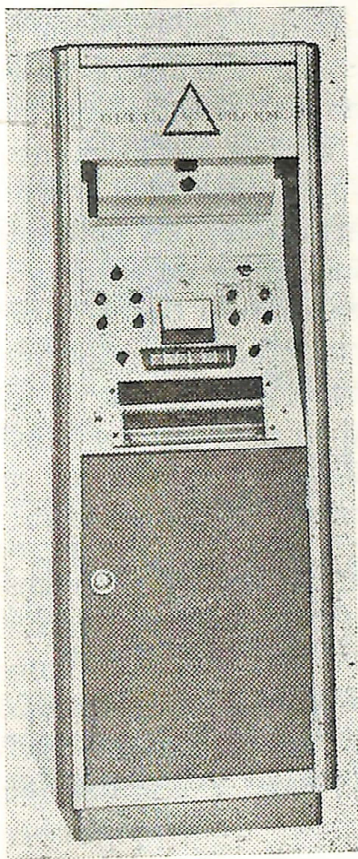


El Análisis Termo-Diferencial

Por el Prof Ing. Reinaldo Ellwanger

Introducción:

Hace algunos meses el Departamento Geológico de la Facultad Nacional de Minas, adquirió un Aparato para hacer análisis termo-diferenciales. Se trata del Instrumento "Delta Therm" cuya fotografía reproducimos en este artículo y que fue confeccionado por la Technical Equipment Corporation, Denver, Colorado, USA.



Este aparato puede servir a muchos propósitos. Los constructores lo recomiendan para laboratorio de Metalurgia, Química, Cerámica, Tecnología de Combustibles, Geología y Tecnología de Suelos.

En nuestra Facultad se usó el Aparato para investigar arcillas desde los puntos de vista técnico-cerámico en general y geológico. Así se hicieron investigaciones sobre las arcillas de La Unión, para conocer las clases de arcilla que ahí existen en diferentes puntos, incluyendo muestras tomadas en barrenos que llegaron hasta la roca subyacente para estudiar la formación total.

En lo sucesivo damos algunos datos sobre el análisis termo-diferencial y de algunos ensayos ejecutados. Hemos escogido para este fin análisis de sustancias que dan efectos térmicos propios a arcillas y que están mezcladas con otras sustancias que también muestran efectos termo-diferenciales, incluyendo rocas descom-

puestas. El uso del Delta Therm, que trabaja completamente automático es actualmente tanto geológico como técnico-cerámico.

ANALISIS TERMO-DIFERENCIAL

Sustancias expuestas a calentamiento pueden sufrir cambios endotérmicos y exotérmicos. El calor puede aplicarse en forma estática, lo que significa que el sistema ha sido puesto en equilibrio a una temperatura determinada antes de elevar nuevamente la temperatura o en forma dinámica, lo que significa que el calentamiento del sistema es progresivo. El incremento de calentamiento dinámico es constante.

En el análisis termo-diferencial se aplica el método dinámico. En el análisis termo-diferencial se aplica la misma rata de calentamiento simultáneamente a una sustancia inerte y a la sustancia que se desea examinar.

Para medir las temperaturas diferenciales se usan termopares, estos constan de elementos o de aleaciones. Un extremo del termo-par se coloca en la muestra y el otro en la muestra inerte que puede ser "Alundum" u óxido de aluminio. Nosotros usamos óxido de aluminio. Las conecciones están hechas de tal manera que los potenciales se contrarrestan. Si no hay reacción endo o exotérmica en la muestra por examinar, permanecen los potenciales en equilibrio. En este caso no se produce flujo de calor y el aparato traza una línea derecha. En nuestro aparato Delta-Therm esta línea inerte es vertical. Si se produce un efecto endotérmico, por ejemplo por deshidratación de la muestra, gira la curva que va dibujando el aparato a la derecha, y si se produce un efecto exotérmico, como por ejemplo cuando se destruye la red del mineral y recristaliza la sustancia, gira la curva a la izquierda.

