

APROVECHAMIENTO DE PLASTICOS USADOS EN LA
AGRICULTURA

PEN

ABRIL-1985



e. n. adaro
de investigaciones mineras s.a.

50448

TITULO	<u>APROVECHAMIENTO DE PLASTICOS USADOS EN LA AGRICULTURA</u>
CLIENTE	PEN
FECHA	ABRIL-1985

Referencia: P-41510

Departamento: UNIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS

I N D I C E

	<u>Págs.</u>
1.- EL CONSUMO DE POLIETILENO EN EL SECTOR AGRICOLA ES PAÑOL	1
1.1.- INTRODUCCION	1
1.2.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA	9
2.- NORMATIVA Y METODOS DE ENSAYO PARA MATERIALES PLASTICOS	14
2.1.- NORMAS UNE 53-165, UNE 53-188, UNE 53-220 y UNE 53-098	29
3.- ANALISIS DE LA SITUACION EN LA COSTA DE ALMERIA ...	45
3.1.- GENERACION DE RESIDUOS	45
3.1.1.- Superficie cubierta	45
3.1.2.- Plástico utilizado por unidad de superficie	47
3.1.3.- Período de renovación del plástico ..	48
3.2.- CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS	49
3.3.- GESTION ACTUAL DE LOS RESIDUOS	50
3.4.- PREVISIONES DE EVOLUCION	51

1.- EL CONSUMO DE POLIETILENO EN EL SECTOR AGRICOLA ESPAÑOL

1.1.- INTRODUCCION

El año 1967 supone el comienzo de un período de crecimiento rapidísimo en el consumo de materiales plásticos, por parte del sector agrícola español, llegándose en el año 1983 a un consumo total que supera las 100.000 tm anuales, cuya distribución, según tipos y aplicaciones, se muestra en la tabla nº 1 y gráficos núms. 1 y 2.

Entre los motivos fundamentales de este fenómeno se encuentra el notable aumento de las superficies de cultivo recubiertas con filmes plásticos, que ha llevado a situar a España en el tercer lugar mundial en cuanto a superficie cubierta por habitante, superada tan solo por dos países con agricultura intensiva, como son Japón e Israel. Así, en 1983 la superficie protegida era de 14 m²/habitante, frente a los 20/21 m² del Japón, líder mundial.

El crecimiento en España de la superficie de cultivo cubierta ha sido constante desde 1967 en las tres diferentes aplicaciones -acolchamiento, túneles e invernaderos- tal como se observa en la tabla nº 2 y gráficos núms. 3, 4 y 5, habiéndose alcanzado en 1983 una superficie cubierta de 53.400 ha.

Tabla n° 1.- CONSUMO DE MATERIALES PLASTICOS EN EL SECTOR AGRICOLA (CAMPAÑA 1982-1983)

(Ref: Revista de Plásticos Modernos, N° 332, Febrero 84, pág. 162)

Aplicaciones	Polietile no b.d. (tm)	Polietile no a.d. (tm)	PVC (tm)	Polipro pileno (tm)	Polies ter (tm)	Total consumo por aplicaciones (tm)
1. FILME Invernaderos Túneles Acolchamiento Embalses	28.000		50		30	28.080
2. IRRIGACION Tuberías y man gueras	8.000		12.000			20.000
3. SACOS Fertilizantes Prod.agrícolas	22.000	5.000 (Monofil.)		4.500		31.500
4. ENVASES Y TRANSPORTES		4.500		1.000	4.000	9.500
5. MALLAS Y RE DES	2.500	3.000		500		6.000
6. HILOS Y CUER DAS				4.000		4.000
7. VARIOS	1.000	500				1.500
T O T A L E S	61.500	13.000	12.050	10.000	4.030	100.580

GRAFICO N° 1

Distribucion del consumo de plasticos
(segun tipos)

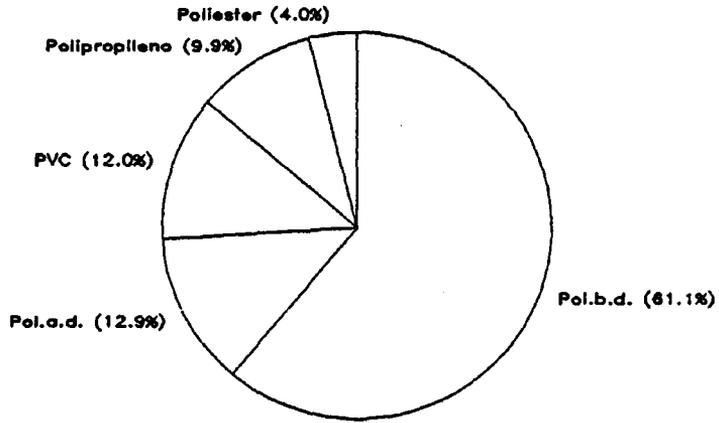


GRAFICO N° 2

Distribucion del consumo de plasticos
(segun aplicaciones)

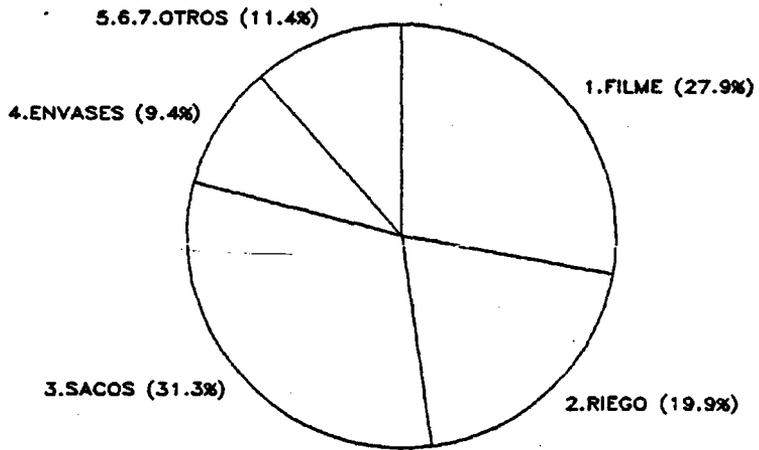


Tabla n° 2.- EVOLUCION DE LA SUPERFICIE CUBIERTA CON PLASTICO EN ESPAÑA,
SEGUN APLICACIONES (HECTAREAS)

(Ref: Revista de Plásticos Modernos, N° 332, Febrero 84, pág. 163)

APLICACIONES	1967	1969	1971	1973	1976	1978	1980	1983
Acolchamiento	453	2.000	4.400	14.645	17.635	22.750	26.500	32.200
Túneles	487	1.125	3.300	3.120	3.320	3.635	4.000	6.200
Invernaderos	343	750	1.820	2.910	5.762	9.410	11.000	15.000
T O T A L	1.283	3.875	9.520	20.675	26.717	35.795	41.500	53.400

GRAFICO N° 3

Superficie cubierta: evolucion (1967-1983)

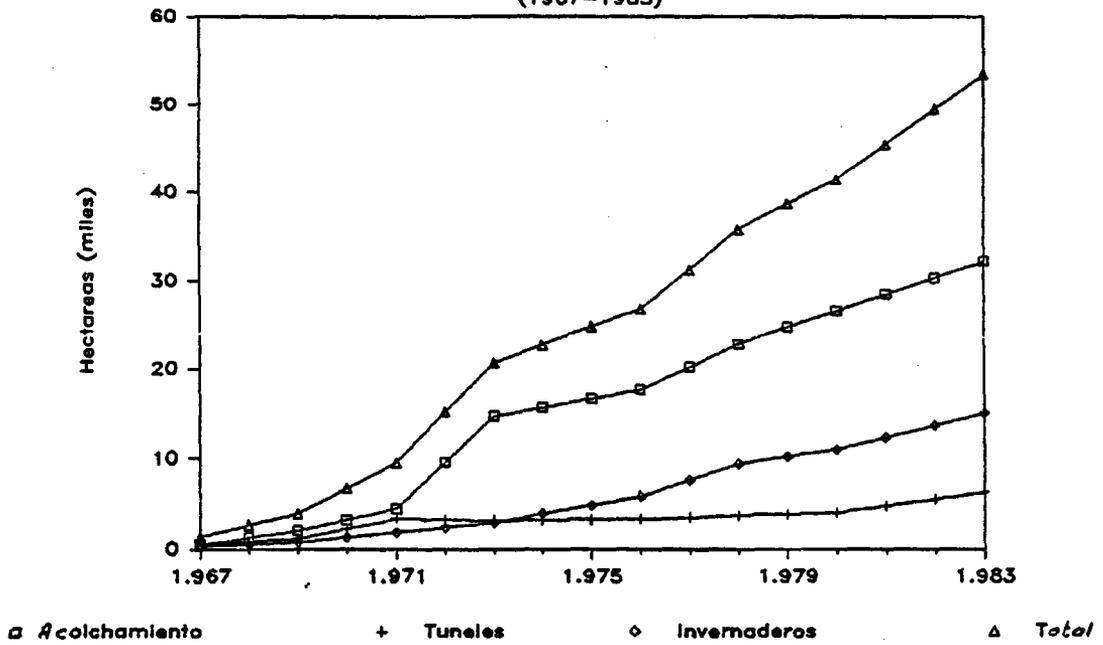


GRAFICO N° 4

Distribucion de la superficie cubierta
Total 1983: 53400 Ha

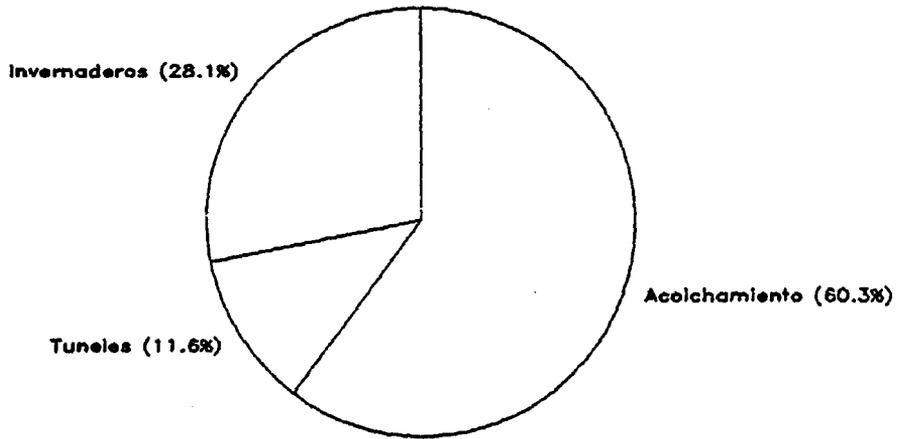
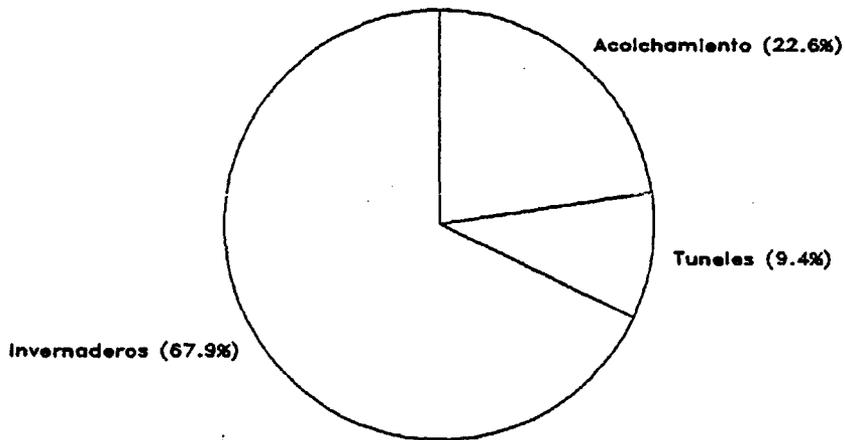


GRAFICO N° 5

Distribucion del tonelaje empleado

Total 1983: 26499 Tm



1.2.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA

El análisis de la distribución espacial del consumo de polietileno se restringe al ámbito geográfico que abarca el estudio, es decir, a las zonas de Almería y Levante. Es necesario, sin embargo, dejar constancia de la existencia de un importante volumen de consumo de polietileno de baja densidad para fabricación de sacos para fertilizantes y productos agrícolas. En los gráficos núms. 1 y 2 se muestra el reparto del consumo de polietileno de baja densidad entre las distintas aplicaciones del sector agrícola. La distribución geográfica del plástico consumido en forma de sacos es mucho más uniforme que en el caso de las superficies protegidas, repartiéndose por toda la superficie agrícola española.

