

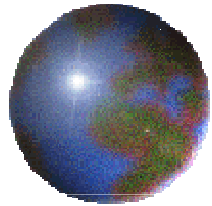


**FACULTAD  
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires



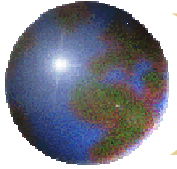
***Departamento de Ingeniería Mecánica***



***Tecnología Mecánica I***

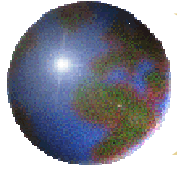
***67.15***

***Unidad 3b: Formación de la viruta  
y Fuerzas de Corte***



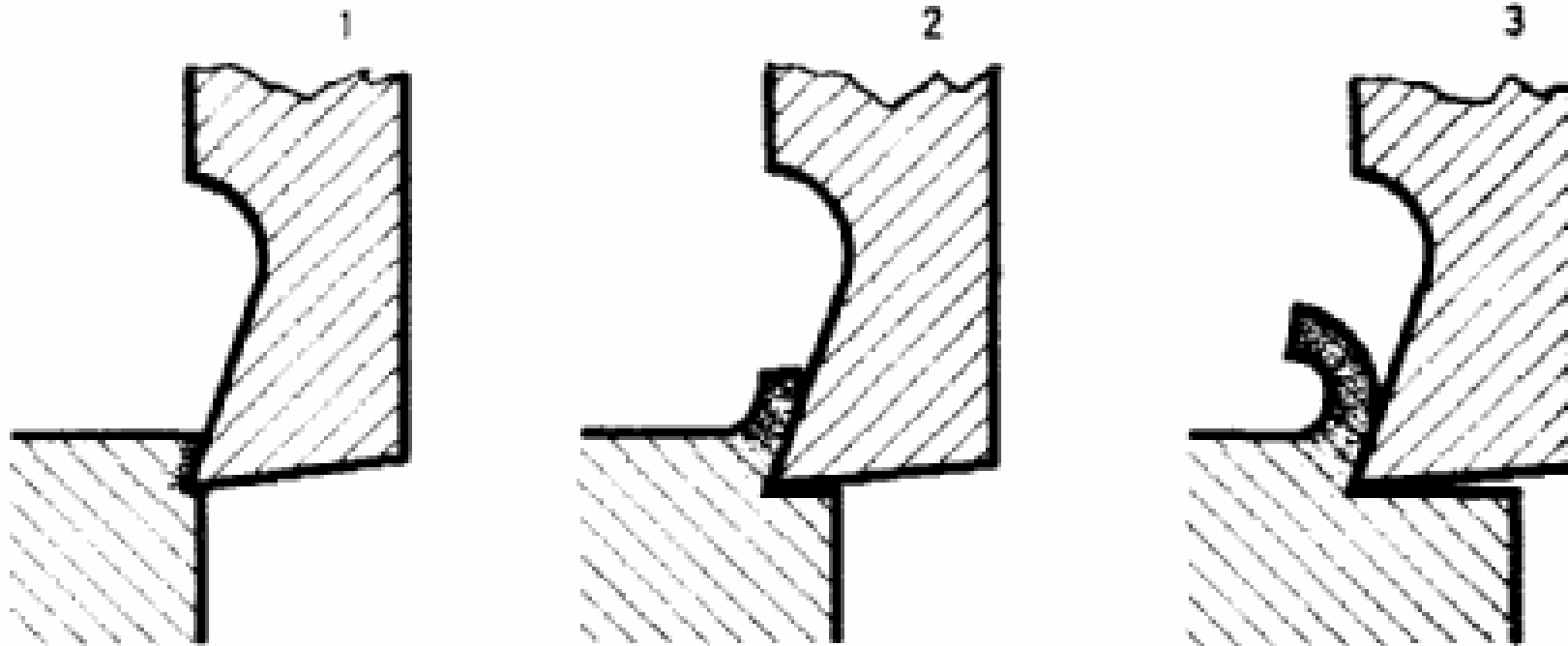
## ***TEMARIO***

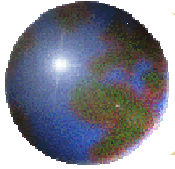
- Modelo de Pijspanen.***
- Teorías de Merchant.***
- Modelo de presión de corte***
- Viruta laminar, fragmentada, continua. Filo secundario.***



## FORMACION DE LA VIRUTA

*La herramienta de corte, al penetrar con su **filo** en el material, provoca la **separación** de una capa del mismo, que constituye la **viruta**. Esto se realiza de la siguiente manera:*



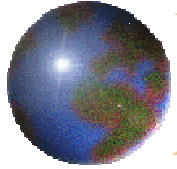


## **FUERZA DE CORTE**

*La determinación de la **fuerza de corte** en el mecanizado permite conocer, no sólo las **solicitaciones dinámicas** a las que se ve sometidas la herramienta y la pieza, sino también el valor de la **potencia** requerida para poder efectuar el proceso.*

*La mayor parte de dicha potencia se consume en la **eliminación del material** de la pieza; de ahí que la componente de la fuerza que reviste una mayor importancia desde este punto de vista es aquella que tiene la misma dirección que la **velocidad de corte**.*

*A esta componente se la denomina **Fuerza de Corte ( $F_c$ )**.*

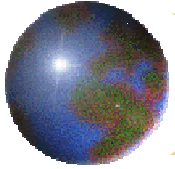


## **FORMACION DE LA VIRUTA**

- El filo en forma de cuña abre el material.***
- El material separado se recalca (aumenta su grueso) por efecto de la fuerza aplicada con la cara anterior de la herramienta.***
- La partícula de metal se curva y se desvía de la superficie de trabajo.***
- Cada partícula siguiente hace el mismo proceso, para continuar unida a la anterior, formando una viruta más o menos continua, o separarse y dar origen a una viruta fragmentada.***

***Dependiendo de la naturaleza del material y de la forma de la herramienta, la viruta será diferente; es decir, una misma herramienta produce virutas diferentes en distintos materiales.***

***Los materiales plásticos, como el cobre, el plomo, los aceros suaves, dan unas virutas largas más o menos rizadas; por el contrario, la fundición, el bronce, el latón con mucho cinc y, en general, los materiales quebradizos, originan virutas cortas.***

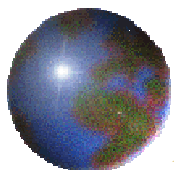


## **FORMACION DE LA VIRUTA**

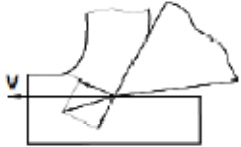



***Básicamente, la viruta se forma en un proceso de **cizalladura** localizado que se desarrolla en zonas muy estrechas. Se trata de una **deformación plástica**, bajo condiciones de gran tensión y alta velocidad de deformación, que se genera a partir de una región de **compresión radial** que se propaga por delante de la herramienta cuando ésta se desplaza por encima de la pieza.***

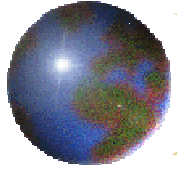
***Esta región de compresión radial posee, al igual que toda deformación plástica, una zona de compresión elástica que pasa a serlo de compresión plástica al otro lado de la frontera entre ambas.***

***En los metales recocidos, la compresión plástica engendra densas marañas y redes de dislocaciones, y cuando este endurecimiento por deformación plástica llega a la saturación (**acritud** total), al material no le queda otro remedio que cizallarse.***



# Calculo de fuerzas de corte

MODELOS		FORMULACIÓN
Modelos basados en el plano de deslizamiento		$F_c = \frac{\tau_s \cdot b \cdot h}{\sin \varphi_n} \frac{\cos (\rho_n - \gamma_n)}{\cos (\varphi_n + \rho_n - \gamma_n)}$
Modelos basados en la presión de corte		$F_c = k_c \cdot h \cdot a_p$
Modelos basados en líneas de deslizamiento		$F_c = \int p \sin \theta \, ds + \int k \cos \theta \, ds$
Modelos basados en métodos numéricos		$F_c = [B]^T [D] [B] [\delta]$

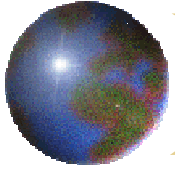


## *Mecanismo de separación de la viruta y modelos de estudio*

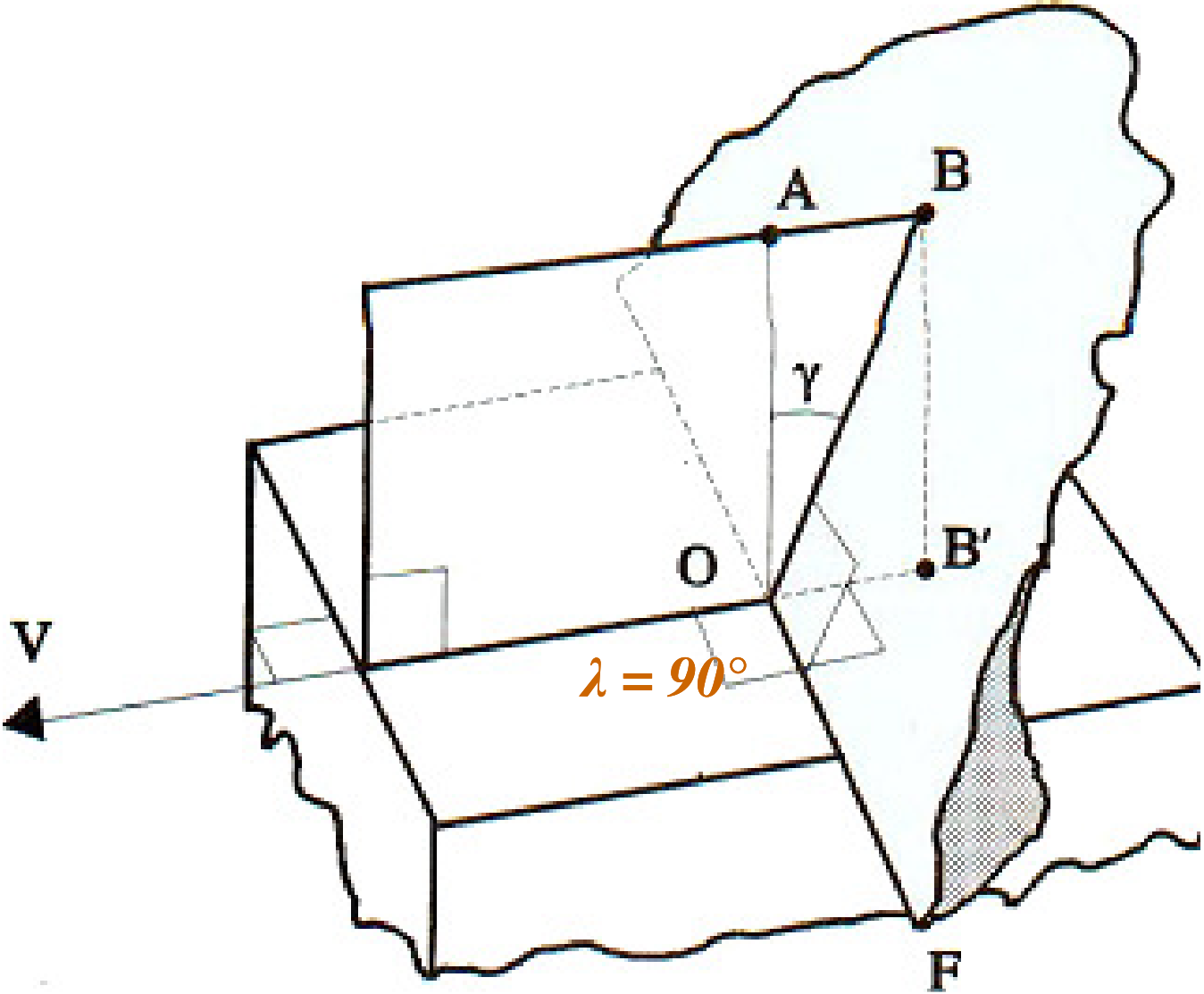
### ✚ Modelo Plano de cizallamiento (Pijspanen)

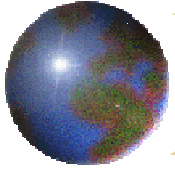
Para realizar el análisis de la viruta es necesario simplificar el proceso de corte y una primera simplificación es el corte ortogonal.



