial filtration of liquids DB purchas.
- Tecnología del tejido, tomo II Prof. Vicente Galceran Escobet
- Fibras Textiles “ Propiedades y Descripción”, Joaquín Gacén UPC 1991
- High Performance Fibres, JWS Wearle The Textile Institute 2001
- Filters and Filtration, RH Warning 1969
- Identification of Textile Materials, 5th edition Textile Institute 1968
- Identification of Textile Materials, 6th edition Textile Institute 1970
- Química Industrial, Riegel Editorial Grijalbo 1964
- Identificación de Fibras Textiles, Editorial Blume 1968
- Chemical Process Equipment Selection and Design, Stanley M Walas 1988
- Géneros Textiles y sus elecciones, CECSA Isabel B. 1973
- Tecnología Farmacéutica, Alfred Dár 1979 Editorial Acribia
- Identification of textile Materials, Seventh edition The textile Institute Manchester, 1985

Paginas Web utilizadas

- www.chasque.net
- www.layfil.com
- www.ict.filtration.com
- www.tarwi.lanolina.com
- www.gasatex.com
- www.dupont.com
- www.ingenirias.net
- www.filter2000.com
- www.mallasglersa.com
- www.sati.es/esp/tecnicos
- www.hometextilesfromspain.com
- www.huesker.com
- www.ict-filtracion.com
- www.tarwi.lamolina.edu
- www.propitex.com
- www.ict-filtracion.com/empresa/empresa.htm
- <http://www.mallasglersa.com.mx/Mallac.htm>
- <http://www.epa.gov/ttn/catc/dir2/ff-pulss.pdf>
- <http://www.ictisp.com/~filttec/fb1.htm>
- <http://directory.kompass.com/spain/badalona/ict%20filtraci%F3n,%20s.l./1010703>
- www.bopp.ch/sp_Metallfiltergewebe.pdf
- <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~cvs/Filtracion.htm>
- <http://www.textil.org/extranet/inf/Revista6/images/filtracion.pdf>
- [http://www.ictsl.net/filtracion/ dibujos](http://www.ictsl.net/filtracion/)
- <http://www.gruptefsa.com/mf.html>
- <http://www.ict-filtracion.com/product/product2.htm>
- <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid/Rc-57/Rc-57d.htm>
fibras
- <http://www.gruptefsa.com/home.html> filtros
- <http://web.usal.es/~javisan/hidro/temas/T080.pdf>
- <http://www.us.es/grupotar/master/ponencias/pdf/darcy2.pdf>
- <http://www.geocities.com/icasegunda/procquim/filtra/filt01.html>
- <http://www.psrc.usm.edu/spanish/fiber.htm>
- <http://www.modaweb.com/aula/glosario/t.htm>
- <http://www.servicios-activos.com/esp2003/Productos/herrajes/telasmosa.htm>
- http://www.pyrotek.info/item_files/datasheets/186_Glasweve_Spanish_Letter.pdf