En la tabla nº 3 se indica la distribución por regiones agrícolas de las superficies cubiertas con filme de polietileno y los tonelajes empleados, correspondiente a 1983.

Tabla nº 3.- SUPERFICIES CUBIERTAS CON POLIETILENO EN 1983. DISTRIBUCION POR REGIONES AGRICOLAS Y TONELAJE EMPLEADO

(Ref: Revista de Plásticos Modernos, Nº 332, Febrero 84)

REGION	ACOLCHAMIENTO			TUNELES			INVERNADEROS			TOTAL		
	ha	tm	tm/ha	ha	tm	tm/ha	ha	tm	tm/ha	ha	tm	tm/ha
Levante	18.600	3.300	0,18	2.550	750	0,29	2.550	3.060	1,20	23.700	7.110	0,30
Andalucía Orient.	1.080	290	0,27	2.600	760	0,29	10.000	12.000	1,20	13.680	13.050	0,95
Andalucía Occid.	8.200	1.500	0,18	400	345	0,86	325	390	1,20	8.925	2.235	0,25
Nordeste	3.500	450	0,13	100	120	1,20	575	690	1,20	4.175	1.260	0,30
Canarias	110	90	0,82	65	70	1,08	1.275	1.530	1,20	1.450	1.690	1,17
Galicia	300	300	1,00	10	13	1,30	50	180	1,20	460	493	1,07
Extremadura	265	35	0,13	175	140	0,80				440	175	0,40
Centro	100	25	0,25	150	150	1,00	10	12	1,20	260	187	0,72
Ebro	30	6	0,20	135	140	1,04	30	36	1,20	195	182	0,93
Norte	5	1	0,20	5	4	0,80	75	90	1,20	85	95	1,12
Duero	10	2	0,20	10	8	0,80	10	12	1,20	30	22	0,73
TOTAL	32.200	5.999	0,19	6.200	2.500	0,40	15.000	18.000	1,20	53.400	26.499	0,50

Se aprecia inmediatamente a partir de la tabla nº 3 y de los gráficos núms. 6 y 7 el predominio de las zonas de Levante y, muy especialmente de Andalucía Oriental que, juntas, totalizan un 70,00% del tonelaje nacional de superficie cubierta, y un 76,07% del tonelaje de polietileno empleado.

Si bien ya sería destacado el hecho de que la región de Andalucía Oriental absorbe prácticamente la mitad del polietileno que en España se dedica a cubrimiento de superficies de cultivo, lo verdaderamente sobresaliente es el que la superficie cubierta en esta región no está repartida más o menos uniformemente por su geografía, sino que se concentra en una franja de terreno relativamente estrecha, de unos 10-12 km, que se extiende, entre la sierra y el mar, a lo largo de tan solo 20-25 km de la costa almeriense, haciendo de la zona del Campo de Dalías el área de mayor concentración de cultivos de abrigo a nivel mundial.

Esta situación obliga a considerar por un lado la problemática de esta zona, y por otro, separadamente, la del resto de las superficies cubiertas del territorio nacional, en las que por ser la concentración muy inferior a la de la costa almeriense la gestión de estos residuos ha de ser necesariamente distinta.

GRAFICO N° 6**Distribucion geografica**

Tonelaje total 1983: 26499 Tm

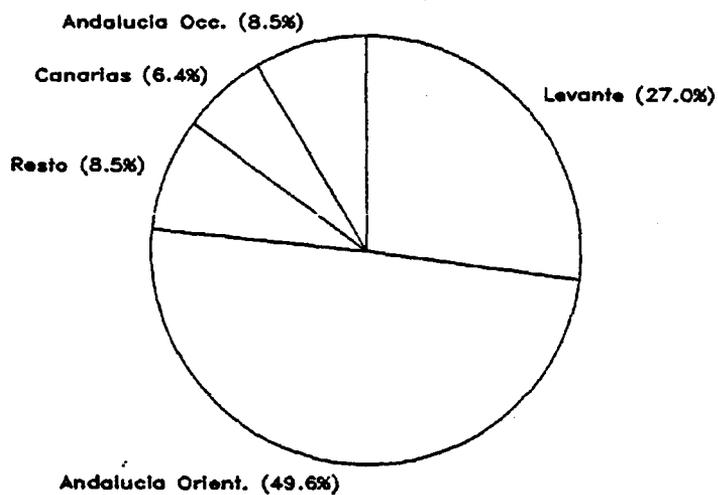
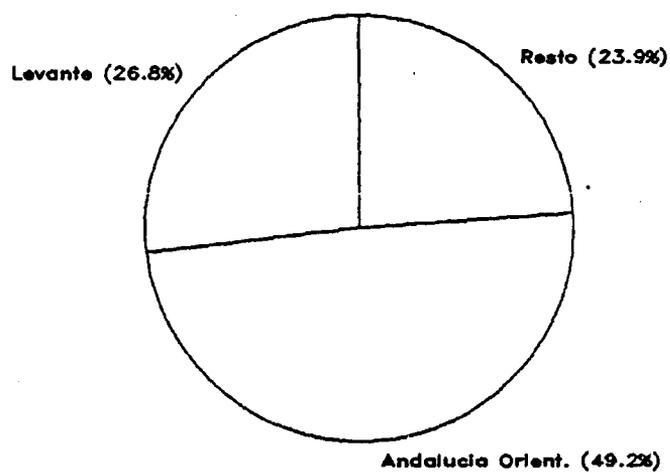


GRAFICO N° 7**Consumo de polietileno en superficies**
Total (1983): 26500 Tm

2.- NORMATIVA Y METODOS DE ENSAYO PARA MATERIALES PLASTICOS

NORMA ESPAÑOLA - UNE 53-328PELICULAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD Y DE COPOLIMEROS DE
DE ETILENO-ACETATO DE VINILO (EVA)CARACTERISTICAS Y METODOS DE ENSAYOEXPERIMENTAL1.- OBJETO

Esta norma tiene por objeto fijar las características - que deben tener los filmes de polietileno y de copolímeros de etileno-acetato de vinilo (EVA) destinados a la construcción - de invernaderos.

2.- DEFINICIONES2.1.- INVERNADERO

Es todo abrigo o cierre construido mediante una estructura de madera, hierro o cualquier otro material dotado de una cubierta transparente, de suficiente altura para que se puedan realizar con comodidad en su interior las labores necesarias a cada cultivo hortícola. Con esta finalidad su forma puede - ser muy variada, siempre que disponga de puerta de entrada y sistema de aireación.

2.1.1.- Observación

La definición anterior de invernadero es muy amplia y no entra en la casuística de la norma que se recoge en el CO DEX 7 de la codificación del Ministerio de Agricultura.

2.2.- CAMPAÑA AGRICOLA

A efectos de esta norma es el período de tiempo comprendido entre el 1 de Septiembre de cada año y el 15 de Mayo del año siguiente.

- 1 campaña equivale a 8 meses de duración en Almería , contando a partir del 1 de Septiembre, equivalente a una radiación solar de 90 Kcal/cm^2 (90 Kangleys).
- 2 campañas equivalen a 20 meses y medio de duración en Almería, contando a partir del 1 de Septiembre del primer año, equivalente a una radiación solar de 235 Kcal/cm^2 (235 Kangleys).
- 3 campañas equivalen a 32 meses y medio de duración, contando a partir del 1 de Septiembre del primer año, equivalente a una radiación solar de 380 Kcal/cm^2 (380 Kangleys).

NOTA: La experiencia ha demostrado que películas colocadas con anterioridad al 1 de Septiembre acortan sustancialmente su vi da ú til con respecto al tiempo anteriormente indicado.

2.3.- DURACION DE LAS PELICULAS

La duración se entiende con las películas puestas sobre un invernadero del tipo indicado en el apartado 2.1. y se re

fiere a su resistencia a la intemperie (factores climáticos).

Los materiales poliméricos utilizados en la fabricación de cubiertas para invernaderos que son objeto de esta Norma son químicamente resistentes a los productos agroquímicos, bacterias, mohos, etc. Sin embargo la experiencia ha demostrado - que en el caso de algunas formulaciones, los aditivos empleados en las películas pueden ser afectados por los productos citados, reduciendo la vida útil de las películas, por lo que se recomienda en su caso ensayos de compatibilidad.

2.4.- EFECTO TERMOAISLANTE

Es la propiedad que tienen algunas películas de ser relativamente opacas a las radiaciones infrarrojas de larga longitud de onda emitidas por el suelo, las plantas y las estructuras de los invernaderos disminuyendo o eliminando la inversión térmica y mejorando el efecto de abrigo.

3.- TIPOS

En esta norma, teniendo en cuenta el espesor, se definen los siguientes tipos de películas:

3.1.- TIPO LIGERO

Es el que tiene un espesor nominal de 150×10^{-6} m (0,150 mm) y se designará por la letra (L).

3.2.- TIPO MEDIO

Es aquel que tiene un espesor de 180×10^{-6} m (0,180 mm) y se designará por la letra (M).

3.3.- TIPO GRUESO

Es aquel que tiene un espesor de 200×10^{-6} m. (0,200 mm) y se designará por la letra (G).

4.- CARACTERISTICAS

4.1.- CARACTERISTICAS DE LA MATERIA PRIMA

Las materias primas que servirán para fabricar las películas definidas en esta norma deberán tener las características fijadas en las normas UNE 53188 (para polietileno) y UNE 328EVA (para EVA).

Estos materiales deben contener los aditivos en naturaleza y porcentajes adecuados, capaces de soportar las duraciones establecidas en el apartado 2.2.

Estos aditivos pueden afectar a la densidad de los polímeros base.

4.2.- CARACTERISTICAS DE LA PELICULA

4.2.1.- Aspecto

La película deberá ser homogénea, presentando una superficie relativamente libre de defectos tales como geles, agujeros, líneas de memoria o boquilla, grandes ojos de pez y otro tipo de irregularidades que puedan afectar a las propiedades de las películas que se definen a continuación. Se tolerará la presencia de alguna tonalidad ligeramente más coloreada que la película normal, que puede ser producida por algunos aditivos empleados como estabilizantes o modificadores de sus propiedades.

Las bobinas de las películas deben presentar igualmente un buen aspecto, sin contener arrugas o bordes deteriorados - que pueden afectar a la manipulación y propiedades de las películas que se definen a continuación.

4.2.2.- Medidas

Se recomienda ajustarse, en cuanto al ancho y longitud, a las medidas siguientes:

- Ancho: 3,30 - 6,30 - 8 - 10 - 12 m.
- Longitud: 50 ó 100 sin cortes ni empalmes.

Las restantes características que deberán cumplir las películas definidas en esta norma se dan en la Tabla I.