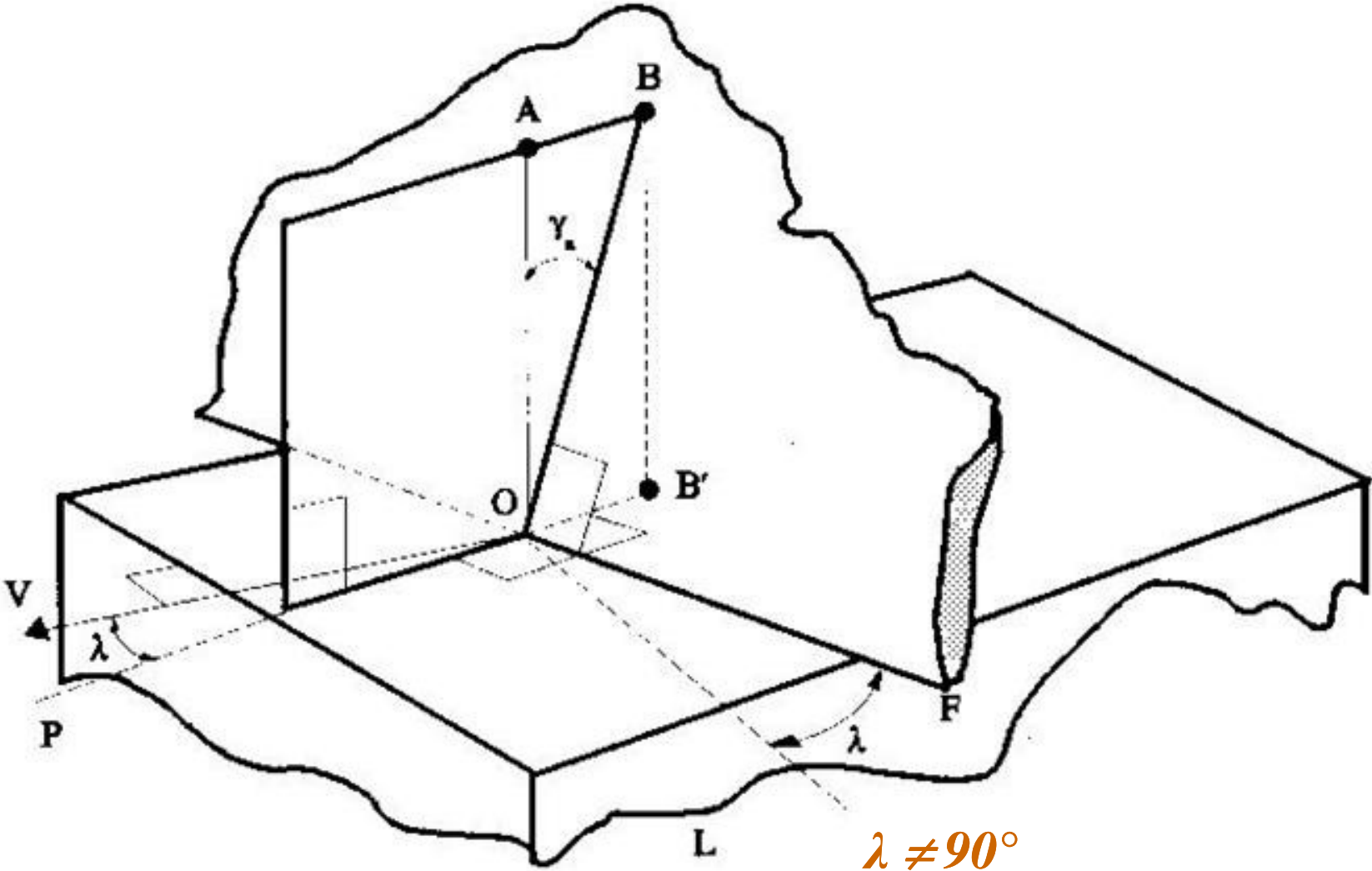


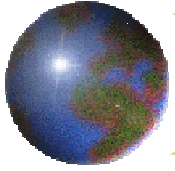
# MODELO DE CORTE ORTOGONAL



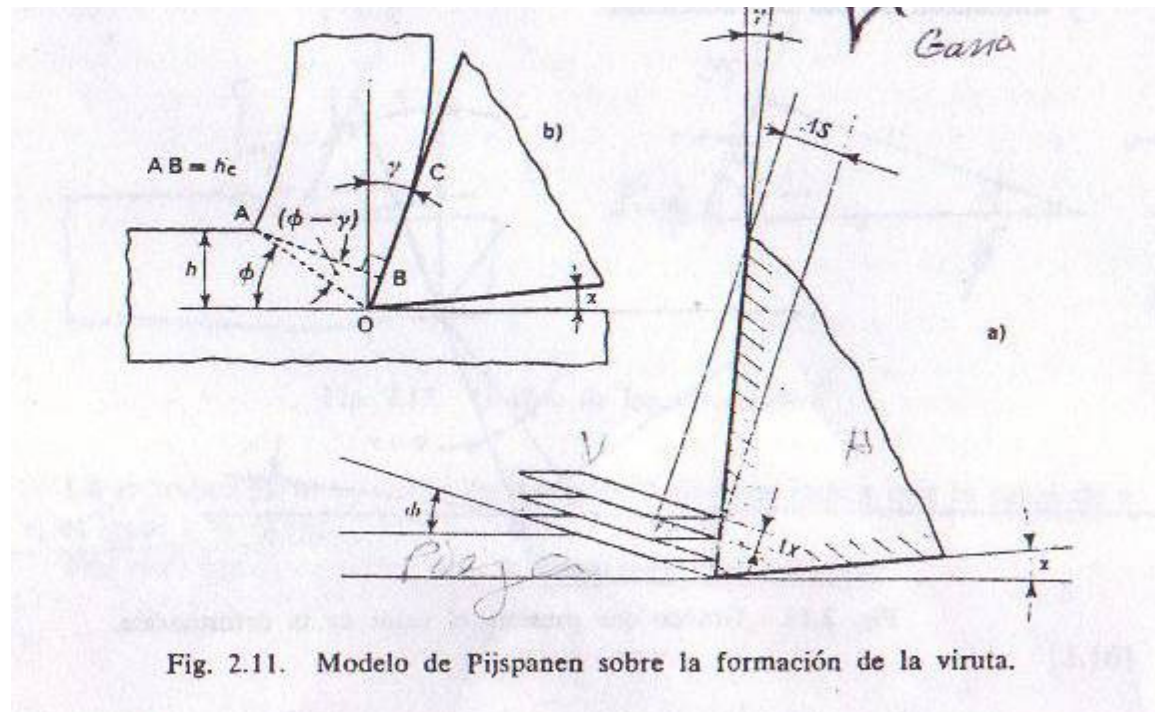


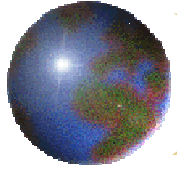
# MODELO DE CORTE OBLICUO





En el modelo anterior, Pijspanen analiza el corte con pequeños elementos de espesor infinitesimal que resbalan unos por encima de otros según la dirección que determina el plano de cizallamiento.





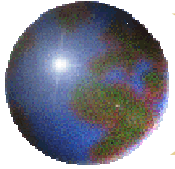
## **Mecánica de Formación de Viruta en Corte Ortogonal. Modelo de Pjispanen ó del Plano de Cizallamiento**

**Se plantean las siguientes hipótesis simplificativas:**

- 1) Modelo de *corte ortogonal***
- 2) Material de la pieza *plásticamente deformable***
- 3) Herramienta *rígida* - condiciones de régimen estacionario:**

- Flujo continuo de viruta**
- Viruta separada de la pieza en régimen estacionario**

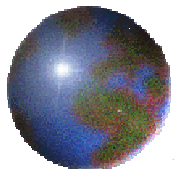
**Como las condiciones reales de formación de la viruta no pueden ser siempre de este tipo, será necesario estudiar y corregir los resultados obtenidos con este modelo.**



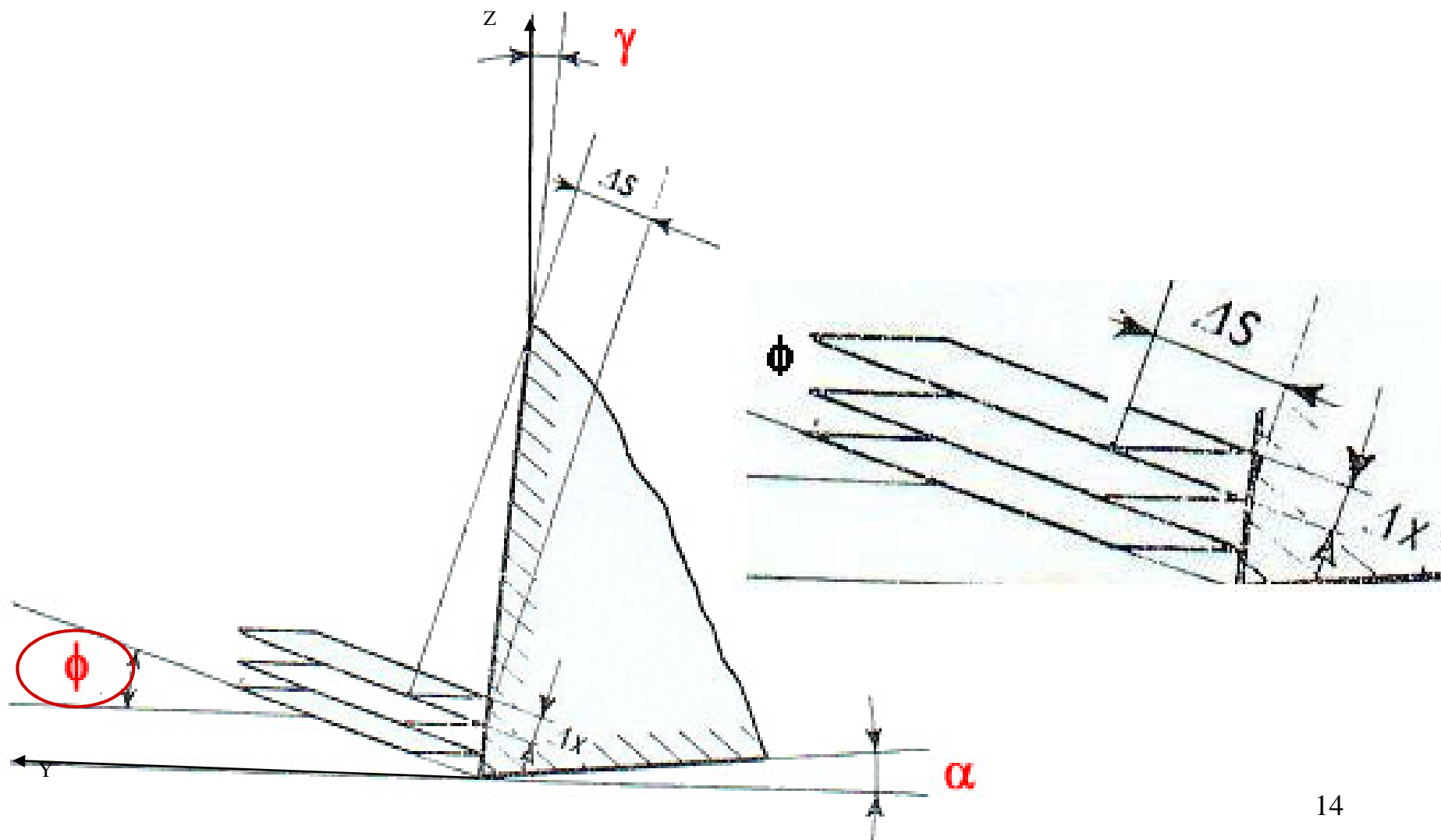
## **Mecánica de Formación de Viruta en Corte Ortogonal. Modelo de Pjispanen ó del Plano de Cizallamiento**

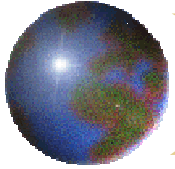
**En este modelo, se postula la existencia de una llamada superficie ó *plano de cizallamiento*, cuya forma es la consecuencia de una particular distribución de tensiones a lo largo del área de contacto herramienta pieza. También puede ser debida a la geometría de la herramienta de corte.**

**El modelo supone que el material arrancado se encuentra dividido en *infinitos pequeños elementos* de espesor infinitesimal, que resbalan uno sobre el otro por la acción de la herramienta, según una dirección común determinada por el plano de cizallamiento inclinado un *ángulo  $\Phi$*  con respecto a la superficie plana de la pieza a mecanizar.**



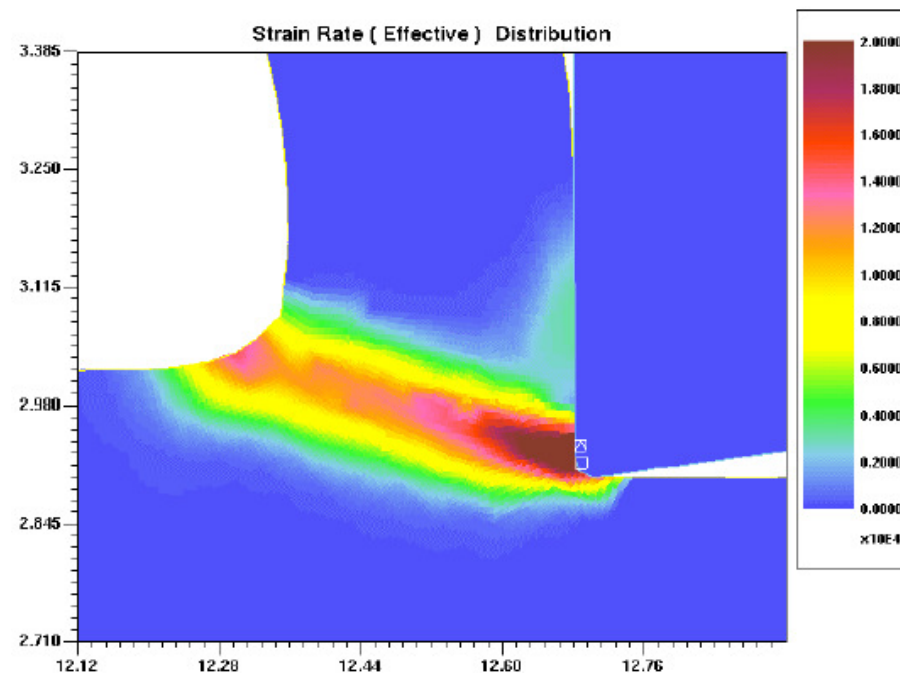
## Mecánica de Formación de Viruta en Corte Ortogonal. Modelo de Pjispanen ó del Plano de Cizallamiento