Además traza el aparato automáticamente a cada 50° C de alza de temperatura una línea horizontal. Así se vé en qué intervalo de temperatura suceden los cambios termodiferenciales.

Es muy poco probable que hayan dos sustancias químicas con uniones de exactamente el mismo vigor. Las sustancias se descomponen, oxidan, deshidratan o cambian de fase en diferentes temperaturas según la red que posean.

La presencia de algún mineral diferencial en la sustancia examinada produce una flexión de la curva a la derecha o a la izquierda, y se puede conocer el causante de esta flexión por la forma en que cambia la curva y por el intervalo de temperatura en que se produce. Todos los hidrominerales, en especial los minerales de arcilla, sufren cambios endotérmicos o exotérmicos o ambos

cambios, y en ocasiones varias veces a diferentes temperaturas según su red. Se pueden ver estas salientes y medir sus magnitudes, observar su forma, su ascenso o descenso paulatino o brusco.

Tanto la amplitud de la curva como la forma de la punta en que culmina la reacción registrada en el diagrama, y la intensidad, es una función del cambio térmico-diferencial producido.

La amplitud de la curva en cierto intervalo de temperatura depende de la concentración del mineral que reacciona en la muestra. Esto hace posible una estimación "semi-cuantitativa" o sea una "apreciación cuantitativa".

Cada mineral dará una sucesión característica de salientes para uno y otro lado cuando la curva se aparta de la recta inerte. Lo característico de la curva será generalmente conocible a pesar de la presencia de impurezas. Así puede ser identificado un mineral determinado que se encuentra en una mezcla de minerales. Naturalmente se pone más difícil la identificación mientras más grande es el número de componentes que contiene la mezcla, porque hay entonces la posibilidad de interferencias de los efectos.

En casos difíciles se consulta una curva "patrón". Estas curvas se confeccionan usando minerales puros. Los minerales puros se mezclan con materia inerte de la especie con que suele aparecer en la naturaleza, usando proporciones determinadas cada vez, y estudiando las diferentes curvas. La experiencia obtenida en la observación de muchas curvas térmicas que corresponden a agregados bien definidos contribuye a interpretar nuevas mezclas complejas.

Las curvas de estos diagramas patrones se llaman Curvas Calibradas. Estudiando estas curvas calibradas se vé que la amplitud de la curva es una medida práctica para determinaciones cuantitativas muy aproximadas. También se puede proceder a determinar el área comprendida entre la curva que se produce por alguna reacción termo-diferencial y la línea de inercia. Se puede hacer esto con un planímetro. El área incluida por la curva y la línea recta que comunica comienzo y término de la curva es proporcional a la masa, o de hecho a la concentración del material que reacciona.

Como el calor de reacción de un material y la relación geométrica es constante, resultaría una relación lineal, si la conductividad térmica de la mezcla permanece constante cuando las proporciones de la mezcla varían. Esto no es estrictamente así, y ello se debe a pequeñas divergencias en la linealidad que se han observado y comprobado experimentalmente.

Estas relaciones son la base para el uso cuantitativo de la curva termo-diferencial.

En la práctica se aprecian las concentraciones en forma simple y satisfactoria por comparación. La relación entre la amplitud y el porcentaje con que participa el mineral que reacciona no es estrictamente lineal, porque el área tampoco es estrictamente proporcional a la amplitud.

Pero la diferencia no es importante. Se puede usar la amplitud directamente como medida aproximada que indica la concentración del mineral que reacciona.

A continuación algunas curvas termodiferenciales de Rionegro, Sonsón, Girardota, Bolombolo y Arcadia, del departamento de Antioquia.

Rionegro: N° 35 es una arcilla de apariencia plástica, de color blanco con escasas costras de hidróxido de hierro. No tiene impurezas arenosas, en cambio se ven sustancias terrosas cafés en moldes cristalográficos. La muestra natural contenía más de 50% de humedad. La curva termo-diferencial se hizo con material secado durante 24 horas a 105°C.