5.- MÉTODOS DE ENSAYO

5.1.- DETERMINACION DEL ESPESOR MEDIO Y TOLERANCIA DEL ESPESOR

5.1.1.- Aparatos necesarios

5.1.1.1.- Balanza. Una balanza que aprecie $\pm 0,001$ g

5.1.1.2.- Plantilla. Una plantilla metálica de 100 x 100 $\pm 0,5$ mm para cortar las probetas de la forma siguiente:

Manteniendo la película desplegada se traza una línea AB según lo muestra la figura 1 con una inclinación de 30° sobre la línea perpendicular a la generatriz que marca la dirección de extrusión. Sobre esta línea se marcan puntos equidis

Tabla nº 1.- CARACTERISTICAS QUE DEBEN CUMPLIR LAS PELICULAS DE POLIETILENO

PROPIEDADES	Unidad	TIPO DE PELICULA			Ensayos
		L	M	G	
Espesor nominal	m	150×10^{-6} (0,150 mm)	180×10^{-6} (0,180 mm)	200×10^{-6} (0,200 mm)	Apartado 5.1
Diferencia entre el espesor medio real y el nominal	%	± 5	± 5	± 5	
Tolerancia en el espesor	%	± 15 (-15+25 para anchuras iguales o superiores a 8 m)	± 15 (-15+25 para anchuras iguales o superiores a 8 m)	± 15 (-15+25 para anchuras iguales o superiores a 8 m)	
Tolerancia en el ancho y longitud	%	± 2	± 2	± 2	Apartado 5.2
Resistencia a la tracción, mínima en ambas direcciones	MPa	16 (160)*	16 (160)*	16 (160)*	Apartado 5.3
Alargamiento en la rotura, mínimo en ambas direcciones	%	350	350	350	
Resistencia al desgarrar, mínima en ambas direcciones	KN/m	30	30	30	Apartado 5.4
Resistencia al impacto en los pliegues, mínima	g	150	180	200	Apartado 5.5
Duración: . 1 Campaña (1 sol)** . 2 Campañas (2 soles) . 3 Campañas (3 soles)	hora hora	170 500	170 500	170 500	Apartado 5.6
Efecto termoaislante	%	<20	<20	<20	Apartado 5.8

* El valor entre paréntesis está expresado en kgf/cm^2

** En el Apartado 2.3. para la duración de las películas y en El Apartado 5.6. para la determinación de la resistencia al envejecimiento artificial acelerado. Estudios realizados a lo largo de varios años permiten deducir una correlación entre el envejecimiento natural (invernadero en Almería) y el envejecimiento acelerado (aparato con lámpara fluorescente).

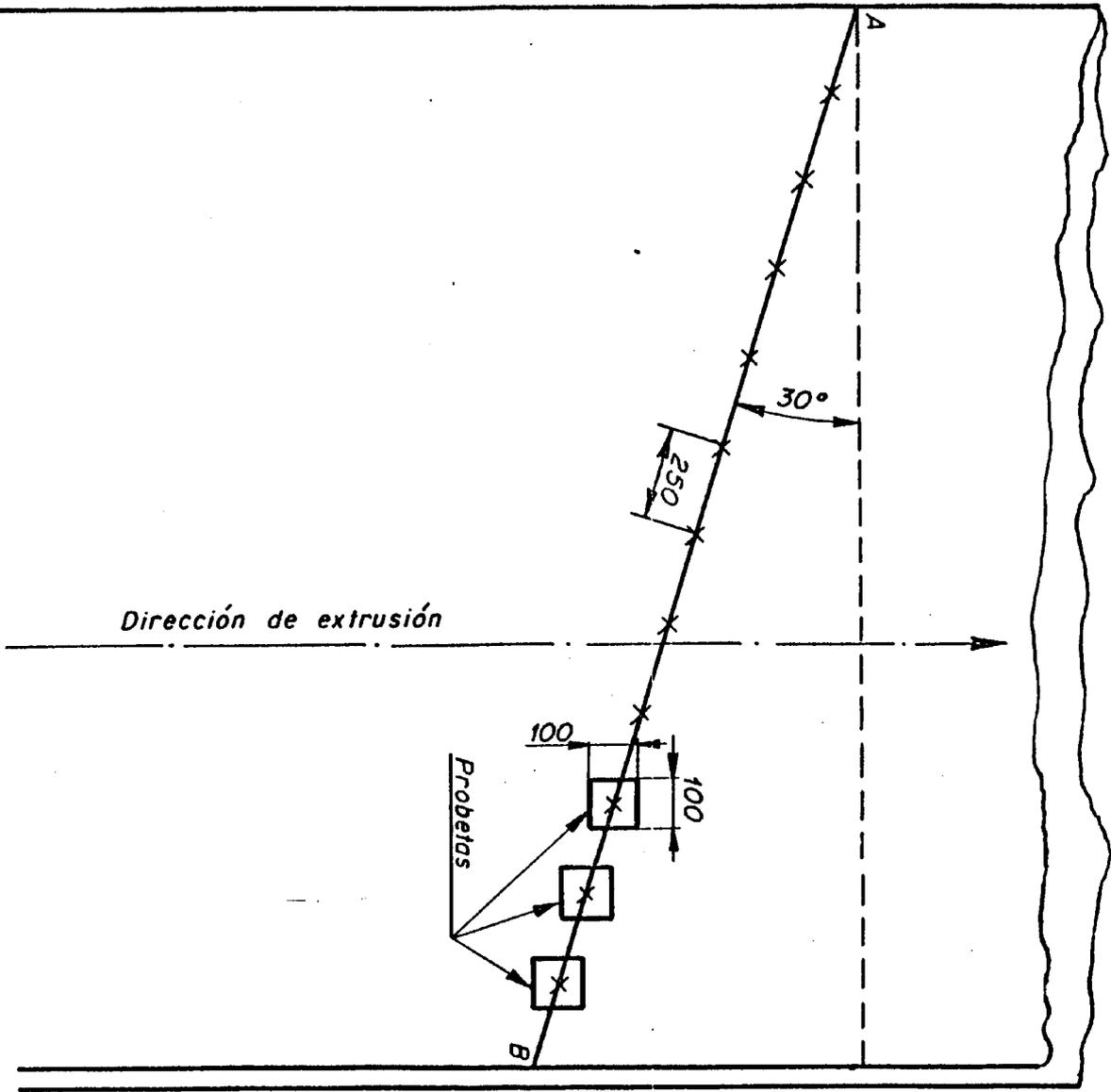


Fig. 1

tantes 250 mm, los cuales serán los centros de toma de las -
muestras.

Las probetas se cortarán utilizando la plantilla y una
cuchilla bien afilada. Dada la posición plegada de la película,
de cada corte se obtienen dos probetas.

5.1.2.- Procedimiento operatorio

Cada probeta obtenida se pesa con una precisión de -
 $\pm 0,001$ g, verificando sus medidas que corresponden a 100×100
 $\pm 0,5$ mm.

5.1.2.1.- Cálculo del espesor medio .

El espesor medio se calcula de la forma siguiente:

$$e = \frac{100 \times M}{\rho}$$

en donde:

e = Espesor medio en $m \times 10^{-6}$ (milésimas de milímetro)

M = Media aritmética de los pesos obtenidos de todas las pro-
betas, en gramos

ρ = Densidad de la muestra en g/cm^3

5.1.2.2.- Cálculo de la tolerancia en el espesor

La tolerancia en el espesor para cada una de las probe-
tas se calcula según la fórmula siguiente:

$$R = \frac{P - m}{m} \times 100$$

en la cual:

R = Tolerancia en tanto por ciento

P = Peso de cada una de las muestras, en gramos

m = Media aritmética de los pesos obtenidos en todas las pro
betas, en gramos.

5.2.- DETERMINACION DE LA TOLERANCIA EN EL ANCHO Y LONGITUD

El ancho y longitud de la película se determinará con una cinta métrica que aprecia 1×10^{-3} m. Los resultados se expresan en tanto por ciento positivo o negativo, sobre el ancho y longitud nominal impreso en la bobina y se calculan de la - forma siguiente:

$$T = \frac{M' - A}{A} \times 100$$

T = Tolerancia en tanto por ciento

A = Ancho o longitud nominal, en $m \times 10^{-3}$ (milímetros)

M' = Ancho o longitud real, expresado en $m \times 10^{-3}$ (milímetros)

5.3.- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION Y DEL ALARGAMIENTO A LA ROTURA

Este ensayo se realizará según la norma UNE 53165, a una velocidad de ensayo de 500 mm/min.

5.4.- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL DESGARRO

Este ensayo se realizará según norma UNE 53220, expresando el resultado en kilonewton por metro (KN/m).

5.5.- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL IMPACTO

Este ensayo se realizará según norma UNE 53219, solamente en los pliegues de la película. A fines de especificación, cada pliegue será considerado independientemente; además, cada probeta se colocará en el aparato de ensayo de forma que la línea de pliegue esté desplazada 12,5 mm del punto de impacto.

5.6.- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA INTEMPERIE

La determinación de la resistencia a la intemperie de las películas objeto de la presente norma se llevará a cabo según se indica en la norma UNE 53104 "Envejecimiento artificial acelerado de materiales plásticos mediante lámparas fluorescentes", utilizando lámparas A₁ (máximo de intensidad de radiación a 317 nm) y a una temperatura en el recinto del aparato de envejecimiento de 70°C.

La duración del ensayo de envejecimiento será de 170 horas para las películas que han de resistir 1 campaña y 500 horas para las que han de resistir 2 campañas agrícolas.

Después del tiempo de envejecimiento especificado se realizará un ensayo de alargamiento en tracción con 5 de las probetas envejecidas y con otras cinco probetas sin envejecer, todas ellas tomadas en el sentido longitudinal (sentido de extrusión).

En este ensayo, la pérdida de alargamiento en tracción (valor medio de las 5 probetas) de las probetas envejecidas, no será superior al 50 por ciento del alargamiento medio (valor medio de las 5 probetas) con el material sin envejecer.

Las condiciones del ensayo son las siguientes:

- Temperatura: $23^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$
- Separación entre trazos: 20 mm
- Separación entre mordazas: 60 mm
- Velocidad del ensayo: 200 mm/min.

Las dimensiones de las probetas utilizadas en el ensayo serán:

100 x 10 x espesor en mm

NOTA: Los datos obtenidos por envejecimiento natural acelerado indican una tendencia del comportamiento de la película a la intemperie ya que pudiera verse afectada esta tendencia por - otros factores distintos a las radiaciones U.V. (apartado 2.3.).

5.7.- DETERMINACION DE LA PROPIEDAD TERMOAISLANTE

El ensayo consiste en determinar la transmitancia de la película en el intervalo de longitud de onda comprendido entre 1.450 y 730 cm^{-1} (de 6,9 a $13,7 \times 10^{-6}$ m), ya que esta propiedad está directamente relacionada con las propiedades termoaislantes de la película.

5.7.1.- Aparatos necesarios

Los aparatos necesarios serán los siguientes:

5.7.1.1.- Espectrofotómetro

Permite medidas en continuo de transmitancia entre 2,5 y 20×10^{-6} m.

5.7.1.2.- Porta muestras

Un portamuestras similar al utilizado para encuadrar - diapositivas.

5.7.1.3.- Aparato para medir áreas

Un planímetro u otro sistema apropiado para medir las superficies encerradas por las curvas que se obtengan en el espectrómetro.

5.7.2.- Procedimiento operatorio

Después de regular el espectrofotómetro en vacío al 100 por ciento de transmitancia, se coloca la probeta y se busca el punto máximo de transmisión entre 4.000 y 6.000 nm (suele ser alrededor de 1.850 cm^{-1}). El haz de luz de la muestra atenuado (o si fuera necesario se atenúa también el haz de referencia) se ajusta entonces hasta que dé una transmisión del 80 por ciento en ese punto máximo. Una vez ajustado así el aparato se mide la transmitancia de la muestra, en el intervalo de longitud de onda comprendido entre 1.450 y 730 cm^{-1} . La medida se realizará sobre 3 probetas, tomadas a lo ancho de la muestra de la película sobre puntos equidistantes.