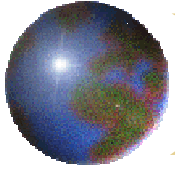




## Mecánica de Formación de Viruta en Corte Ortogonal. Modelo de Pjspanen ó del Plano de Cizallamiento

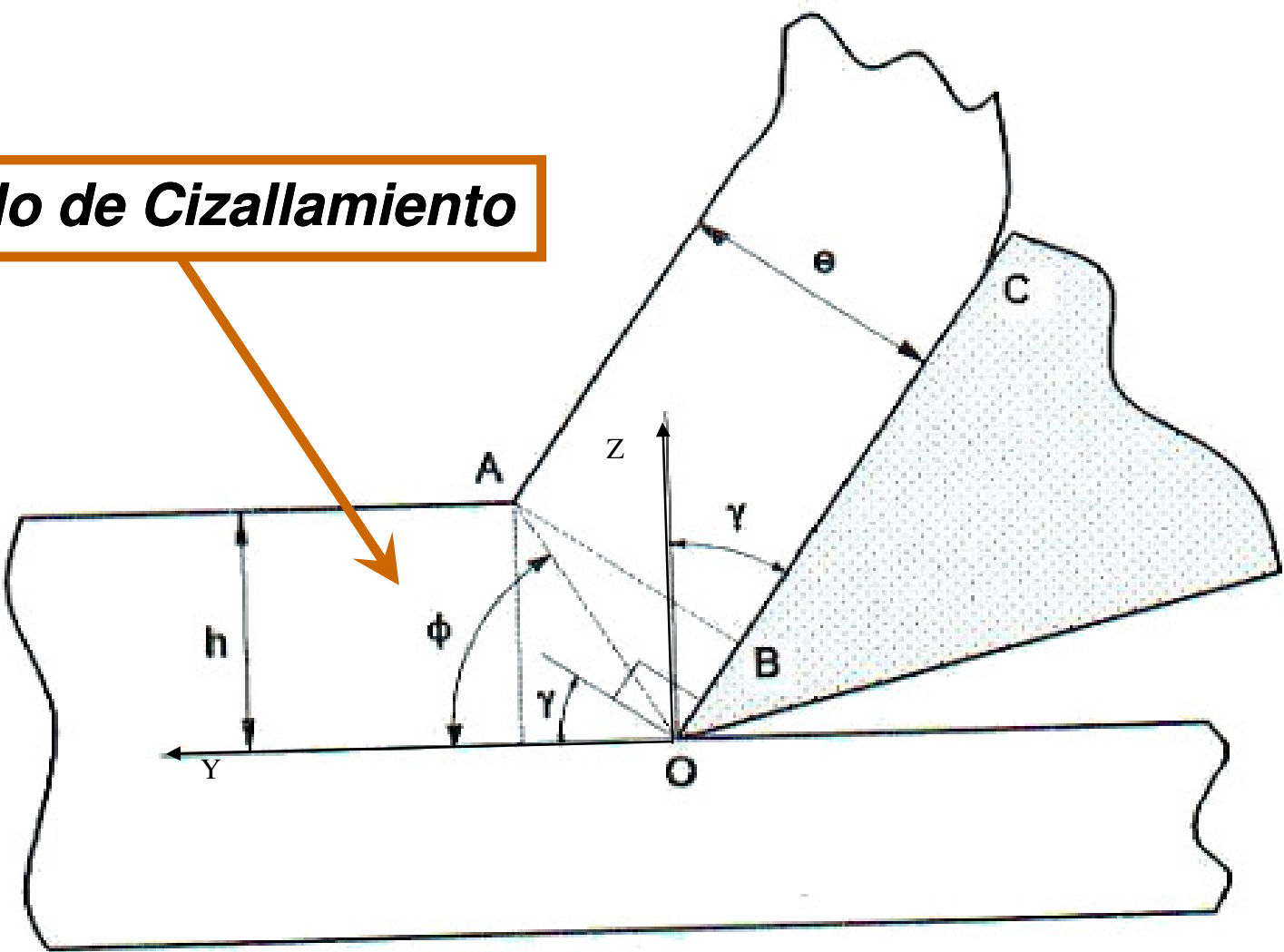
La viruta se separa de la pieza por un mecanismo de **deformación plástica**, correspondiente al desplazamiento relativo  $\Delta S$  de los elementos de espesor  $\Delta X$ , y además como la viruta resbala sobre la cara de desprendimiento, se manifiesta también una acción de **rozamiento** entre la viruta y la herramienta.



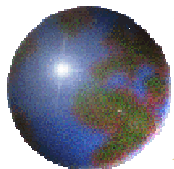


**Mecánica de Formación de Viruta en Corte Ortogonal. Modelo de Pjispanen ó del Plano de Cizallamiento**

**Ángulo de Cizallamiento**

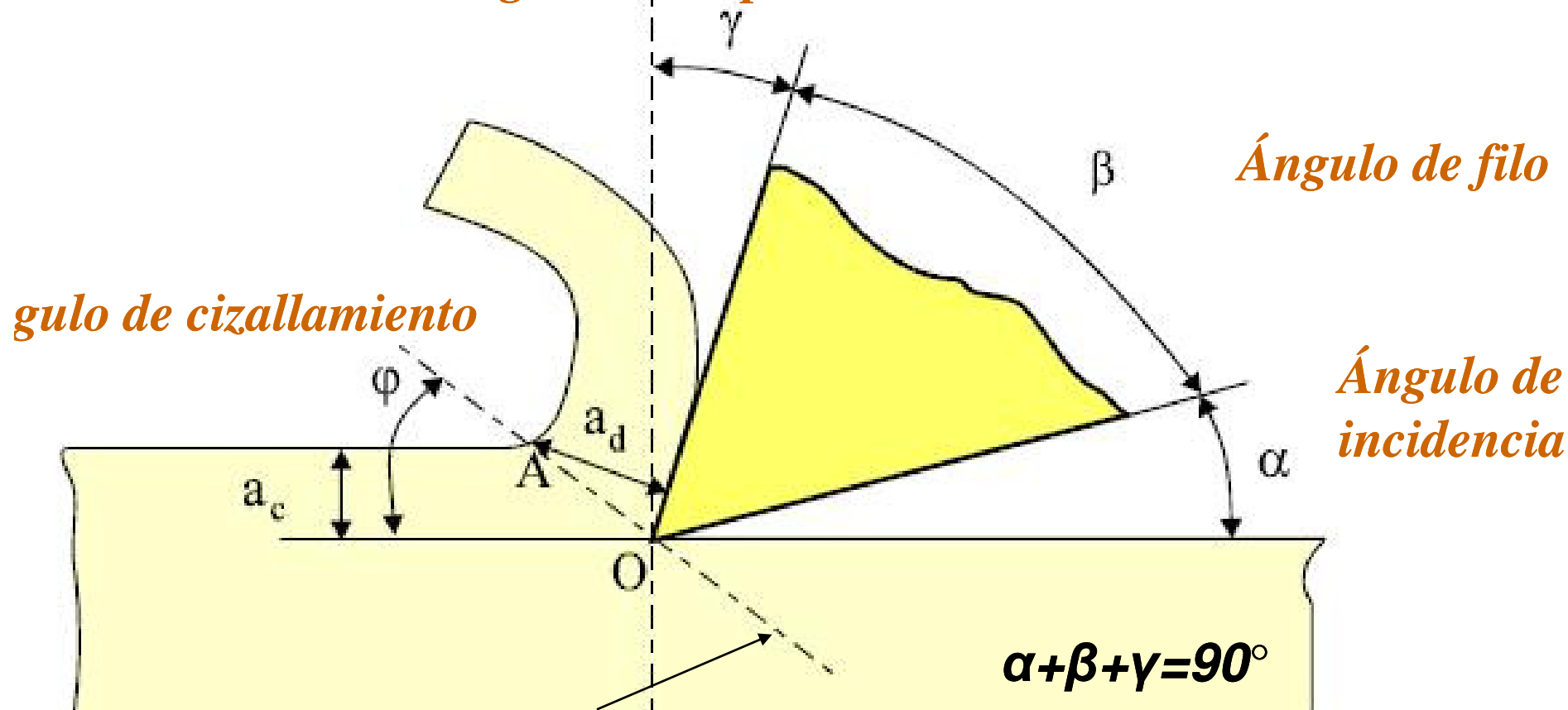




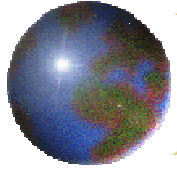


## Sección normal a la arista de corte: Parámetros Geométricos

### *Ángulo de desprendimiento*



***Plano de cizallamiento***  $\Rightarrow$  es un plano teórico en el cual se produce la deformación del material de la pieza.



## Sección normal a la arista de corte: Parámetros Geométricos

**Mayor deformación plástica  $\Rightarrow$  menores ángulos de desprendimiento ( $\gamma$ ) y cizallamiento ( $\Phi$ ) (mayor  $\Delta S$ )**

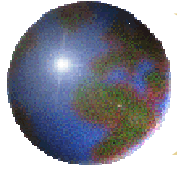
**Espesor de viruta indeformada ( $a_c$ )  $\Rightarrow$  es el espesor de material que va a ser eliminado, antes de sufrir deformación plástica alguna.**

**Espesor de viruta deformada ( $a_d$ )  $\Rightarrow$  es el espesor de material eliminado, después de haber sufrido la deformación plástica.**

**Factor de recalado ( $\zeta$ )  $\Rightarrow$  es la relación entre los espesores de viruta sin deformar y la deformada. Es siempre menor ó igual a la unidad:**

$$\zeta = a_c / a_d$$

**se puede medir**



## Sección normal a la arista de corte: Parámetros Geométricos

**Si A es el punto que define el ángulo de cizallamiento:**

$$\left. \begin{aligned} ac &= OA \operatorname{sen} \Phi \\ ad &= OA \operatorname{cos} (\Phi - \gamma) \end{aligned} \right| \Rightarrow \zeta = ad/ac = \operatorname{sen} \Phi / \operatorname{cos} (\Phi - \gamma)$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \Phi = \operatorname{cos} \gamma / (\zeta - \operatorname{sen} \gamma)$$

**Factores influyentes:**

**Factor de recalcado ( $\zeta$ )**

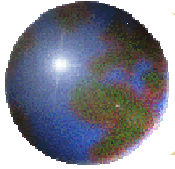
$\uparrow$  tenacidad pieza  $\Rightarrow \uparrow \zeta$

$\uparrow \gamma \Rightarrow \downarrow \zeta$

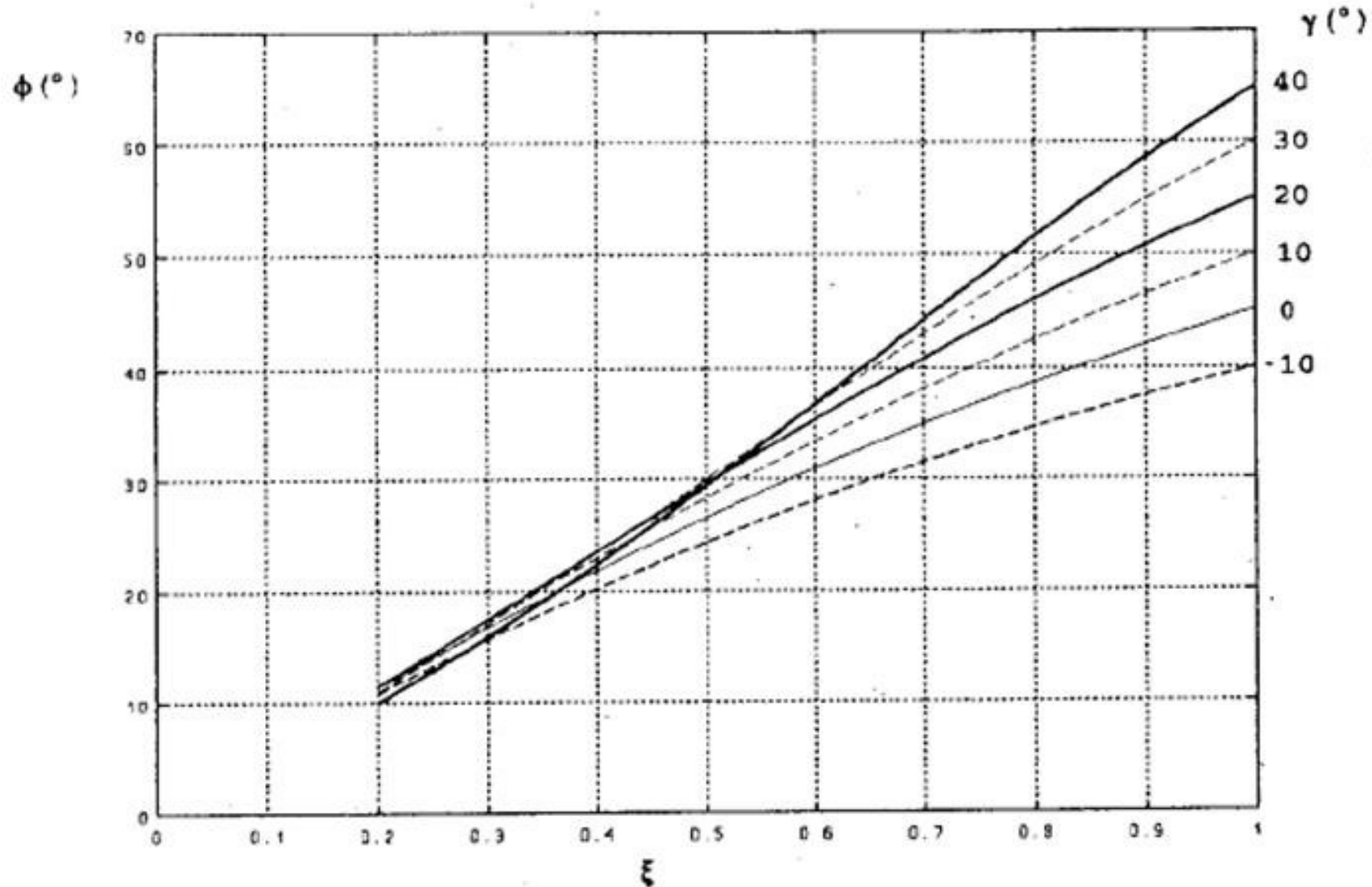
$\downarrow \Phi \Rightarrow \downarrow \zeta$