N° 36 es una arcilla blanca grisácea. Su humedad natural era de 40%. Esta muestra contenía sustancia arenosa y mica meteorizada. También fue secada 24 horas a 105°C.

CURVAS TERMO-DIFERENCIALES

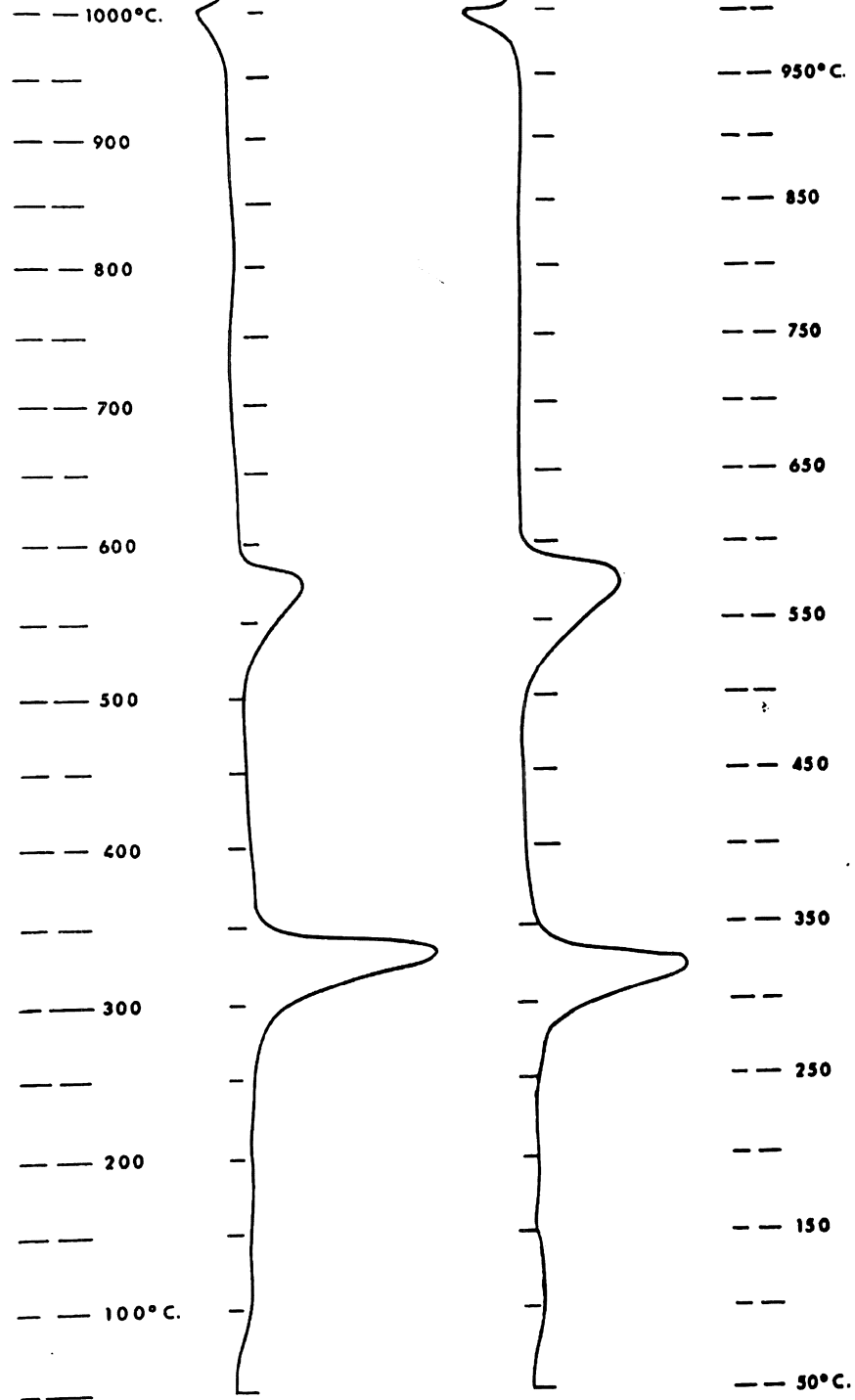
	INI- CIA	CUL- MINA	TER- MINA	EXTEN- SION en grados	AMPLITUD en mm. Sens. 5%	CLASE DE CURVA Y FORMA
M 35	275°	334°	359°	84°	35 mm	Endotérmica de Gibbsita.
	521°	574°	600°	79°	11 mm	Endotérmica de una arcilla, forma redondeada, regreso brusco. Efecto débil.
	963°	996°	1015°	52°	4 mm	Exotérmica de una arcilla, forma redondeada, débil.
M 36	275°	324°	350°	75°	26 mm	Endotérmica de Gibbsita; menos vigorosa que M 35.
	500°	575°	600°	100°	17 mm	Endotérmica de una arcilla forma redondeada, extensión mayor que M 35 y algo más amplia; regreso brusco.
	963°	996°	1015°	75°	8 mm	Exotérmica de una arcilla, forma algo más aguda y amplia, pero aún débil.