5.7.3.- Cálculos y expresión de los resultados

La transmitancia de la muestra, expresada en tanto por ciento, se obtiene a partir de la fórmula siguiente:

$$T = \frac{A}{a} \times 100$$

en donde:

T = Transmitancia de la muestra en tanto por ciento

A = Area correspondiente a la superficie encerrada entre la línea correspondiente al 0 por ciento de transmitancia y la curva del espectro de la muestra, determinada entre las longitudes de onda citadas.

a = Area correspondiente a la superficie limitada por las líneas de transmitancia de 0 y 100 por ciento y determinada entre las longitudes de onda de 1.450 y 730 cm^{-1} .

El resultado final del ensayo será la media aritmética de los 3 valores obtenidos en el ensayo.

6.- DESIGNACION

Las películas de polietileno de baja densidad y las de copolimero de etileno-acetato de vinilo (EVA) que cumplen con la presente norma se designarán de la manera siguiente:

UNE 53 328 LDPE o UNE 53 328 EVA, seguido de:

- a) Letra "L", "M" o "G" correspondientes al código de clasificación según el espesor.
- b) Soles que indican la duración de la película por campañas.
- c) La letra "T" cuando se trate de una película de propiedades termoaislantes.

Ejemplo: UNE 53 328 LDPE/G**/T, quiere decir que se trata de una película de polietileno de baja densidad que cumple la norma

ma UNE 53 328, de un espesor nominal de 200×10^{-6} m, prevista para 2 campañas agrícolas de duración y con propiedades termoaislantes.

7.- EMBALAJE Y MARCAJE

Las películas especificadas en esta norma deberán ser enrolladas en forma de bobinas, las cuales han de estar perfectamente embaladas para protegerlas durante el transporte y almacenamiento.

Cada una de las bobinas llevará marcado como mínimo sobre la cubierta protectora y a lo largo del borde de la película de forma continua como mínimo cada 10 metros, con caracteres legibles y persistentes, los siguientes datos:

- a) Nombre o marca del Fabricante
- b) Tipo de película, según se describe en el apartado 6. DESIGNACION de esta norma.

8.- NORMAS PARA CONSULTA

- UNE 53 165 - Materiales plásticos. Determinación de las propiedades de tracción de películas de materiales plásticos.
- UNE 53 219 - Materiales plásticos. Determinación de la resistencia al impacto para películas de PE.
- UNE 53 220 - Materiales plásticos. Determinación de la resistencia de películas de materiales plásticos.
- UNE 53 098 - Materiales plásticos. Determinación del índice de fluidez de polietileno y de sus compuestos.

A continuación se insertan las normas citadas.

2.1.- NORMA UNE 53 - 208

" UNE 53 - 165

" UNE 53 - 188

" UNE 53 - 220

" UNE 53 - 098

NORMA ESPAÑOLA	Materiales plásticos DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES DE TRACCION DE PELICULAS DE MATERIALES PLASTICOS	UNE 53-165-73
-------------------	---	------------------

INDICE

	Página
1 OBJETO	1
2 GENERALIDADES	1
3 DEFINICIONES	2
3.1 Alargamiento L_u-L_0	2
3.2 Alargamiento por ciento (A)	2
3.3 Carga unitaria (R)	2
3.4 Punto de fluencia	2
3.5 Resistencia a la tracción (R ó R_m)	2
3.6 Módulo de elasticidad	2
4 APARATOS NECESARIOS	2
4.1 Máquina de ensayo	2
4.2 Mordazas	2
4.3 Indicador de carga	2
4.4 Indicador de alargamiento	3
4.5 Micrómetro	3
5 PROBETAS	3
5.1 Forma y medidas de las probetas según los parámetros a determinar	3
6 VELOCIDAD DE ENSAYO	4
7 PROCEDIMIENTO OPERATIVO	4
8 CALCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS	5
8.1 Alargamiento por ciento (A)	5
8.2 Carga unitaria (R)	5
8.3 Carga unitaria en el de fluencia (R_0)	5
8.4 Resistencia a la tracción (R ó R_m)	5
8.5 Módulo de elasticidad (E)	5
9 INFORME	5
10 NORMAS PARA CONSULTA	5
11 CORRESPONDENCIA	5

1 OBJETO

Esta norma tiene por objeto indicar el método de ensayo que se ha de emplear para determinar las características de tracción de películas de materiales plásticos.

critos en la presente norma son: la carga unitaria de tracción, el alargamiento, el límite, la resistencia a la tracción y el módulo de elasticidad.

2 GENERALIDADES

Las características de tracción que podrán determinarse por uno cualquiera o por todos los procedimientos des-

Los materiales de baja ductilidad a veces no presentan un límite elástico bien definido. Las curvas carga-alargamiento para diferentes valores de temperatura, humedad y velocidad de alargamiento relativo suministrarán generalmente indicaciones suficientemente precisas sobre el comportamiento de los materiales sometidos a ensayo. Estos ensayos no podrán ser significativos para aquellos ca-

Continúa en páginas 2 a 5

Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas al IRANOR - Serrano, 150 - Madrid (6)	Concuerta con ISO - R - 1184
--	---------------------------------

Instituto Nacional de Racionalización y Normalización (IRANOR) - Serrano, 150 - Madrid (6) - Teléfono 261 70 00

En los que la velocidad de aplicación de la carga difiera considerablemente de las especificadas en la presente norma.

Este método de ensayo no será adecuado para determinar las propiedades de tracción de películas estampadas o reforzadas.

3 DEFINICIONES

3.1 Alargamiento L_u-L_0

Es la diferencia entre la distancia final (L_u) y la distancia inicial (L_0).

3.2 Alargamiento por ciento (A)

Es el alargamiento expresado en porcentaje de la distancia inicial.

3.3 Carga unitaria (R)

Es el cociente de dividir la carga a que esté sometida la probeta, en cualquier momento del ensayo, por la sección recta inicial.

3.4 Punto de fluencia

Es el primer punto de la curva carga-alargamiento en la cual se produce una deformación sin aumentar la carga (*figura 1*). Cuando el punto de fluencia no esté bien destacado, se toma como tal aquel en que la deformación haya alcanzado un porcentaje previamente establecido.

3.5 Resistencia a la tracción (R ó R_m)

Es la carga unitaria máxima soportada por la probeta durante el ensayo.

formación correspondiente en el intervalo de mayor esfuerzo de tracción que el material es capaz de soportar sin desviarse de la proporcionalidad lineal en la curva de tracción.

3.6.1 Módulo secante al 1 %. Es la relación entre la *carga unitaria* y el alargamiento unitario correspondiente cuando este alargamiento es el 1 %.

Otros módulos secantes están definidos por las líneas trazadas desde el origen a cualquier punto definido de la curva.

4 APARATOS NECESARIOS

4.1 Máquina de ensayo

Se usará un dinamómetro cuyas mordazas puedan separarse a la velocidad o velocidades especificadas en el *capítulo 6*.

4.2 Mordazas

Las mordazas estarán constituidas de dos partes, una fija unida a la parte estática de la máquina y la otra móvil. Se alinearán por sí mismas, es decir, estarán unidas a las piezas fija y móvil del dinamómetro de tal modo que podrán alinearse libremente al aplicar la carga, de manera que el eje longitudinal de la probeta coincida con la dirección de la carga aplicada en la línea central de las mordazas. Además, en la medida que sea posible las mordazas impedirán el deslizamiento de las probetas. En la *figura 2* se da un esquema de una mordaza apropiada.

4.3 Indicador de carga

Un mecanismo adecuado capaz de indicar la carga total de tracción soportada por la probeta. Este mecanismo estará

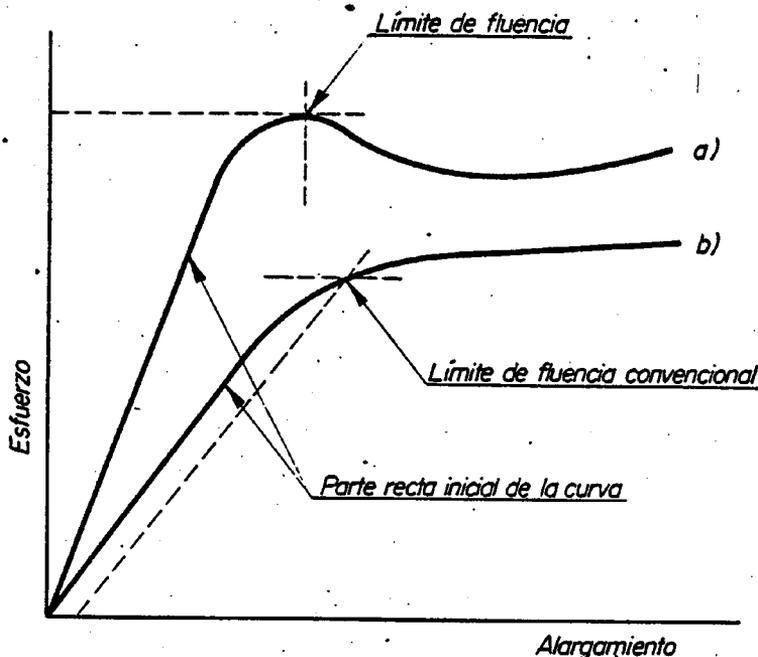


Fig. 1

3.6 Módulo de elasticidad

Es la relación entre una carga unitaria de tracción y la de-

fundamentalmente desprovisto de inercia a la velocidad de ensayo que se especifique, e indicará la carga aplicada con

una precisión del 1 % por lo menos.

4.4 Indicador de alargamiento

Como indicador de alargamiento se usará un instrumento que permita determinar en cada instante del ensayo la distancia entre las dos marcas, situadas en la parte central de la probeta. Este instrumento registrará automáticamente esta distancia o algunas de sus deformaciones en función de la carga que actúe sobre la probeta o del período de tiempo contado desde la iniciación del ensayo, o en función de ambos.

Este aparato estará libre de inercia y permitirá medir la deformación con una precisión de $\pm 0,1$ mm como mínimo.

4.5 Micrómetro

Para medir el espesor de la probeta se emplearán micrómetros provistos de un pie circular liso que aplicará sobre la probeta una presión 0,01 a 0,3 MN/m²; estos micrómetros podrán medir el espesor con una aproximación de $\pm 0,003$ mm como mínimo. Para medir la anchura de la probeta, se utilizará un microscopio micrométrico que tendrá una precisión del 1 % como mínimo.

podrán variar según la dirección de fabricación de ésta. En tales casos, se ensayarán como mínimo 5 muestras en una dirección que se supondrá dará el valor máximo, y 5 en dirección perpendicular. Estas direcciones podrán averiguarse por alguna característica visible de la película o sabiendo su método de fabricación.

Las muestras se acondicionarán y se ensayarán según la norma UNE 53 003 1^o R, a no ser que se indique otra cosa en la especificación del material.

5.1 Forma y medidas de las probetas según los parámetros a determinar

Para medir la carga unitaria de tracción y la deformación en el límite aparente de fluencia y en el punto de rotura, la muestra se cortará del material de ensayo en forma de tira de 10 a 25 mm de anchura y no menos de 150 mm de longitud. El espesor de la muestra será el espesor del material a ensayar. Las marcas de referencia se situarán sobre la parte central de la muestra y se harán con tinta u otro medio que no afecte al material a una distancia, $L_0 = 50$ mm.