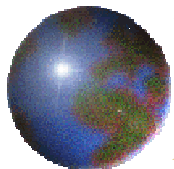
$\downarrow \zeta$  ( $\uparrow ad$ )  $\Rightarrow \downarrow$  deformación

$\downarrow \zeta \Rightarrow \downarrow$  veloc. salida viruta



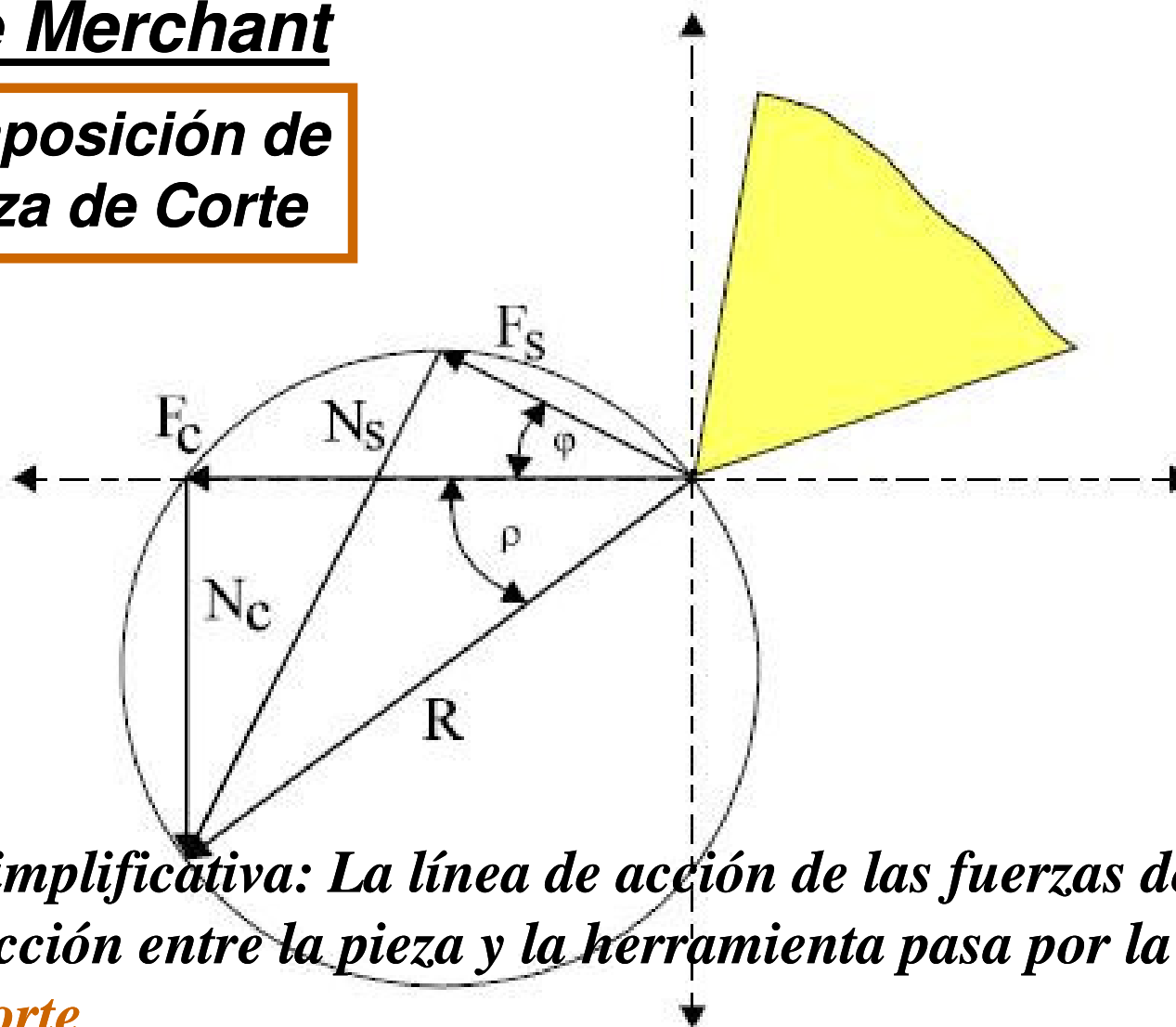
## Sección normal a la arista de corte: Parámetros Geométricos



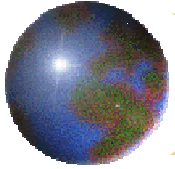


## Fuerza de Corte: Método de Corte Ortogonal; Circulo de Merchant

**Descomposición de  
la Fuerza de Corte**



*hipótesis simplificativa: La línea de acción de las fuerzas de acción/reacción entre la pieza y la herramienta pasa por la arista de corte*

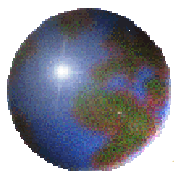


## **Fuerza de Corte: Método de Corte Ortogonal**

**En la figura,  $R$  representa la *resultante* de las fuerzas que la herramienta ejerce sobre la pieza, la cual, al descomponerse según la dirección del *plano de cizallamiento* y su normal, aparecen las componentes  $F_s$  y  $N_s$  respectivamente.**

**Análogamente, si la descomposición empleada es según la dirección de la *velocidad de corte* y su normal, aparecen las componentes  $F_c$  y  $N_c$ .**

**Los ángulos que caracterizan cada una de estas dos descomposiciones son  $\varphi$  (ángulo de *cizallamiento*) y  $\rho$  (ángulo de *rozamiento*) respectivamente.**



## Fuerza de Corte: Método de Corte Ortogonal

**Se tienen, por lo tanto, las siguientes relaciones geométricas:**

$$F_c = R \cos \rho$$

$$F_s = R \cos(\varphi + \rho)$$

$$N_c = R \sin \rho$$

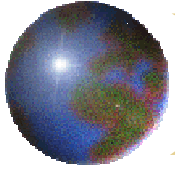
$$N_s = R \sin(\varphi + \rho)$$

**A partir de estas relaciones, puede determinarse que:**

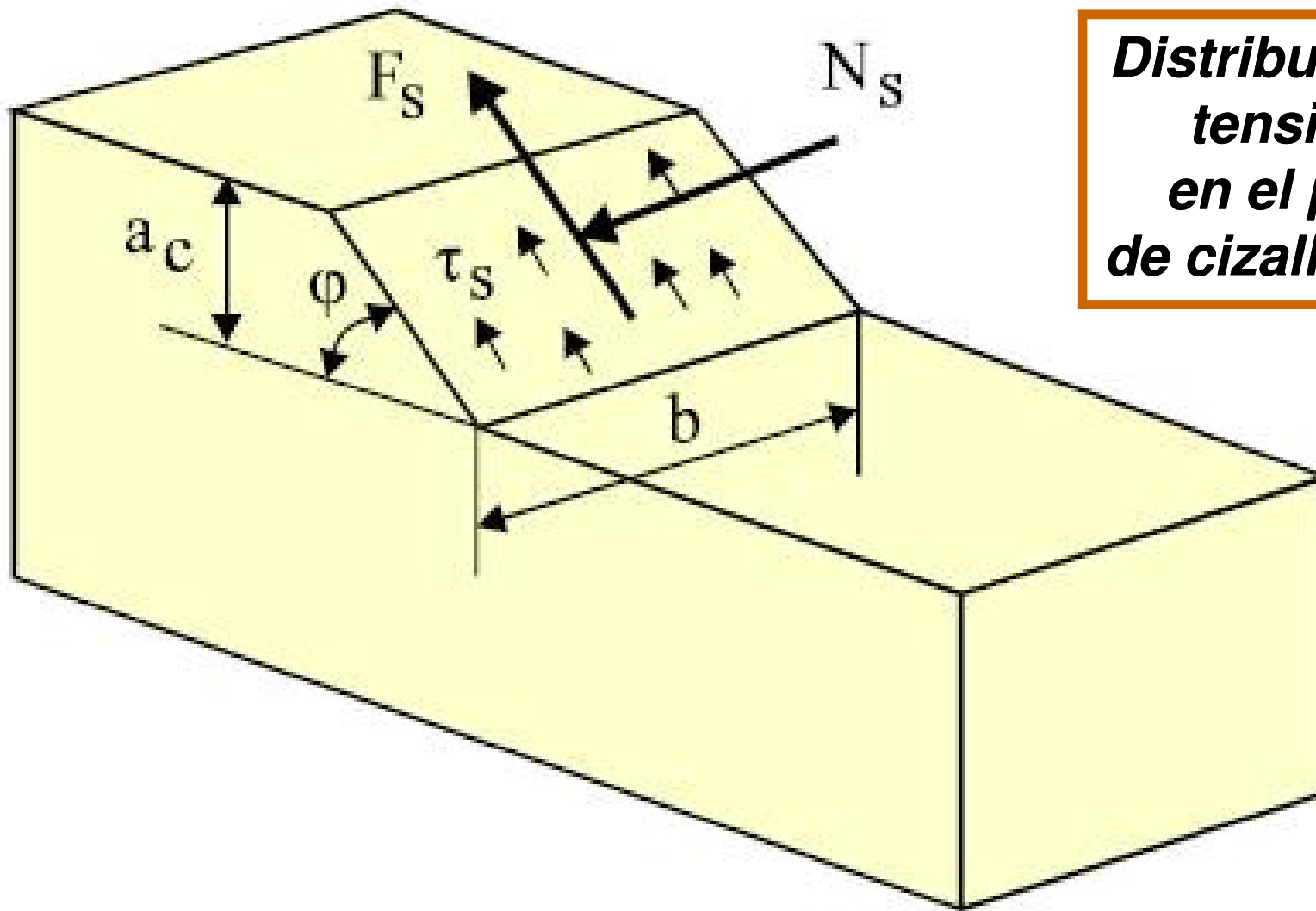
$$F_c = F_s \frac{\cos \rho}{\cos(\varphi + \rho)}$$

**Por otro lado, y suponiendo una distribución de tensiones *uniforme* sobre el plano de cizallamiento de valor  $\tau_s$ , tal como se la representa en la siguiente figura, se tiene:**

$$F_s = \tau_s A_s = \tau_s b \frac{a_c}{\sin \varphi} = \frac{\tau_s}{\sin \varphi} A_c$$

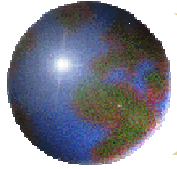


## Fuerza de Corte: Método de Corte Ortogonal



*Distribución de tensiones en el plano de cizallamiento*





## Fuerza de Corte: Método de Corte Ortogonal

Tensiones actuantes en el plano de cizallamiento  $\Rightarrow$

- Tensión **dinámica** de cizallamiento:

$$\tau_s = \frac{F_s}{A_s} = \frac{F}{A} \frac{\text{sen}\phi \cos(\phi + \tau - \gamma)}{1} \leftarrow A_s = \frac{A}{\text{sen}\phi}$$

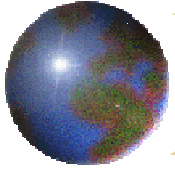
$$F = A \tau_s \frac{1}{\text{sen}\phi \cdot \cos(\phi + \tau - \gamma)} \quad F_s = F \cos(\phi + \tau - \gamma)$$

$$F_t = F_c = A \tau_s \frac{\cos(\tau - \gamma)}{\text{sen}\phi \cdot \cos(\phi + \tau - \gamma)}$$

$$F_n = F_a = A \tau_s \frac{\text{sen}(\tau - \gamma)}{\text{sen}\phi \cdot \cos(\phi + \tau - \gamma)}$$

- Tensión **normal** al plano de cizallamiento:

$$\sigma_s = \frac{F_{sn}}{A_s} = \frac{F}{A} \text{sen}\phi \cdot \text{sen}(\phi + \tau - \gamma)$$

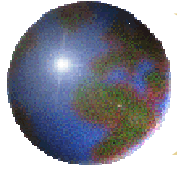


## Fuerza de Corte: Método de Corte Ortogonal

$\tau_s$  recibe el nombre de **tensión dinámica de cizallamiento**, siendo una **constante propia** de cada material. Sustituyendo la expresión anterior en la que se relaciones  $F_c$  y  $F_s$  se tiene:

$$F_c = \frac{\tau_s}{\operatorname{sen} \varphi} \frac{\cos \rho}{\cos(\varphi + \rho)} A_c$$

**Esta expresión proporciona el valor de la fuerza de corte en función de la tensión dinámica de cizallamiento, de la sección de viruta indeformada, del ángulo de cizallamiento y del ángulo de rozamiento. De estas cuatro variables, tres de ellas ( $\tau_s$ ,  $\varphi$  y  $A_c$ ) son conocidas, mientras que  $\rho$  es desconocido.**



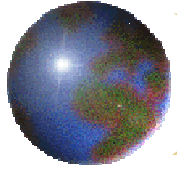
## Fuerza de Corte: Método de Corte Ortogonal

**Por lo tanto, se requiere una ecuación más que relacione el ángulo de rozamiento con las otras variables conocidas.**

**Esta ecuación se obtiene a partir de la llamada “**Hipótesis de Merchant**”, que establece lo siguiente:**

**“El plano de cizallamiento, en un proceso de corte ortogonal, se sitúa de forma tal que la potencia necesaria para la deformación es mínima”.**

$$Pot = \dot{W} = F_c v = \frac{\tau_s}{\text{sen } \varphi} \frac{\cos \rho}{\cos(\varphi + \rho)} A_c v$$



## **Fuerza de Corte: Método de Corte Ortogonal**

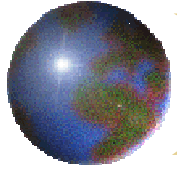
***A partir de estas hipótesis, se tiene que la potencia será mínima cuando el denominador sea máximo. Es decir:***

$$\frac{\partial}{\partial \varphi} [\text{sen } \varphi \cos(\varphi + \rho)] = 0 \quad \longrightarrow \quad \varphi + \rho = \frac{\pi}{2} - \varphi$$

***Sustituyendo en la expresión de la fuerza de corte:***

$$F_c = 2\tau_s A_c \cotg \varphi$$

***Comparando esta expresión con la propuesta por el método de la presión de corte (empírico), puede observarse como existe una **similitud** entre ambas en el sentido de establecer una **proporcionalidad** entre la fuerza de corte ( $F_c$ ) y la sección de viruta indeformada ( $A_c$ ).***

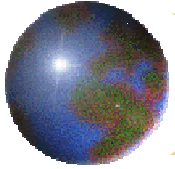


## **Fuerza de Corte: Método de Corte Ortogonal**

***Si se tiene en cuenta que:  $F_c = k_s \cdot A_c$  y que  $\cot\phi = \frac{\xi - \text{sen}\gamma}{\text{cos}\gamma}$***

***La expresión final de la presión de corte determinada por el método de corte ortogonal queda como sigue:***

$$k_s = 2\tau_s \frac{\xi - \text{sen}\gamma}{\text{cos}\gamma}$$



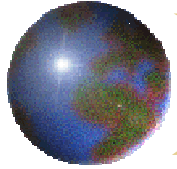
## **Modelos de Mecanizado en Corte Ortogonal**

***Merchant encontró que existía una buena correspondencia entre los resultados de su teoría y los experimentos de corte en plásticos sintéticos, pero que la correspondencia era muy pobre para otros materiales, como por ejemplo el acero.***

***Esto se debía a que se había considerado los materiales como **isótropos**; es decir, que su resistencia al corte era **constante** en todo el plano de cizalladura y no se veía afectada por la temperatura, velocidad de deformación, etc.***

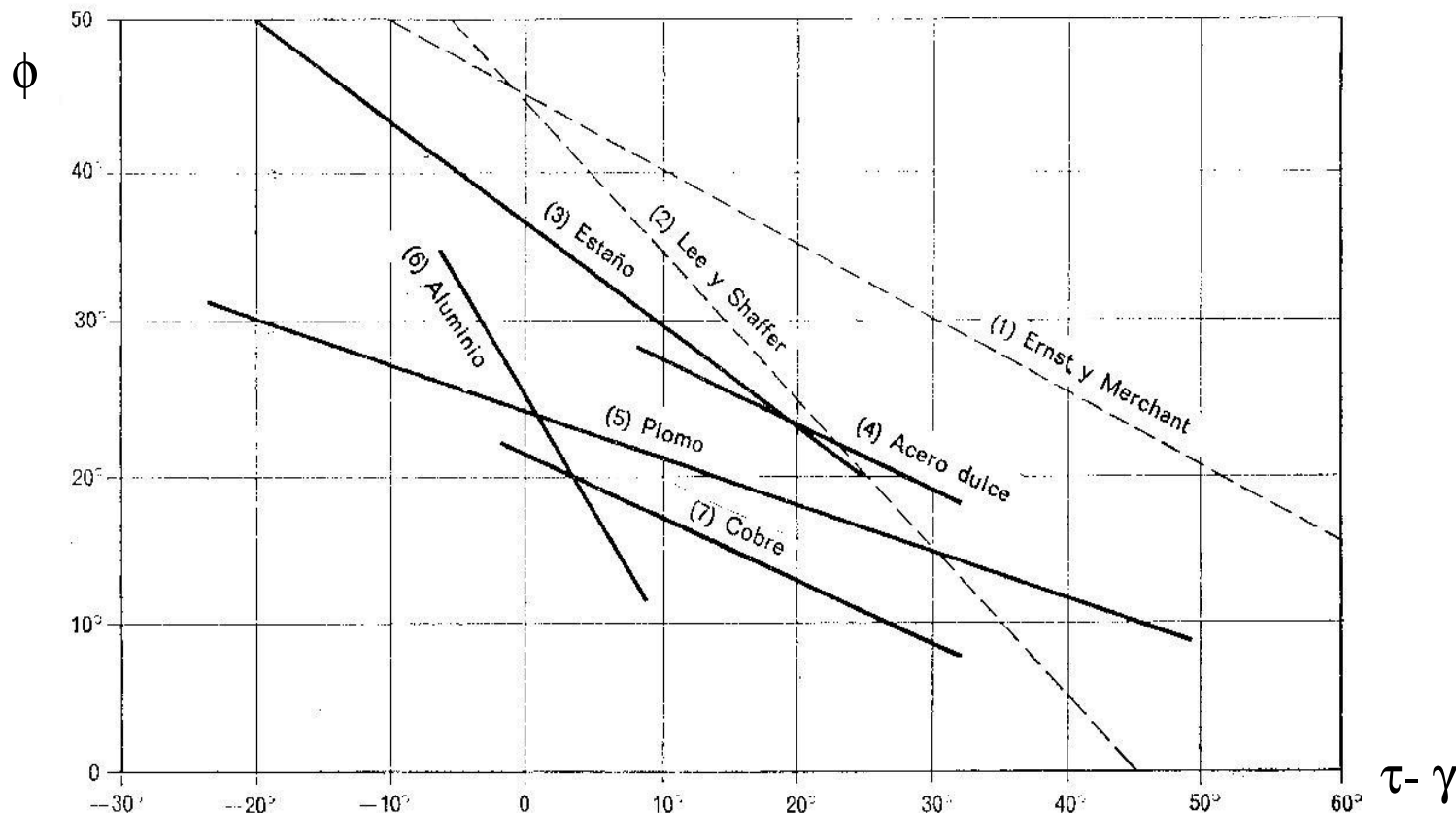
***Consiguió demostrar que la relación entre los ángulos de cizalladura, rozamiento y desprendimiento es:  $2\phi + \rho - \gamma = C$***

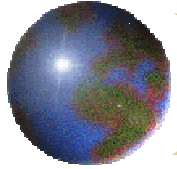
***C = la constante de mecanizado tabulada para cada material.***



## Modelos de Mecanizado en Corte Ortogonal

✓  $\phi$ ,  $\gamma$ ,  $\tau$  no se pueden relacionar geoméricamente, pero sí con teorías de plasticidad y consideraciones energéticas  $\Rightarrow$  **modelos de mecanizado.**



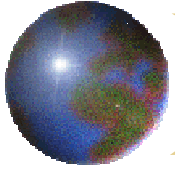


## **Modelos de Mecanizado en Corte Ortogonal**

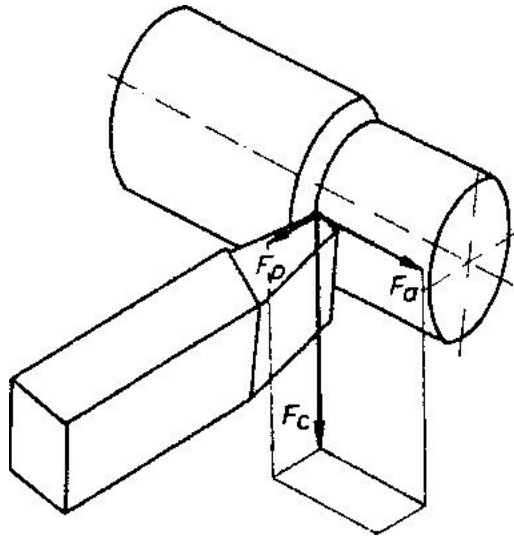
### **✓ Conclusiones:**

- Si el ángulo de desprendimiento aumenta, el ángulo de cizalladura aumenta.**
- Si el ángulo de rozamiento disminuye (disminuye la fricción), el ángulo de cizalladura aumenta.**
- Si el ángulo de cizalladura aumenta, disminuye el área de corte (menor potencia necesaria).**
- Si el ángulo de cizalladura disminuye, aumenta el área de corte (mayor potencia necesaria).**





## Mod. de Mecanizado en Corte Oblicuo. Teoría de Kronenberg

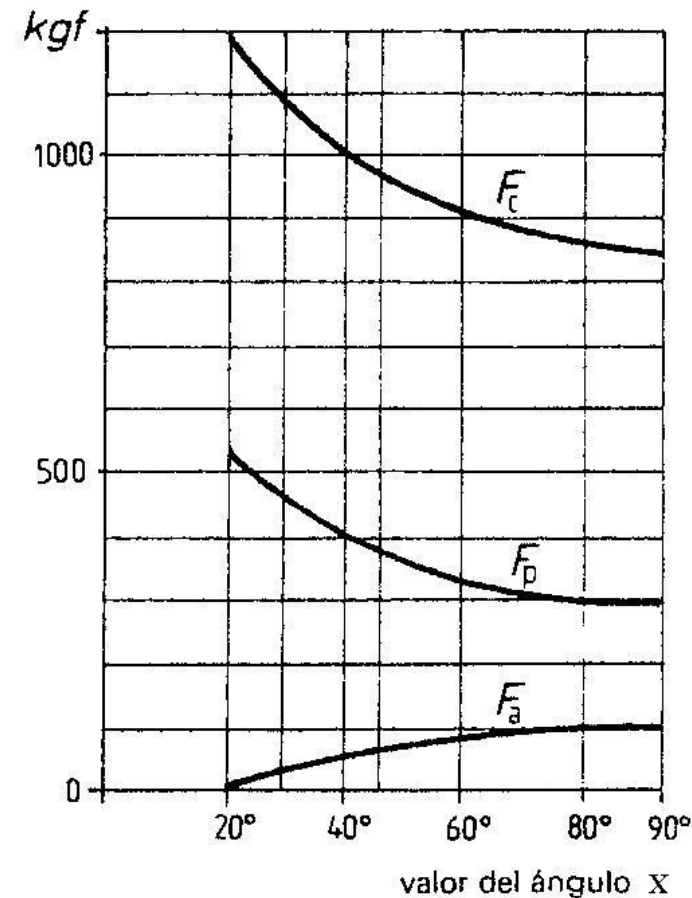
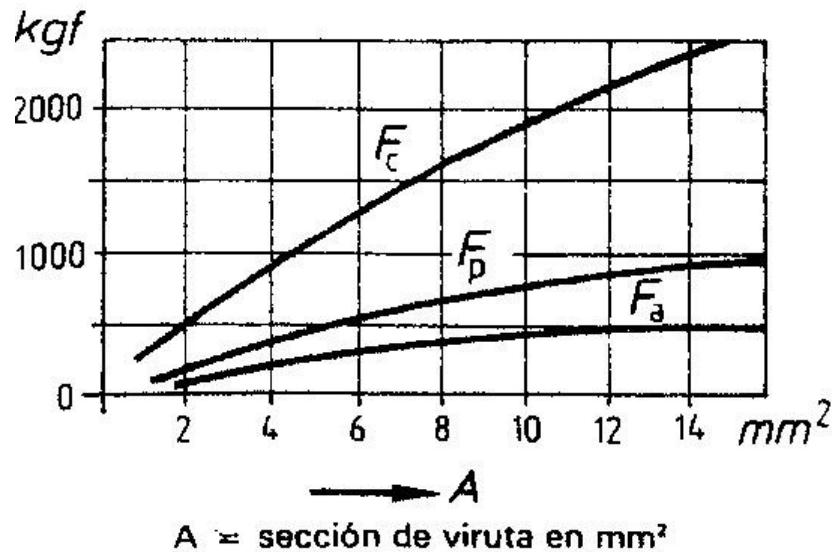