Para medir el módulo de elasticidad, la muestra se cortará

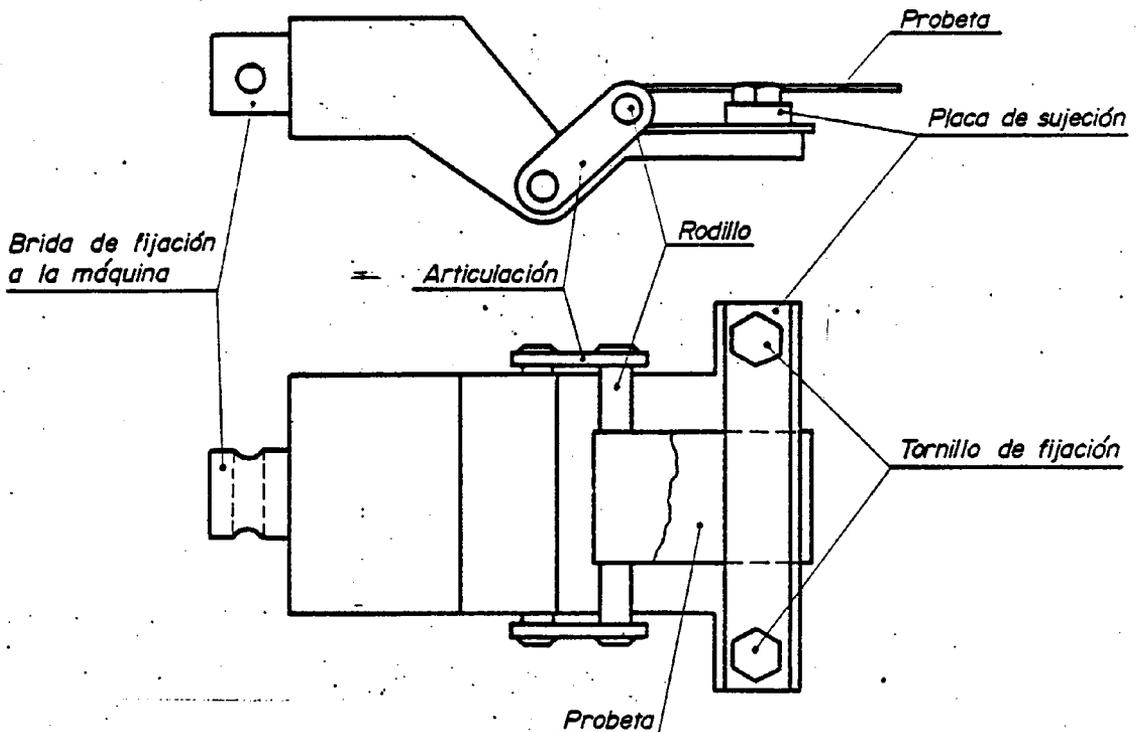


Fig. 2

5 PROBETAS

Para este ensayo se utilizarán como mínimo 5 probetas de cada muestra a ensayar.

Las propiedades de ciertos materiales en forma de película

del material de ensayo en forma de una tira de 10 a 25 mm de anchura. El espesor de la muestra será el del material a ensayar. Cuando el alargamiento se mida por la separación de las mordazas, la muestra tendrá una longitud suficiente para que la separación inicial entre aquellas sea como mínimo de 250 mm.

Cuando el alargamiento se mida con un extensómetro, la probeta será como la usada para medir la carga unitaria y no soportará el peso de aquél. Las muestras se cortarán de modo que los bordes sean uniformes y sin rebabas ni cortaduras; se recomienda examinarlas con una lupa.

6 VELOCIDAD DE ENSAYO

La velocidad de ensayo se escogerá entre las siguientes:

Velocidad A:	1 mm/min \pm 50 %
Velocidad B:	5 mm/min \pm 20 %
Velocidad C:	10 mm/min \pm 10 %
Velocidad D:	25 mm/min \pm 10 %
Velocidad E:	50 mm/min \pm 10 %
Velocidad F:	100 mm/min \pm 10 %
Velocidad G:	500 mm/min \pm 10 %

En otros casos, vendrá expresada en las especificaciones correspondientes del material.

cadadas anteriormente se utilizarán para materiales rígidos y semirrígidos, y las menores para los no rígidos.

7 PROCEDIMIENTO OPERATORIO

Si se mide el espesor y la anchura de las probetas con las precisiones indicadas anteriormente. Si el espesor de la película es muy pequeño, inferior a 0,025 mm, se determina por el método descrito en la norma UNE 53 213. A continuación, se coloca la probeta entre las mordazas, procurando alinear el eje longitudinal de la muestra y las mordazas según una línea imaginaria que une los puntos de contacto de aquellas a la máquina; las mordazas se aprietan uniforme y firmemente para evitar que la muestra se deslice durante el ensayo pero sin llegar a aplastarlas. La muestra se sujeta de modo que la distancia entre las mordazas sea de 100 mm y que las marcas de referencia estén situadas en la zona central del espacio entre mordazas. Si el alargamiento se mide por el desplazamiento de las mordazas, las probetas se situarán de modo que estén separadas 250 mm.

Si se va a determinar el módulo de elasticidad, el procedi-

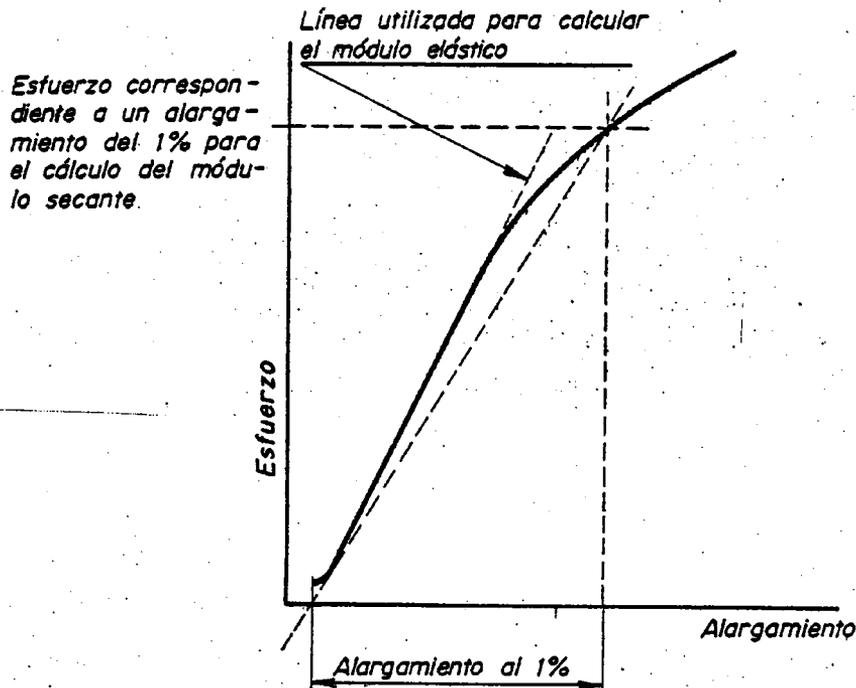


Fig. 3

Si se trata de medir el módulo de elasticidad, la velocidad de ensayo se seleccionará lo más próxima posible al 1% por minuto de la distancia inicial entre las mordazas. Si las velocidades de ensayo no son las mismas, las determinaciones del módulo de elasticidad se harán con muestras distintas a las usadas para determinar la carga unitaria y el alargamiento.

Si en las especificaciones del material no se da la velocidad de realización del ensayo, las velocidades mayores especifi-

miento es el siguiente:

Se coloca el indicador de alargamiento, a continuación se selecciona la velocidad entre las especificadas en el capítulo 6 y se pone en marcha la máquina. Se registra la carga y la deformación correspondientes en la región elástica a intervalos adecuados y aproximadamente iguales de deformación.

Si se va a determinar la carga unitaria, el límite elástico y la

resistencia a la tracción, el procedimiento es el siguiente;

Se coloca el extensómetro. Se elige la velocidad entre las especificadas en el capítulo 6 y se registra la curva *carga-alargamiento* hasta la rotura de la muestra.

Las probetas que no rompan entre las marcas de referencia o rompan en el interior de las mordazas o por algún efecto visible, deberán ser rechazadas y reemplazadas por otras.

8 CALCULOS Y EXPRESION DE LOS RESULTADOS

8.1 Alargamiento por ciento (A)

El alargamiento en porcentaje según se define en el apartado 3.2, se podrá calcular mediante el diagrama *carga-alargamiento*, para el momento del ensayo que se considere, aplicando la fórmula siguiente:

$$A = 100 \frac{L - L_0}{L_0}$$

8.2 Carga unitaria (R)

Se obtendrá dividiendo la carga (F), en el momento del ensayo que se considere, por la sección inicial (S_0), según la fórmula siguiente:

$$R = \frac{F}{S_0}$$

Los resultados se expresarán en kgf/cm^2 o en MN/m^2 , con dos cifras significativas.

8.3 Carga unitaria en el límite de fluencia (R_e)

Se puede determinar, tomando el valor máximo de la carga, correspondiente a la parte recta de la curva *carga-alargamiento*, y dividiéndolo por la sección recta inicial (S_0). Cuando esto resulte difícil, se determinará la *carga unitaria* correspondiente a una deformación permanente que se establezca. La fórmula que se aplicará es la siguiente:

$$R_e = \frac{F}{S_0}$$

8.4 Resistencia a la tracción (R ó R_m):

La resistencia a la tracción se determinará dividiendo la carga máxima (F_m) a que haya sido sometida la probeta por la sección recta inicial S_0 . Cuando pueda confundirse con otras *cargas unitarias*, se expresará como R_m , según la fórmula siguiente:

$$R_m = \frac{F_m}{S_0}$$

8.5 Módulo de elasticidad (E)

Para calcular el módulo de elasticidad se tomará el valor máximo de la *carga unitaria*, correspondiente a la parte recta de la curva *carga-alargamiento*, y se divide por la deformación unitaria que haya tenido la probeta.

8.5.1 Módulo secante al 1 %. Se prolongará la parte recta inicial de la curva hasta su intersección con el eje de alargamientos, como se indica en la figura 2. Este punto de intersección es el origen a partir del cual se calcula la *carga unitaria* correspondiente a una deformación del 1 %. Para determinar el *módulo secante al 1 %*, se divide la *car-*

ga unitaria por el *alargamiento unitario* del 1 %, que en este caso vale 0,01.

Los resultados se expresarán en kgf/cm^2 o en MN/m^2 , con dos cifras significativas.

Todos los valores determinados en los capítulos anteriores serán la media aritmética de los obtenidos con las cinco probetas ensayadas.

Si es necesario, se calculará la desviación típica con dos cifras significativas por la fórmula siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{x^2 - n \bar{x}^2}{n - 1}}$$

donde:

σ = Desviación típica.

x = Valor de una determinación cualquiera.

\bar{x} = Media aritmética de una serie de medidas.

n = Número de ensayos.

9 INFORME

En el informe se harán constar los datos siguientes:

- Identificación completa del material.
- Espesor de las probetas.
- Anchura de las probetas.
- Tipo de acondicionamiento empleado.
- Condiciones atmosféricas del laboratorio.
- Número de muestras ensayadas.
- Velocidad de ensayo
- Límite elástico, R_e .
- Carga unitaria de resistencia a la tracción, R_m .
- Tanto por ciento de alargamiento en el límite aparente de elasticidad;
- Tanto por ciento de alargamiento en el punto de rotura.
- Módulo de elasticidad.
- Módulo secante a la deformación que se especifique.
- Desviación típica de los resultados.
- Fecha del ensayo.

10 NORMAS PARA CONSULTA

UNE 53 003 1ª R - *Materiales plásticos. Acondicionamiento.*

UNE 53 213 - *Materiales plásticos. Determinación del espesor de películas de materiales plásticos.*

11 CORRESPONDENCIA

Esta norma concuerda parcialmente con la Recomendación ISO R 1184

Materiales plásticos
Materiales de polietileno
Características y ensayos

UNE
53188

1. Objeto

Esta norma tiene por objeto definir las características y los ensayos de los polímeros de etileno.

2. Generalidades

Los polímeros de etileno se caracterizan por un sistema de clasificación basado en los tipos principales de polímeros y en sus aplicaciones funcionales.