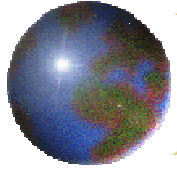
$$F = \sqrt{F_a^2 + F_p^2 + F_c^2}$$

$$P = F_c \cdot v + F_a \cdot v_a + F_p \cdot v_p \approx F_c \cdot v$$

$$F_a = F_c / 5$$

$$F_p = F_c / 3$$



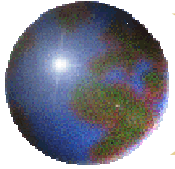


## Fuerza de Corte: Método de la Presión de Corte

**Este método es de los denominados *empíricos*. Establece que la fuerza de corte es directamente proporcional a la sección de viruta indeformada con una constante de proporcionalidad denominada *presión de corte* ó *resistencia específica de corte (ks)*:  $F_c = k_s \cdot A_c$**

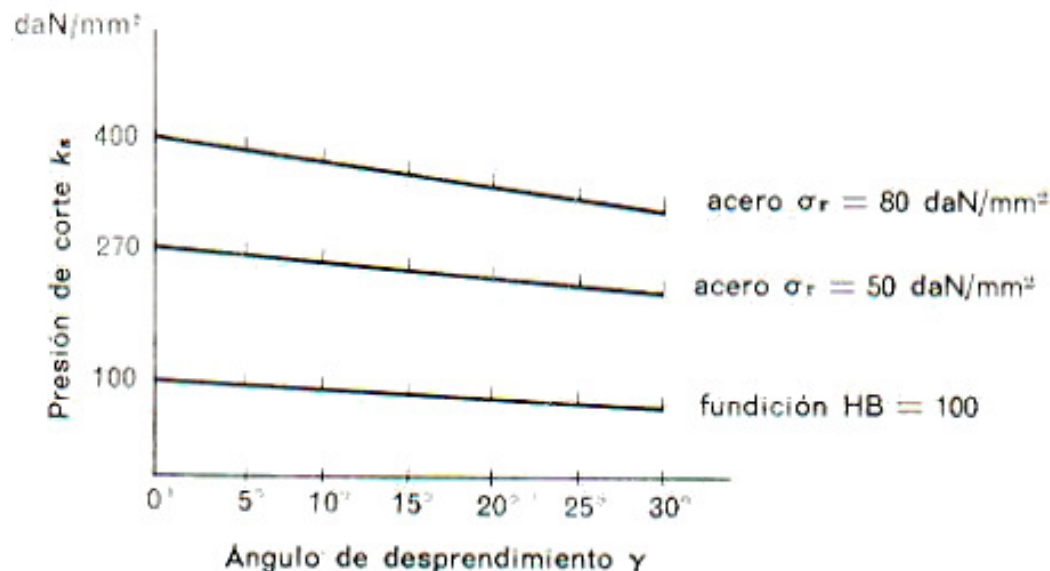
**La presión de corte depende de numerosos factores, a saber:**

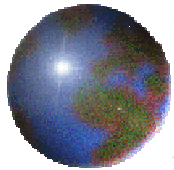
**a) *Materiales de la pieza y de la herramienta*  $\Rightarrow$  ambos materiales, aparte de otros factores (acabado superficial, lubricación, etc.), son responsables del valor del *rozamiento* que aparece entre ambos cuando se ponen en contacto. Un incremento de dicho rozamiento y de la dureza del material de la pieza supone un aumento en el valor de  $k_s$ .**



## Fuerza de Corte: Método de la Presión de Corte

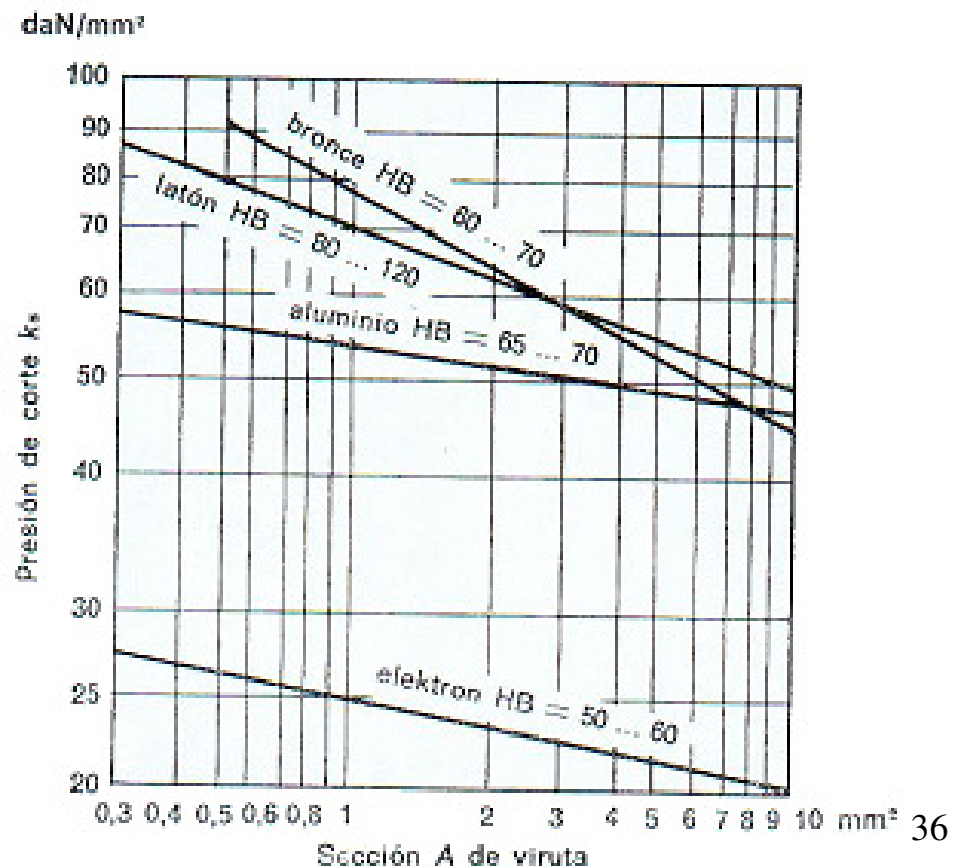
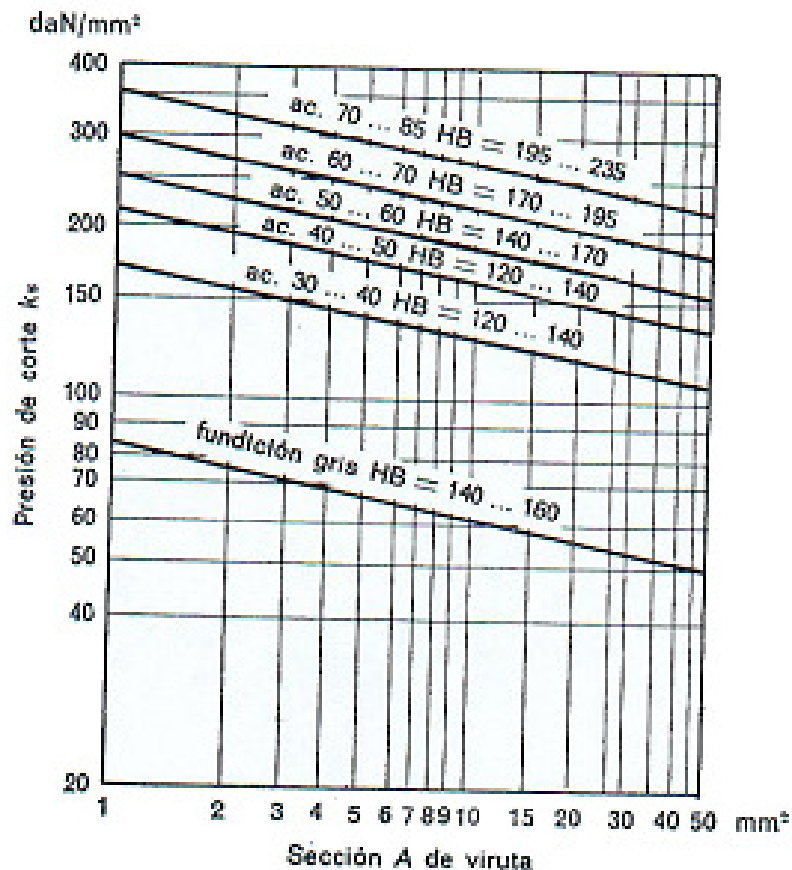
**b) Geometría de la pieza y de la herramienta**  $\Rightarrow$  en particular, existe una variación de  $k_s$  con la variación del ángulo de desprendimiento. Cuanto más “positiva” es la geometría de corte (mayor ángulo de desprendimiento), menor es el valor de  $k_s$ , puesto que la viruta sufre una **menor deformación a igualdad de material eliminado**.

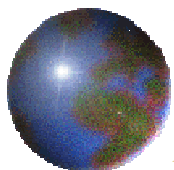




## Fuerza de Corte: Método de la Presión de Corte

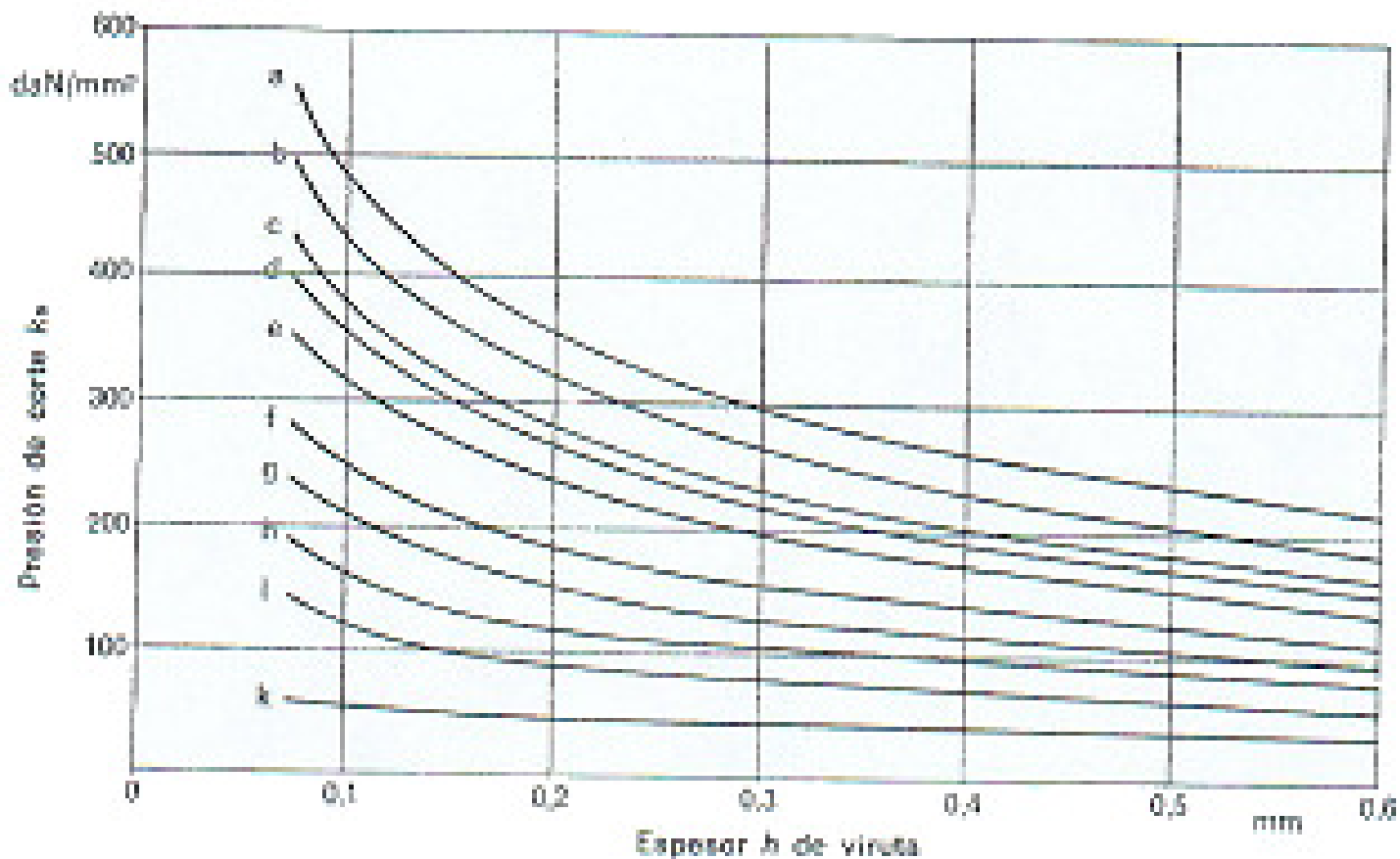
**c) Sección de viruta**  $\Rightarrow$  cuando la sección de viruta aumenta,  **$k_s$  disminuye.**