3. Características

Los polímeros de etileno en la forma de granza o polvo de moldeo tendrán el tamaño y la composición uniformes y estarán de acuerdo con las características siguientes.

3.1 Tipo de polímero. Son los polímeros y copolímeros de etileno que no contengan más del 5 % (molar) de comonomero α -olefínico sin ningún otro grupo funcional y mezclas de tales polímeros.

3.2 Densidad nominal. Los valores de la densidad nominal serán los siguientes:

Baja densidad	tipo X hasta 0,930 g/ml
Media densidad	tipo Y de 0,931 a 0,940 g/ml
Alta densidad	tipo Z más de 0,940 g/ml

La tolerancia de densidad para los tipos X e Y será de $\pm 0,003$ g/ml y para el tipo Z será de $\pm 0,004$ g/ml.

3.3 Índice de fluidez. Los valores del índice de fluidez serán los siguientes:

Tipo 1:	< 0,2 g/10 min ± 30 %
Tipo 2:	0,2 a 1 g/10 min ± 30 %
Tipo 3:	1,0 a 10,0 g/10 min ± 20 %
Tipo 4:	10,0 a 25,0 g/10 min ± 20 %
Tipo 5:	> 25,0 g/10 min ± 20 %

3.4 Grado de contaminación. El material tendrá una coloración uniforme y deberá estar exento de materiales extraños que contaminen su pureza.

3.5 Contenido en volátiles. El contenido máximo en volátiles de los materiales de polietileno será inferior a 0,5 %.

3.6 Contenido en cenizas. El contenido máximo en cenizas para los polímeros de etileno será de $0,05 \pm 0,005$ %, exceptuando los tipos que llevan aditivos especiales.

4. Modificaciones

Los aditivos, cargas, etc., que podrán contener los polímeros de etileno son los siguientes:

Tipo natural (N).—Es el material que no tiene una modificación especial para determinados usos.

Tipo negro (B).—Es el material que está protegido con negro de humo contra la exposición a la intemperie.

Tipo especial (M).—Es el material que tiene una estabilización especial y/o un sistema de aditivos.

5. Aplicaciones finales

Los polímeros de etileno se clasificarán por su aplicación de la forma siguiente:

a) Aplicaciones en polvo (P).

Continúa

- b) Cables (C).
- c) Filme (F).
- d) Moldeo por inyección (I).
- e) Moldeo por extrusión general (E).
- f) Monofilamentos (M).
- g) Rafia artificial (RA).
- h) Recubrimientos (R).
- i) Soplado (S).
- j) Tuberías (T).

6. Designación

Los polímeros de etileno descritos en esta norma se identificarán por una letra que indique su densidad, un número que indique el valor del índice de fluidez, una o más letras que indiquen la modificación o modificaciones, una o más letras que indiquen la aplicación o aplicaciones generales y la referencia a esta norma.

Ejemplo. Un homopolímero de etileno de densidad 0,918 g/ml, índice de fluidez 3, empleado para filme, sin ninguna modificación especial se designará:

X-3-F-N UNE 53 188

7. Métodos de ensayo

7.1 Densidad. La densidad se determinará de acuerdo con la norma UNE 53 020 1.ª R por el método de columna de gradiente. Esta determinación se realizará sobre una muestra preparada según la norma UNE 53 195, a la que se habrá de dar el tratamiento que se indica a continuación.

7.1.1 Tratamiento térmico de la muestra para determinar la densidad. La densidad de una muestra de polietileno está fuertemente influenciada por su historia térmica, y aunque la medida de la densidad es relativamente simple, el método de preparación de la muestra y en particular su velocidad de enfriamiento, han de ser cuidadosamente controlados.

Este tratamiento térmico se lleva a cabo con planchas de forma cuadrada de 150 mm de lado y un espesor de como mínimo 1,5 mm, preparadas según la norma UNE 53 195. Estas planchas se colocarán en un marco de 150 mm de lado interior que puede ser el mismo en que se han moldeado y podrán apilarse de la forma siguiente: El marco con la plancha se coloca entre 2 láminas de aluminio de un tamaño adecuado y 1,5 mm de espesor con sus superficies perfectamente pulidas; la lámina superior deberá tener la forma de cuadrado de 145 mm de lado. Este conjunto, marco y láminas de aluminio, se considera una unidad de recocido, pudiéndose apilar como máximo 5 unidades.

Este conjunto se coloca en estufa de circulación de aire, capaz de mantener una temperatura de $150^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$, provista de un dispositivo para disminuir las temperaturas de la estufa a una velocidad constante de $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ} \text{C/h}$ hasta 40°C .

Después que la estufa ha alcanzado la temperatura de $150^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ se mantiene el conjunto a dicha temperatura durante 2 h; transcurridas las cuales, se comienza a enfriar a la velocidad de 5°C/h . Las probetas se retiran cuando la temperatura de la estufa alcanza el valor de 40°C ; se aconseja usar un sistema que controle la variación de la temperatura por unidad de recorrido; para ello se coloca sobre éste un elemento sensible a la temperatura.

Se cortarán dos probetas de la lámina así tratada que estarán libres de huecos, grasa, polvo, grietas o rugosidades que puedan causar la adherencia de burbujas de aire en su superficie.

Con estas probetas se determina la densidad en la columna de gradiente; la densidad nominal, empleada en esta norma, se obtiene de la fórmula:

$$D_N = 0,793 D_C + 0,188$$

En donde:

D_N = Densidad nominal en g/ml

D_C = Densidad obtenida por el método de la columna de gradiente

7.2 Índice de fluidez. Este ensayo se realizará según la norma UNE 53 098 1.ª Revisión.

7.3 Contenido en volátiles. Este ensayo se hará de acuerdo con la norma UNE 53 135.

7.4 Contenido en cenizas. Este ensayo se hará de acuerdo con la norma UNE 53 090.

Continúa

8. Normas para consulta

- UNE 53 020 1.ª R - Determinación del peso específico de los materiales plásticos.
- UNE 53 090 Materiales plásticos. Determinación del contenido en cenizas.
- UNE 53 098 1.ª R - Determinación del índice de fluidez del polietileno y compuestos de polietileno.
- UNE 53 272 Materiales plásticos. Determinación del contenido en materias volátiles.
- UNE 53 195 Materiales plásticos. Moldeo por compresión de planchas de materiales plásticos.

9. Correspondencia

Esta norma concuerda parcialmente con la BS 3 412 (1966) y con la ISO R 1 872.

Materiales plásticos
Determinación de la resistencia al rasgado
de películas de materiales plásticos

UNE
53 220

Medidas en mm

1. Objeto

Esta norma tiene por objeto describir un método de ensayo para determinar la resistencia a la propagación de un rasgado de películas de materiales plásticos.

2. Generalidades

Debido a su procedimiento de fabricación, las películas de materiales plásticos son anisótropas. La resistencia a la propagación del rasgado varía en las distintas direcciones. Por ello, cuando se trata de películas fabricadas por extrusión-soplado, se tomarán dos series de probetas de forma que la dirección del corte inicial coincida, en un caso, con la dirección de salida de la máquina, y, en otro, con la dirección transversal a ésta.

3. Probetas

3.1 **Forma y medidas.** Para este ensayo se utilizarán 10 probetas, 5 cortadas en una de las direcciones de fabricación y las otras 5 en dirección perpendicular a la anterior. La forma y medidas de la probeta se dan en la figura 1.

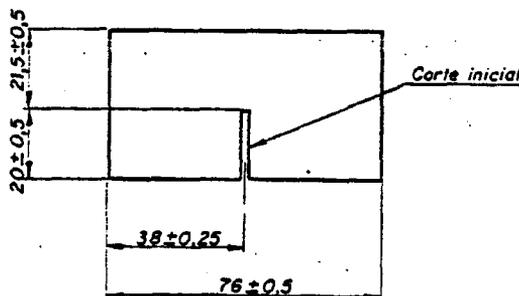


Fig 1

Las probetas se acondicionarán antes del ensayo a $20^{\circ} \pm 2^{\circ}C$, a menos que se indique otra cosa en las características del material. Cuando se ensayen películas sensibles a la humedad, los ensayos se realizarán en atmósferas con $65 \pm 5\%$ de humedad relativa.

4. Métodos de ensayo

El ensayo consiste en determinar la fuerza necesaria para propagar por rasgado un corte, inicialmente hecho en una probeta, a lo largo de una distancia determinada. La fuerza para producir el rasgado es aplicada mediante un péndulo de unas determinadas características.

5. Aparatos necesarios

Para la realización de este ensayo se emplearán los aparatos siguientes:

5.1 **Máquina de ensayo.** La máquina de ensayo será un aparato Elmendorf que estará constituido por un péndulo, cuya masa oscilante es un sector circular provisto en su borde exterior de una escala graduada y en su extremo interior de una mordaza. El elemento fijo del péndulo irá provisto de otra mordaza, que cuando el péndulo está bloqueado deberá quedar alineada con la mordaza del sector. Las medidas B y C (véase la figura 2) de la superficie de sujeción de cada mordaza, no serán menores de 15 y 13 mm, respectivamente; la medida A (véase la figura 2) estará comprendida entre 9 y 13 mm. El péndulo estará provisto de un mecanismo de sujeción y desenganche y llevará un peso adicional por si fuera necesario modificar la energía del péndulo.

Continúa

Instituto Nacional de Racionalización y Normalización (IRANOR) - Serrano, 150, Madrid (6) - Teléfono 261 70 00 y (9-8-7-6)

5.1.1 Calibrado del aparato. Antes de iniciar una serie de ensayos, se deberá corregir el cero del aparato. Para ello, se suelta el péndulo sin probeta alguna y cuando retorna a su primitiva posición, la aguja deberá marcar en la escala graduada el valor 0; de no ser así, el aparato se ajustará con el tornillo correspondiente hasta que al repetir la operación anterior la aguja marque cero.

2.5 Micrómetro. Un micrómetro para medir el espesor u otro sistema de medida que tenga una precisión de $\pm 0,0025$ mm.

5.3 Plantilla. Una plantilla para cortar las probetas con la forma especificada en la figura 1.

5.4 Cuchilla. Una cuchilla para efectuar el corte inicial de la probeta.

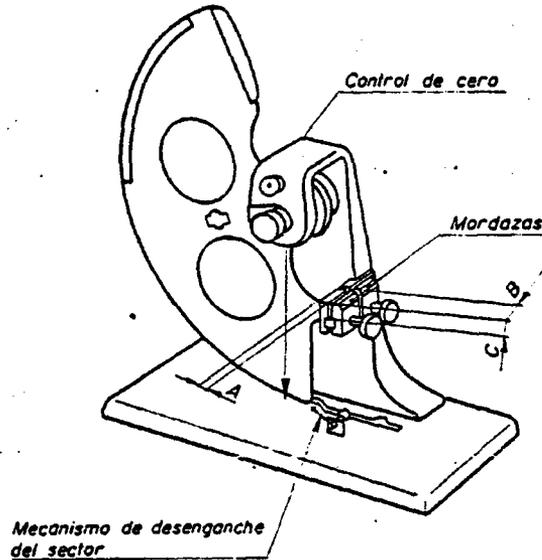


Fig 2

6. Procedimiento operatorio

Se mide el espesor de la probeta, efectuando las medidas en varios puntos adyacentes a la superficie que va a ser desgarrada y se calcula la media aritmética de los valores obtenidos.

Después de colocar las probetas entre las mordazas, de forma que el corte inicial quede en el centro de las mismas, la aguja se sitúa en su posición tope, se suelta el péndulo y se anota el valor que indica la aguja en la escala graduada. Todos los valores en los que el desgarro se desvíe de la dirección de precorte un ángulo superior a 5° , se rechazan.

Si la energía requerida para desgarrar la probeta es mayor del 60% del valor máximo que la escala puede dar, se coloca en el péndulo el peso adicional y se hacen nuevos ensayos. Si la energía de desgarro obtenida en estas nuevas determinaciones es superior al 60% de la lectura máxima de la escala, la resistencia al desgarro de estas probetas es demasiado elevada para medirla con este aparato.

7. Obtención de resultados

La resistencia a la propagación de un rasgado, expresada en kilogramos fuerza por milímetro de espesor de la película, se calculará por la fórmula siguiente:

$$r = \frac{32 \times S}{e} \times f$$

En donde:

r = Resistencia a la propagación del rasgado

S = Valor de la lectura, en kilogramos fuerza

e = Espesor de la probeta, en milímetros.

f = Factor de corrección correspondiente al peso adicional del aparato, si dicho peso hubiera sido utilizado. Si no se utiliza, su valor es 1.

El resultado será la media aritmética de todos los valores obtenidos en el ensayo.

Continúa

8. Informe

En el informe se hará constar:

- a) La media aritmética de la resistencia a la propagación del desgarro y los valores extremos registrados en el ensayo.
- b) La dirección del precorte respecto a la dirección de la fabricación de la película.
- c) El espesor de las probetas.
- d) El acondicionamiento de las probetas.

9. Correspondencia con otras normas

Esta norma concuerda parcialmente con la B. S. 2 782, apartado 308 B.

Materiales plásticos

Determinación del índice de fluidez del polietileno y de sus compuestos

UNE
53 098
1.ª Revisión

1. Objeto

Esta norma tiene por objeto describir los procedimientos para determinar la fluidez del polietileno fundido y de sus compuestos, en condiciones especificadas de temperatura y presión.

2. Generalidades

La fluidez de los altos polímeros depende de la velocidad de cizallamiento. En el ensayo descrito en esta norma son mucho más pequeños que los usados en condiciones normales de fabricación y, por tanto, los datos obtenidos por este método para distintos compuestos de polietileno pueden no correlacionarse siempre con su comportamiento en el uso real. Sin embargo, donde exista correlación, este método es útil para la inspección de la calidad.

3. Definiciones.

3.1 *Índice de fluidez.* Es el peso, en gramos, de producto fundido y extraído durante 10 min a 190°C, a través de una boquilla de $8 \pm 0,025$ mm de longitud y un diámetro interno medio de $2,095 \pm 0,005$ mm, por presión de un pistón con una carga especificada.

4. Toma de muestras

Las muestras podrán ser gránulos, polvo, piezas moldeadas, piezas trituradas o de otra forma cualquiera, con tal de que se puedan introducir en el cilindro del aparato utilizado en los ensayos.

5. Método de ensayo

El polietileno contenido en un cilindro metálico vertical, se extruye a través de una boquilla mediante un pistón cargado y en condiciones de temperatura perfectamente controladas.

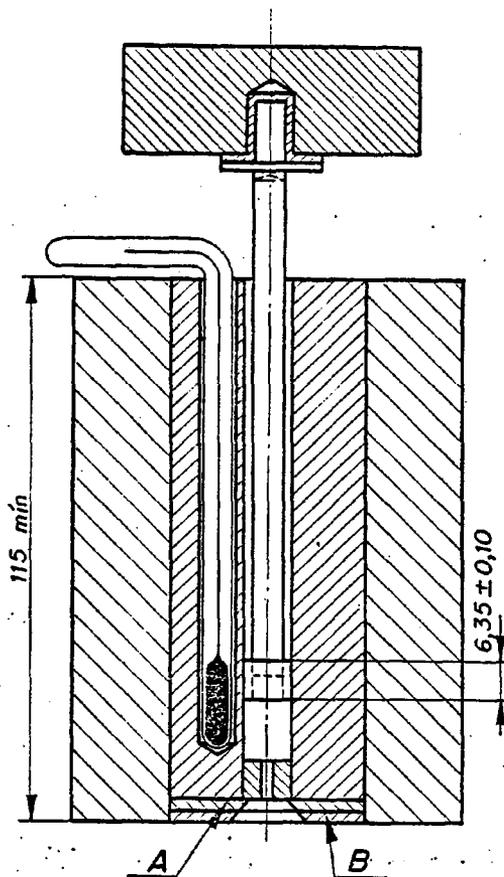


Fig. 1

Continúa

6. Aparatos necesarios

El aparato utilizado en los ensayos es, en esencia, un plastómetro de extrusión (véase la figura 1).

Las partes esenciales del aparato son las siguientes:

6.1 Cilindro. Un cilindro de acero suave, fijado en posición vertical y adecuadamente revestido para operar a 190°C . El cilindro tendrá 115 mm de longitud como mínimo y un orificio interior comprendido entre 9,5 y 10 mm, uniforme a lo largo de su longitud, para cumplir los requisitos del apartado 6.2. La base del cilindro estará aislada térmicamente, si el área de metal expuesto excede de 4 cm^2 .

6.2 Émbolo. El émbolo será de acero duro y tendrá una longitud al menos igual a la del cilindro. El eje del cilindro y el eje del pistón deberán coincidir, y por ello la longitud útil del émbolo deberá ser de 135 mm. Tendrá una porción terminal o base que tenga una longitud de $6,35 \pm 0,10\text{ mm}$ y un diámetro tal que presente un juego de $0,75 \pm 0,015\text{ mm}$ a lo largo de la longitud de trabajo del cilindro.

El borde inferior de la base del émbolo tendrá un radio de 0,4 mm y tendrá matado el borde superior. Por encima de la porción última o base del émbolo el vástago tendrá 9 mm de diámetro aproximadamente. Podrá añadirse un espárrago en la parte superior del émbolo para soportar la carga, pero el émbolo estará aislado térmicamente de esta carga.

6.3 Carga. Una carga para la parte superior del émbolo. El peso conjunto de la carga y el émbolo será de 2160 g y tendrá una tolerancia de $\pm 0,5\%$ de dicho peso (véase el capítulo 10).

6.4 Calentador. Un calentador para mantener el polietileno en el cilindro a una temperatura constante de $190^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Se recomienda el control automático de la temperatura.

6.5 Medidor de temperatura. Un dispositivo para medir la temperatura situado tan próximo a la boquilla como sea posible, pero dentro del cuerpo del cilindro. Este dispositivo de medida estará calibrado de modo que permita medir la temperatura con una aproximación de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$.

6.6 Boquilla. Una boquilla de $8 \pm 0,025\text{ mm}$ de longitud y un diámetro interno medio de $2,095 \pm 0,005\text{ mm}$, fabricada de acero duro, como se representa en la figura 2. La boquilla no debe sobresalir de la base del cilindro.

6.7 Boquilla adicional. Una boquilla adicional, fabricada en acero duro de $8 \pm 0,025\text{ mm}$ de longitud y entre 1,160 y 1,200 mm, con tolerancia de $\pm 0,005\text{ mm}$ de diámetro medio interno.

La boquilla no deberá sobresalir de la base del cilindro. Todas las superficies que estén en contacto con el polímero deberán presentar una superficie pulimentada.

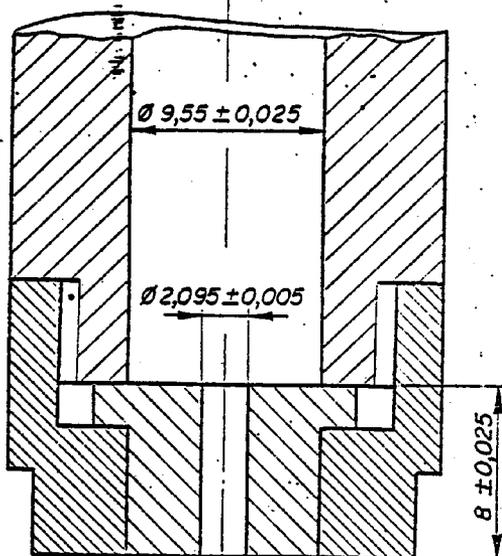


Fig. 2

7. Limpieza y conservación del aparato

El aparato se limpiará después de cada ensayo. Para separar el polietileno de la superficie, o al manipular cualquier parte del aparato, no se usarán abrasivos o materiales que puedan dañar la superficie del émbolo, cilindro o boquilla.

El xileno y el tetrahidronaftaleno son disolventes apropiados para limpiar el aparato. El pistón y el cilindro deberán limpiarse cuando aún estén calientes, con un paño de felpa empapada en el disolvente. La boquilla se limpiará mediante un escorridor de latón o un taco de madera que ajuste bien, seguido de la inmersión de la boquilla en un disolvente en ebullición.

Para aparatos en uso constante se recomienda proceder a intervalos bastante frecuentes, por ejemplo una vez a la semana, a separar la plancha de aislamiento y la plancha que sujeta a la boquilla (véase la figura 1) y limpiar el cilindro completamente.

8. Procedimiento operatorio

8.1 Método A. El método A se aplica a materiales de polietileno cuyo índice de fluidez se presupone entre 0,15 y 25. Una vez limpio el aparato, antes de empezar una serie de ensayos, la temperatura del cilindro y del émbolo deben ser de $190^{\circ} \pm 0,5^{\circ} \text{C}$ durante 15 min, temperatura que debe mantenerse durante la extrusión del polietileno (véase el capítulo 10).

Para medir la temperatura se recomienda el uso de un termómetro de mercurio colocado permanentemente dentro de la masa del cilindro.

Si se usa cualquier otro dispositivo para medir la temperatura, antes del comienzo de cada serie de ensayos se calibra ésta a $190^{\circ} \pm 0,5^{\circ} \text{C}$, con respecto a un termómetro de mercurio colocado en el cilindro y sumergido en polietileno hasta una profundidad adecuada.

Se introduce en el cilindro una porción de la muestra de ensayo, de acuerdo con la tabla 1, y el émbolo descargado se introduce por la parte superior del cilindro 4 min después de introducir la muestra, durante cuyo tiempo la temperatura del cilindro debe ser de $190^{\circ} \pm 0,5^{\circ} \text{C}$. Se coloca la carga sobre el émbolo para extruir el polietileno a través de la boquilla. La velocidad de extrusión se mide cortando la parte extruida en la boquilla, a intervalos regulares de tiempo, con un instrumento adecuado obteniendo trozos cortos de material extruido que se designan con el nombre de cortes.

Los intervalos de tiempo a que se debe obtener cada corte se dan en la tabla siguiente:

Índice de fluidez que se presupone	Peso de la muestra g	Intervalo de tiempo s
0,15 a 1,0	3 a 4	240
1,0 a 3,5	4 a 5	60
3,5 a 10	6 a 8	30
10 a 25	6 a 8	20

Deben tomarse varios cortes dentro de los primeros 20 min después de la introducción de la muestra en el cilindro. Se desprecia el primer corte, así como cualquier otro que contenga burbujas de aire. Los cortes sucesivos, que deben ser al menos 3, se pesan individualmente con la aproximación de 1 mg y se determina el peso medio; si la diferencia entre los valores máximo y mínimo de los pesos individuales, excede del 10% del valor medio, se desprecian los resultados del ensayo y se repite éste con una nueva porción de la muestra.

8.2 Método B. El método B se aplica a materiales de polietileno cuyo índice de fluidez se presupone entre 25 y 250. Este método es igual al método A, con la excepción que se usa la boquilla adicional una vez calibrada. El intervalo de tiempo entre cortes debe ser de 30 s y el peso de la muestra de ensayo para la carga del cilindro debe ser de 6 a 8 g.

8.2.1 Calibrado de la boquilla adicional. Esta boquilla está diseñada de modo que suministra una velocidad de extrusión aproximadamente equivalente a 1/10 de la velocidad obtenida con la boquilla normal.

El factor exacto de conversión se determina extruyendo una muestra de índice de fluidez comprendido entre 7 y 10, usando primero la boquilla normal y después la boquilla adicional.