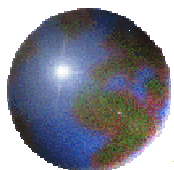




## Fuerza de Corte: Método de la Presión de Corte

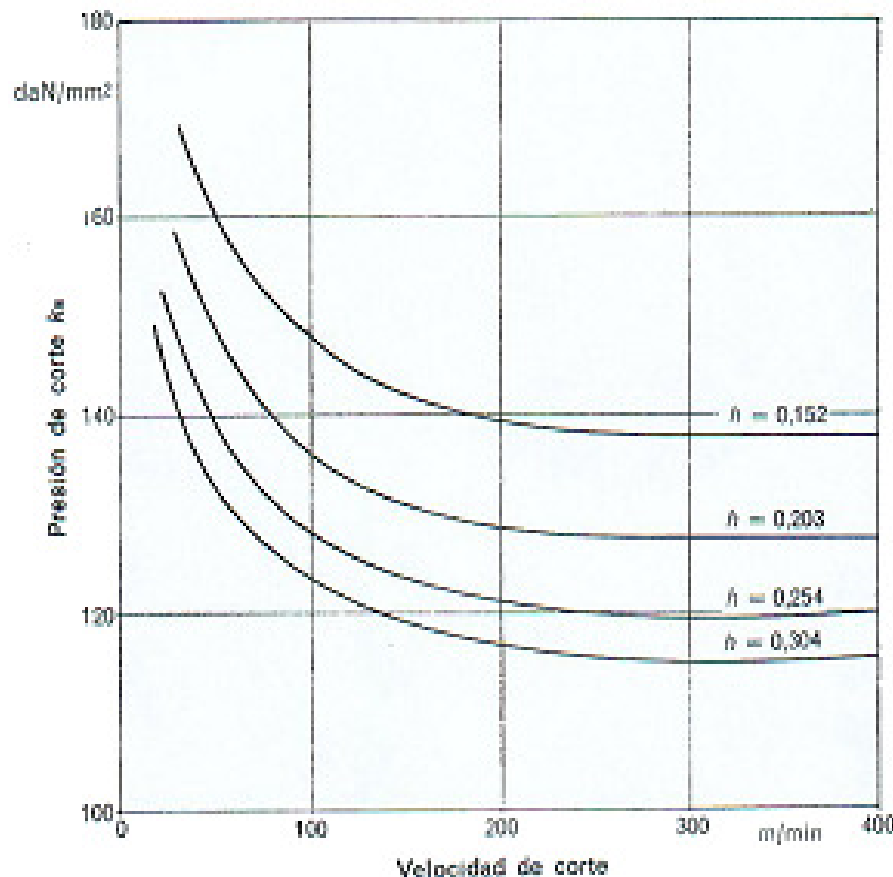
**c) Sección de viruta**  $\Rightarrow$  cuando la sección de viruta aumenta,  $k_s$  disminuye.

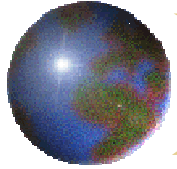




## Fuerza de Corte: Método de la Presión de Corte

**d) Velocidad de corte**  $\Rightarrow$  aunque de modo muy ligero, se observa una disminución de  $k_s$  cuando aumenta la velocidad de corte.

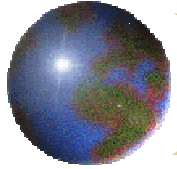




## **Fuerza de Corte: Método de la Presión de Corte**

**e) *Lubricación***  $\Rightarrow$  **al modificarse las condiciones de rozamiento pieza/herramienta, un incremento de la lubricación supone un descenso del valor de  $k_s$  al reducirse la fuerza de rozamiento.**

**f) *Desgaste de la herramienta***  $\Rightarrow$  **modifica la geometría y por lo tanto el valor de  $k_s$  aumenta.**

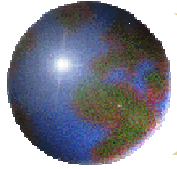


## **Fuerza de Corte: Método de la Presión de Corte**

***Al ser tan numerosos y en algunos casos difícilmente cuantificables los factores que influyen en el valor de  $k_s$ , el único método fiable para su determinación es la **medición directa** sobre el proceso de mecanizado concreto en las condiciones específicas en que éste se realiza.***

***En la práctica, dado que este proceder es poco viable, se recurre a la utilización de **tablas** que recogen las **variaciones** de  $k_s$  en función de una serie de variables dependientes de los factores anteriormente mencionados.***



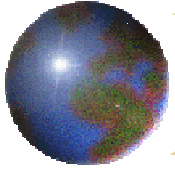


## **Fuerza de Corte: Método de la Presión de Corte**

***Un primer método empírico para la determinación de la presión de corte establece que  $k_s$  se puede obtener a partir de la siguiente expresión:***

$$k_s = \frac{C_{ks}}{E_{ks} \sqrt{A_c}}$$

***Donde  $C_{ks}$  y  $E_{ks}$  son constantes que dependen de los materiales de la pieza y de la herramienta, y que pueden encontrarse en tablas. Este método, aunque sencillo en su aplicación, no suele proporcionar valores fiables, por lo que su aplicación queda reducida para obtener una **primera aproximación** del valor de  $k_s$ .***

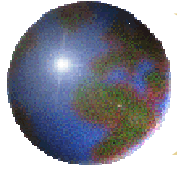


## **Fuerza de Corte: Método de la Presión de Corte**

**Un segundo método también sencillo aunque algo más complejo, se basa en correlacionar el valor de  $k_s$  con el espesor de viruta indeformada  $a_c$ . Para ello, se parte de la **presión específica de corte  $k_{s0}$** , que se corresponde con el valor de  $k_s$  cuando la sección de viruta  $A_c = 1 \text{ mm}^2$ .**

**Experimentalmente, el valor de la fuerza de corte  $F_c$  a partir de  $k_{s0}$  puede establecerse mediante una relación de la siguiente forma:**

$$F_c = k_{s0} b^y a_c^x$$



## **Fuerza de Corte: Método de la Presión de Corte**

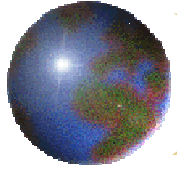
**Donde:**       **$b \Rightarrow$  ancho de corte**  
                  **$ac \Rightarrow$  espesor de viruta indeformada**  
                  **$x, y \Rightarrow$  exponentes menores que la unidad**  
                                 **dependientes del material de la pieza**

**Relacionando esta expresión con la ya citada  $F_c = k_s \cdot A_c \Rightarrow$**

$$k_s = k_{s0} b^{y-1} a_c^{x-1}$$

**Valores experimentales obtenidos en distintos ensayos sobre diversos materiales demuestran que en la práctica puede aproximarse el valor del exponente  $y$  a la unidad, por lo que llamando  $z = 1 - x$ , se tiene:**

$$k_s = k_{s0} a_c^{-z}$$



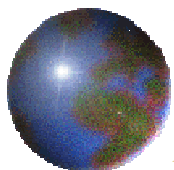
## Fuerza de Corte: Método de la Presión de Corte

**Teniendo en cuenta que:  $ac = f \cdot \text{sen } kr$ , la expresión final de la fuerza de corte queda como sigue:**

$$F_c = k_s A_c = k_{s0} a_c^{1-z} b = k_{s0} f^{1-z} (\text{sen } k_r)^{-z} a_p$$

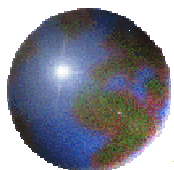
**Teniendo en cuenta todo lo dicho, este procedimiento de cálculo se debe considerar solamente *estimativo*. Pese a ello, los valores obtenidos sirven como una primera aproximación que permite establecer el *orden de magnitud* de las condiciones de corte.**

**En las tablas siguientes se ilustran los valores de  $ks_0$  y de  $z$  para materiales de uso más frecuente.**



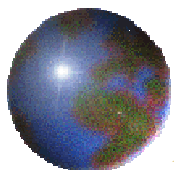
## Fuerza de Corte: Método de la Presión de Corte

MATERIAL	AMERICANA A.A.	UNE	$k_{s0}$ daN/mm <sup>2</sup>	z
Aleaciones de Aluminio	1100	L-3002	23	0.3
	2011	L-3192	34	0.3
	2014	L-3130	87	0.3
	2017	L-3120	80	0.3
	2024	L-3140	76	0.3
	4032	L-3541	76	0.3
	6061	L-3420	59	0.3
	7075	L-3710	100	0.3



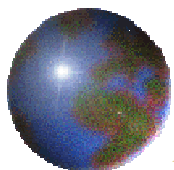
## Fuerza de Corte: Método de la Presión de Corte

MATERIAL	Resistencia a tracción/Dureza HB	$k_{s0}$ daN/mm <sup>2</sup>	z
Acero al carbono	<50 daN/mm <sup>2</sup>	155	0.2
Acero al carbono	50/70 daN/mm <sup>2</sup>	171	0.2
Acero al carbono	70/100 daN/mm <sup>2</sup>	186	0.2
Acero colado	<50 daN/mm <sup>2</sup>	136	0.2
Acero colado	50/65 daN/mm <sup>2</sup>	148	0.2
Acero colado	>65 daN/mm <sup>2</sup>	163	0.2
Acero aleado	70/85 daN/mm <sup>2</sup>	171	0.2
Acero aleado	85/100 daN/mm <sup>2</sup>	186	0.2
Acero aleado	100/140 daN/mm <sup>2</sup>	202	0.2
Acero aleado	140/180 daN/mm <sup>2</sup>	225	0.2
Acero inoxidable austenítico		179	0.2
Acero inoxidable ferrítico-martensítico		155	0.2
Fundición	<200 HB	97	0.2
Fundición	>200 HB	136	0.2
Fundición blanca	<500 HB	210	0.2
Fundición blanca	>500 HB	233	0.2



## Fuerza de Corte: Método de la Presión de Corte

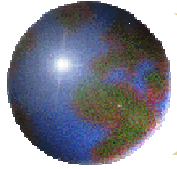
MATERIAL	$k_{s0}$ daN/mm <sup>2</sup>	Z
Cobre	78	0.3
Bronce	124	0.3
Latón	54	0.3
Plásticos	19	0.3



## Fuerza de Corte: Método de la Presión de Corte

N.	Material	$\sigma_c$ o HB o HR <sub>c</sub> [daN/mm <sup>2</sup> ]	z	k <sub>90</sub>	k <sub>s</sub> [daN/mm <sup>2</sup> ] para h [mm]								
					0,06	0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1	1,6	2,5
1	St 50.11	52	0,253	199	420	361	319	283	250	224	199	178	158
2	St 60.11	62	0,155	211	331	308	283	262	244	227	211	196	182
3	St 70.11	72	0,300	226	512	450	392	341	299	260	226	198	174
4	Ck 45 (C 40)	67	0,140	220	324	304	284	266	250	234	220	209	196
5	Ck 60 (C 60)	77	0,173	213	343	315	292	270	249	230	213	196	181
6	16 MnCr5	77	0,267	210	435	383	340	302	266	236	210	188	167
7	18 CrNi6	63	0,300	226	514	451	392	341	300	259	226	198	175
8	42 CrMo4	73	0,267	250	500	450	400	355	315	280	250	224	200
9	34 CrMo4	60	0,215	224	400	361	329	300	275	246	224	205	187
10	50 CrV4	60	0,264	221	462	410	361	319	282	250	221	199	178
11	55 NiCrMoV6 rec.	94	0,240	174	347	307	272	239	217	193	174	154	135
12	55 NiCrMoV6 bon.	HB = 352	0,240	192	367	331	295	266	238	210	192	172	153
13	15 CrMo5	59	0,170	229	365	339	313	290	268	247	229	202	198
14	Mechanite	36	0,265	127	258	230	205	184	164	144	127	113	101
15	Fundición dura	HR <sub>c</sub> = 46	0,195	206	350	319	294	268	245	224	206	190	174
16	GG 26	HB = 200	0,264	116	236	211	187	166	147	130	116	103	93





## TIPOS DE VIRUTA

### □ **Totalmente discontinua:**

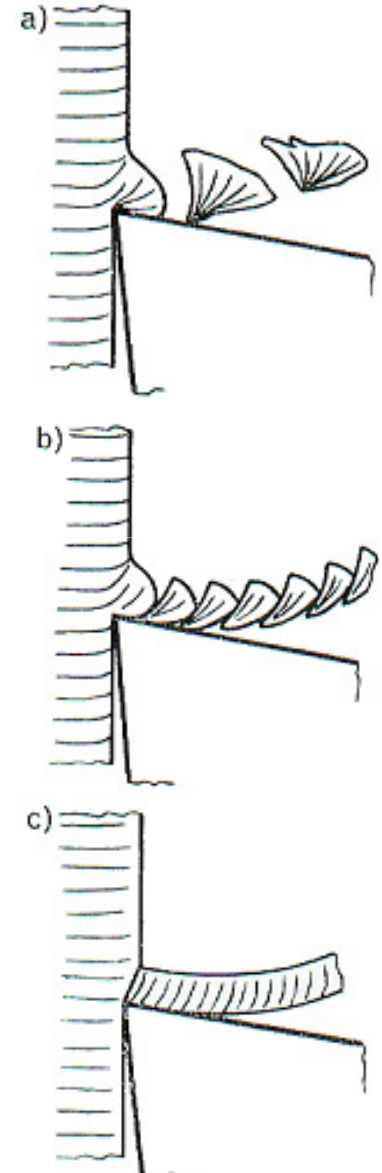
- ✓ **Materiales frágiles (no soportan tensión de cizallamiento).**
- ✓ **Materiales dúctiles ( $\downarrow\downarrow v_c$ ,  $\uparrow$ avance), no metálicos.**
- ✓ **Superficie de contacto muy reducida.**
- ✓  **$\gamma$  bajo o negativo ( $\downarrow\downarrow \gamma$ ); mecanizado en seco;  $\downarrow$  rigidez máquina.**

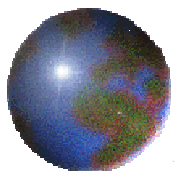
### □ **Parcialmente segmentada:**

- ✓ **Compuesta de elementos parcialmente unidos y ligados entre sí. Si la rigidez no es adecuada, como  $F_c$  varía continuamente, aparecen vibraciones  $\rightarrow$  calidad superficial y precisión dimensional.**

### □ **Continua:**

- ✓ **Materiales tenaces y dúctiles ( $\uparrow v_c$ ,  $\downarrow a$ ).**
- ✓  **$\gamma$  grandes ( $\uparrow\uparrow \gamma$ ).**





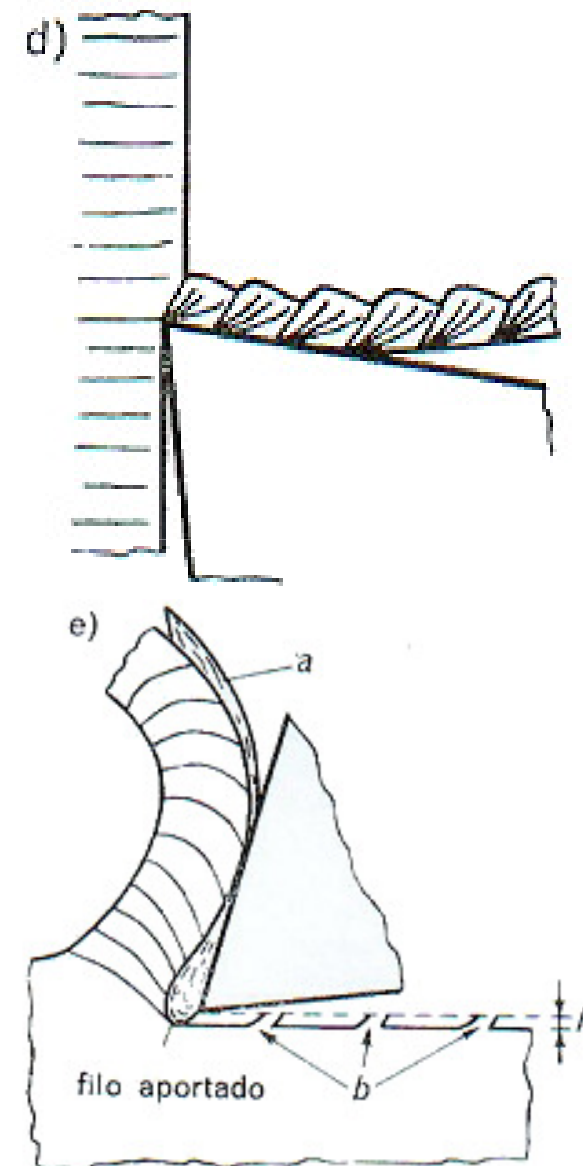
## TIPOS DE VIRUTA

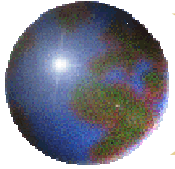
### □ **Ondulada:**

- ✓ **Existencia de vibraciones.**

### □ **Continua con filo de aportación (recrecido):**

- ✓ **Se forman capas de viruta debido al rozamiento en la superficie de contacto viruta-herramienta, y se quedan adheridas a herramienta.**
- ✓ **Filo aportado crece hasta que rompe bruscamente.**
- ✓ **Consecuencias: ↓ acabado superficial y ↓ vida de la herramienta.**





## ***TIPOS DE VIRUTAS***

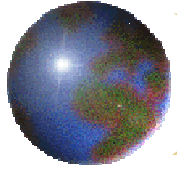
***El tipo de viruta está determinado primordialmente por:***

***a) Propiedades del material a trabajar***

***b) Geometría de la herramienta de corte***

***c) Condiciones del maquinado (profundidad de corte, velocidad de avance y velocidad de corte).***

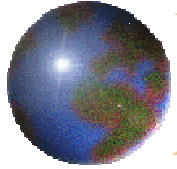
***En general, es posible diferenciar inicialmente tres tipos de viruta:***



## **TIPOS DE VIRUTAS**

***Viruta discontinua ó fragmentada***  $\Rightarrow$  este caso representa el corte de la mayoría de los materiales frágiles tales como el hierro fundido y el latón fundido. Para estos casos, los esfuerzos que se producen delante del filo de corte de la herramienta provocan fractura.

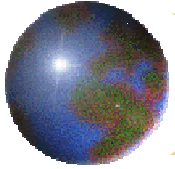
***Lo anterior se debe a que la deformación real por esfuerzo cortante excede el punto de fractura en la dirección del plano de corte, de manera que el material se desprende en segmentos muy pequeños. Por lo común se produce un acabado superficial bastante aceptable en estos materiales frágiles, puesto que el filo tiende a reducir las irregularidades.***



## **TIPOS DE VIRUTAS**

***Suelen formarse bajo las siguientes condiciones:***

- Materiales frágiles en la pieza, porque no tienen la capacidad para absorber las grandes deformaciones constantes que se presentan en el corte.***
- Materiales de la pieza que contienen inclusiones e impurezas duras.***
- Velocidades de corte muy bajas o altas.***
- Grandes profundidades de corte.***
- Ángulos de ataque bajos.***
- Falta de un fluido de corte eficaz.***
- Baja rigidez de la máquina herramienta.***

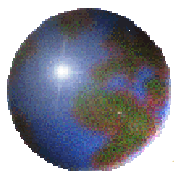


## TIPOS DE VIRUTAS

**Viruta Continua**  $\Rightarrow$  este tipo de viruta, el cual representa el corte de la mayoría de materiales plásticos que permiten al corte tener lugar sin fractura, es producido por velocidades de corte relativamente altas, grandes ángulos de ataque (entre  $10^\circ$  y  $30^\circ$ ) y poca fricción entre la viruta y la cara de la herramienta.

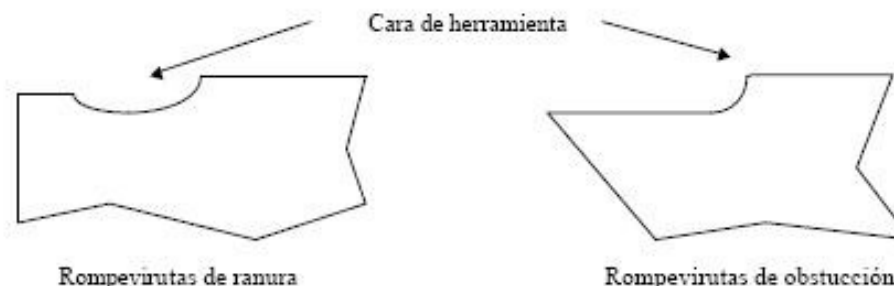
Las virutas continuas y largas pueden ser difíciles de manejar, y en consecuencia la herramienta debe contar con un **rompevirutas** que retuerza la viruta y la quiebre en tramos cortos.





## TIPOS DE VIRUTAS

### Rompevirutas

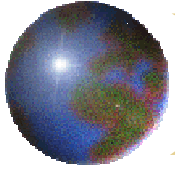


Es una **muesca o escalón** que se hace en la cara de ataque de las herramientas, para evitar la formación de virutas largas, principalmente en el torneado, cuyo enrollamiento dificulta la salida de la propia viruta, impide ver el trabajo y puede ser causa de accidentes.

Con el rompevirutas, la viruta larga va rompiéndose en pequeños trocitos medida que se produce.

En otras herramientas, como en las brocas, el rompevirutas impide la formación de virutas anchas.





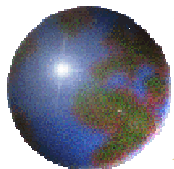
## TIPOS DE VIRUTAS

***Viruta Continua con protuberancias***  $\Rightarrow$  este tipo de viruta representa el corte de materiales plásticos a bajas velocidades en donde existe una alta fricción sobre la cara de la herramienta.

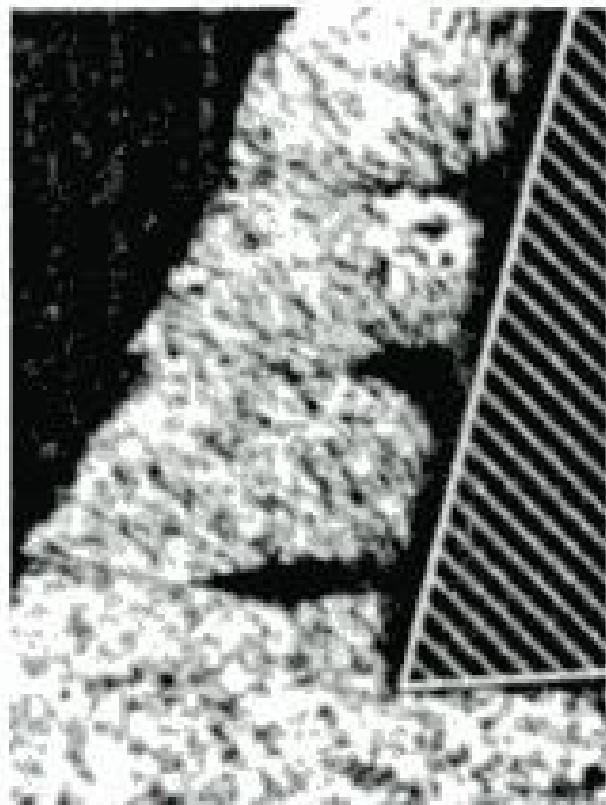
***Esta alta fricción es causa de que una delgada capa de viruta quede cortada de la parte inferior y se adhiera a la cara de la herramienta. La viruta es similar a la viruta continua, pero la produce una herramienta que tiene una saliente de metal aglutinado soldada a su cara.***

***Periódicamente se separan porciones de la saliente y quedan depositadas en la superficie del material, dando como resultado una superficie rugosa; el resto de la saliente queda como protuberancia en la parte trasera de la viruta.***

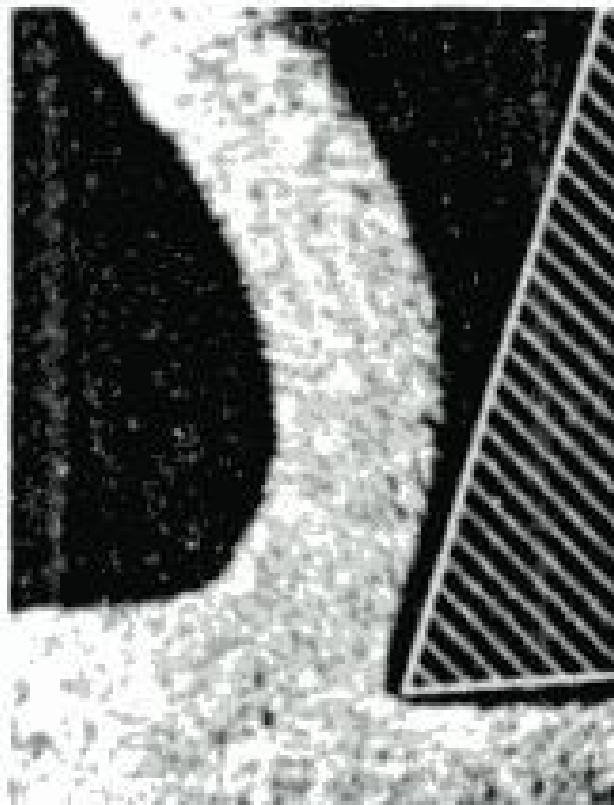




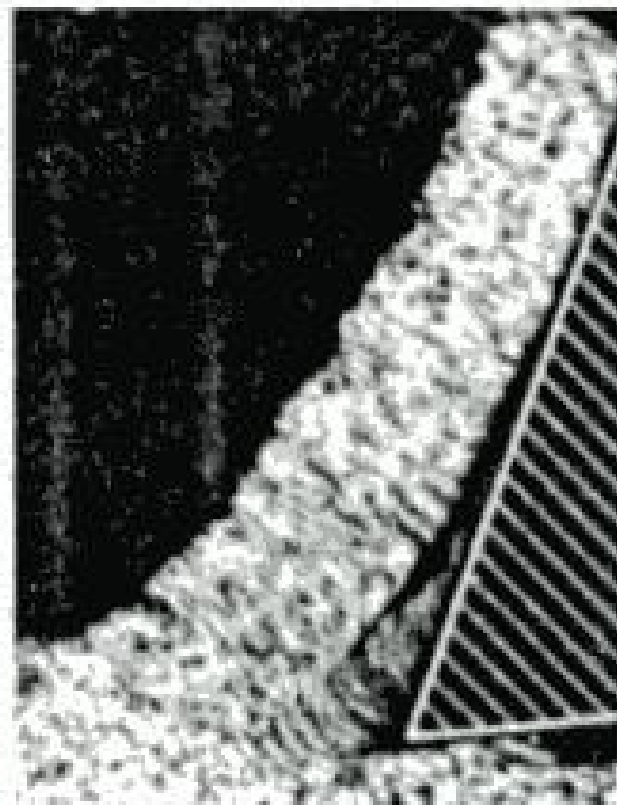
## ***TIPOS DE VIRUTAS***



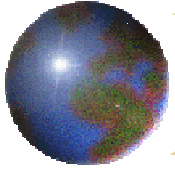
***Viruta Fragmentada***



***Viruta Continua***



***Viruta Continua con  
protuberancias***



***FIN***