El factor de conversión se determina por la relación existente entre el peso medio de los cortes cuando se usa la boquilla normal, con un intervalo de tiempo de 3 s y el peso medio de los cortes usando la boquilla adicional con un intervalo de tiempo de 30 s. La muestra usada para determinar el factor de conversión se homogeneiza en caliente, por ejemplo sobre una calandra, y debe contener un antioxidante.

9. Obtención de los resultados

9.1 Método A. El índice de fluidez se determinará aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Índice de fluidez} = \frac{G \times 600}{t}$$

Siendo:

G = Peso medio de cortes, en gramos.

t = Intervalo de tiempo, en segundos.

El índice de fluidez se dará con dos cifras significativas.

Continúa

9.2 Método B. El índice de fluidez se determinará aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Índice de fluidez} = \frac{G \times 800}{t} \times f$$

Siendo:

G = Peso de los cortes, en gramos.

t = Intervalo de tiempo, en segundos.

f = Factor de conversión de la boquilla adicional.

El índice de fluidez se dará con dos cifras significativas.

10. Observaciones

Para materiales de índice de fluidez más bajo de 0,15, se mantendrá una temperatura de $190^{\circ} \pm 0,5^{\circ} \text{C}$, y el peso conjunto de la carga y el émbolo será de 5 000 g.

11. Correspondencia

Esta norma concuerda esencialmente con la Recomendación ISO R-292.

3.- ANALISIS DE LA SITUACION EN LA COSTA DE ALMERIA

3.1.- GENERACION DE RESIDUOS

Tres son las variables que fijan el volumen total de re siduos de filme de polietileno que se generan actualmente en la zona:

3.1.1.- Superficie total cubierta

3.1.2.- Plástico utilizado por unidad de superficie

3.1.3.- Frecuencia de renovación del plástico

3.1.1.- Superficie cubierta

En primer lugar ha de considerarse el factor extensivo, constituido por la superficie total cubierta, cuya evolución desde 1968 y su situación en 1983, se muestra en las tablas núms. 4 y 5.

Tabla n° 4.- EVOLUCION DE LA SUPERFICIE DE CULTIVO BAJO ABRIGO EN LA PROVINCIA DE ALMERIA

<u>Año</u>	<u>ha.</u>
1968	30
1971	1.114
1976	3.440
1980	7.150
1982	8.900
1983	9.450

(Fuente: "Análisis socio-económico de los cultivos bajo abrigo en la provincia de Almería", José A. Santorromán, Andrés García Sola, Febrero de 1984).

Tabla n° 5.- DISTRIBUCION POR COMARCAS Y TERMINOS MUNICIPALES DE LA SUPERFICIE PROTEGIDA EN 1983

<u>Comarca</u>	<u>Término municipal</u>	<u>ha. bajo abrigo</u>
III Bajo Almanzora	Pulpi	35
	Cuevas del Almanzora	<u>25</u>
	Total	60
VII Campo de Dalías	Roquetas de Mar	1.430
	Vicar	1.220
	Félix	690
	El Ejido	4.610
	Dalías	50
	Berja y Balanegra	120
	Adra	<u>440</u>
Total	8.560	
VIII Campo de Níjar y Bajo Andarax	Níjar	420
	Almería	<u>410</u>
	Total	830
Total provincial		9.450

3.1.2.- Plástico utilizado por unidad de superficie

El segundo factor que debe considerarse es la cantidad de plástico utilizado por unidad de superficie. Es este un parámetro que varía según el tipo de plástico empleado. Este es muy diferente según la aplicación sea acolchamiento, túneles o invernaderos; pero incluso dentro de una misma aplicación se emplean plásticos de características distintas.

La práctica totalidad de la superficie cubierta con plástico en la provincia se trata de superficie de invernadero. Teniendo en cuenta además que la cantidad de plástico por hectárea en el caso de invernaderos es muy superior a las otras dos aplicaciones, no se comete un error apreciable al considerar únicamente la superficie de invernaderos.

En los invernaderos almerienses se están utilizando fundamentalmente tres tipos de plásticos:

- Polietileno de 400 galgas, normal o especial, cuya duración es de 1 campaña.
- Polietileno de larga duración, de 720 galgas, que dura dos campañas.
- Polietileno térmico de larga duración, de 800 galgas, y también de duración de 2 campañas.

Las características de estos plásticos es conforme a la norma UNE 53-328 que se adjunta en el anterior capítulo.

Grado de aplicación de cada tipo:

Según datos suministrados por la Delegación Territorial de Agricultura de la provincia, el grado de aplicación de cada uno de los tipos en las campañas más recientes ha sido el siguiente:

- Polietileno 400 galgas 30%
- Polietileno larga duración 720 galgas 50%
- Polietileno térmico larga duración 800 galgas 20%

3.1.3.- Período de renovación del plástico

Como ya se ha indicado anteriormente, la duración de cada uno de los tipos anteriores es la siguiente:

- Polietileno 400 galgas 1 campaña
- Polietileno larga duración 720 galgas 2 campañas
- Polietileno térmico larga duración 800 galgas . 2 campañas

A los efectos anteriores el significado del término campaña agrícola es el siguiente:

- 1 Campaña equivale a ocho meses y medio de duración en Almería, contados a partir del 1 de Septiembre, - equivalente a una radiación solar total de 90 Kcal/cm^2 (90 Kangleys).
- 2 Campañas equivalen a 20 meses y medio de duración - en Almería, contados a partir del 1 de Septiembre del primer año, equivalente a una radiación solar total de 235 Kcal/cm^2 (235 Kangleys).

Cálculo del tonelaje total generado anualmente:

Para el cálculo del volumen de plástico generado anualmente aplicaremos los valores de los apartados anteriores, obteniendo así:

$$T = S \times (A_1 \times d_1 \times t_1 + A_2 \times d_2 \times t_2 + A_3 \times d_3 \times t_3)$$

$$T = 9.450 \times (0,3 \times 2,1 \times 1 + 0,5 \times 2,1 \times 0,5 + 0,2 \times 2,1 \times 0,5)$$

$$T = 12.899 \text{ tm/año}$$

siendo:

S : Superficie total de invernadero (ha)

A₁ : Fracción de la superficie cubierta con plástico tipo 1

d₁ : Toneladas por ha utilizadas de plástico tipo 1

t₁ : Fracción de la superficie renovada anualmente para plástico 1.

3.2.- CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS

El sometimiento a la intemperie y muy especialmente a la fuerte radiación solar que recibe la zona de Almería durante todo el año, afecta de forma importante a los plásticos de los invernaderos, degradándolos en sus propiedades.

A continuación se da la tabla n° 6, en la que se indica la radiación solar en la zona de Almería.

Tabla n° 6.- RADIACION SOLAR EN LA ZONA DE ALMERIA

<u>Mes</u>	<u>Kcal/m² x día</u>
Octubre	5.571
Noviembre	4.532
Diciembre	4.149
Enero	4.410
Febrero	4.988
Marzo	5.097
Abril	6.370
Mayo	7.231
Promedio	5.294

(Fuente: Revista Plásticos Modernos, Número 320, Febrero 83).

Dependiendo del tipo de plástico utilizado, su exposición a la radiación solar y a los vientos de la zona, la renovación de los plásticos debe realizarse en una o como máximo, en dos campañas agrícolas)

3.3.- GESTION ACTUAL DE LOS RESIDUOS

El indudable beneficio que el desarrollo de los cultivos bajo invernadero ha supuesto para la zona de Almería, no ha estado absolutamente libre de inconvenientes. El volumen de residuos de plástico ha experimentado un crecimiento rapidísimo, sin que de forma paralela se haya llevado a cabo un plan adecuado para la gestión de estos residuos, lo que ha originado una serie de problemas medioambientales, que si bien no han llegado a alcanzar niveles excesivamente graves, es necesario afrontar de cara al futuro.

Hasta fecha muy reciente, al llegar el momento de sustituir el plástico, envejecido tras una o dos campañas de exposición a la intemperie, la solución adoptada por la práctica totalidad de los agricultores de la zona consistía en amontonarlo y quemarlo a pie de parcela, con la consiguiente emisión de gases, entre ellos algunos tóxicos, y el ataque a la atmósfera que ello acarrea.

A causa de los vientos que con frecuencia sufre la zona, parte de los filmes amontonados eran arrastrados, creando no solo un efecto estético deplorable, sino con frecuencia una situación de peligro, especialmente para los conductores de la carretera nacional Almería-Málaga, que atraviesa la zona.

A lo largo de los dos o tres últimos años se ha venido produciendo un cambio en esta situación. Algunos chatarreros de la zona han comenzado a comprar estos residuos, que tras ser prensados y empacados se mandan a las industrias recuperadoras de las zonas de Valencia y Barcelona.

La recogida es efectuada muchas veces por grupos familiares a quienes el agricultor cede el plástico usado por el hecho de recogerlo. Este plástico es comprado por los chatarreros de la zona, quienes durante el año 1984 han venido pagando alrededor de 5 pts/kg por el plástico puesto a pie de empacadora.

3.4.- PREVISIONES DE EVOLUCION

Existe un conjunto diverso de factores que se han de tener en cuenta para hacer una previsión de la tendencia que en los próximos años experimentará la generación y gestión de los residuos de plásticos de invernaderos.

En lo referente a la superficie de cultivo, es claro - que el ritmo de crecimiento no continuará siendo el mismo que el de los últimos años. El problema del agua en la zona y la prohibición de apertura de nuevos pozos impedirá la puesta en cultivo de zonas extensas que si no fuera por ésto, serían adecuadas para la instalación de invernaderos.

Al mismo tiempo debe considerarse que la producción de productos hortícolas de la zona no puede crecer de modo indefinido. Las medidas proteccionistas que la CEE impone contra la entrada de productos procedentes de España limitan extraordinariamente el mercado, y hasta que no desaparezca la incertidumbre sobre nuestra entrada en la Comunidad, y las condiciones en que ésta se realizará, el crecimiento de la producción será muy inferior al de la última década.

En lo relativo a la cantidad de plástico generado por ha., es de esperar que en los próximos años continúe aumentando el porcentaje de utilización del polietileno de 720 galgas, que ya alcanza el 50%, en perjuicio del de 400 galgas. Esto se traducirá en una disminución del tonelaje generado anualmente por hectarea, debido a la duración de dos campañas del de 720 galgas, frente a la única campaña que dura el de 400.

Finalmente el tercer factor que afectará al volumen total de residuo generado es el relativo a la evolución del precio del polietileno virgen. En la tabla n° 7 se muestra cual ha sido la tendencia en este sentido durante los últimos años.

Tabla nº 7.- EVOLUCION DEL PRECIO DEL POLIETILENO VIRGEN
(Ptas/kg)

Fecha	(400 galgas)		(720 galgas) Larga duración	(800 galgas) térmico lar ga duración
	Normal	Especial		
01/01/82	146	156	162	186
15/05/82	149	159	167	189
02/07/82	152	162	170	192
01/12/82	166	176	186	209
05/05/83	169	179	195	215
13/06/83	175	185	206	227
01/11/83	194	204	215	237
01/01/84	205	215	230	255
01/05/84	210	220	255	275
31/05/84	223	233	263	282

(Fuente: Delegación Territorial de Agricultura de Almería)

Esta subida constante y rápida de los precios del filme de polietileno ha de tener necesariamente dos efectos. Por una parte conducirá, junto a las otras causas ya indicadas, a una contracción del ritmo de crecimiento de la superficie de invernadero en la zona; y, por otra a un mayor interés por parte de las industrias recuperadoras en la utilización de los plásticos envejecidos como materia prima para la elaboración de productos de segunda calidad, que les eviten tener que utilizar polietileno virgen (bolsas, tuberías ...).