CURVAS TERMO-DIFERENCIALES

Muestras Presecadas a 105° C.

Procedencia: Rionegro-Sajonia

Temperaturas



Muestras: M35
Sensibilidad: 5%
Tamaño: menor de 230

M36
5%
menor malla 230

Ambas muestras tienen mucha Gibbsita. Las curvas endotérmicas de la sustancia arcillosa demuestran en ambos casos que caolinita y halloysita están presentes. Hay gran distribución de tamaños; la cristalización de M 35, en cuanto a la sustancia arcillosa, es deficiente; la de M 36 es mejor. M 36 tiene algo más arcilla.

Las cualidades plásticas eran deficientes en ambas muestras a pesar de la apariencia. Esto se debe al alto contenido de Gibbsita. Por el mismo motivo no se alcanzó una firmeza suficiente en la coadura a 1350° C, y se conservó una alta porosidad de alrededor de 40%. Esto indica que a una temperatura mayor podría producirse una aglomeración que le daría firmeza al producto. Material refractario.

A continuación 4 muestras que juntaremos en un solo gráfico.

Sonsón: N° 72: El aspecto general de la muestra era el de una caolinita blanca, de consistencia terrosa en estado seco. Las muestras húmedas eran gris amarillentas. Las muestras contienen capitas de limonita parda. En todas las clases separadas por tamizado, incluso en el paso por la malla 270, había fuerte participación de sílice.

Girardota: N° 73: El color de la muestra era gris verdoso con manchas rojizas, amarillentas. La participación de sustancia arcillosa es aparentemente pequeña. Entre las impurezas dominan componentes claros, transparentes, principalmente cuarzo, además, feldespatos alterados. El contenido de hierro parece importante. Las impurezas son subangulares. El aspecto general es el de una cuarzo-diorita descompuesta.

Tarso: N° 74: La muestra es de color rojo y contiene hierro, carbonatos, feldespatos alterados y algo de rutilo. Es una roca descompuesta.

Arcadia: N° 71: La muestra contiene vidrio volcánico fragmentado, restos de feldespatos, minerales de hierro y pigmento de hierro.

Las cuatro muestras fueron presecadas a 105°C. En el aparato termodiferencial se usó material menor malla 270 y se trabajó con una sensibilidad de 5%.

CURVAS TERMO-DIFERENCIALES

INI- CIA	CUL- MINA	TER- MINA	EXTEN- SION en grados	AMPLITUD en mm. Sens. 5%	CLASE DE CURVA Y FORMA
-------------	--------------	--------------	-----------------------------	--------------------------------	---------------------------

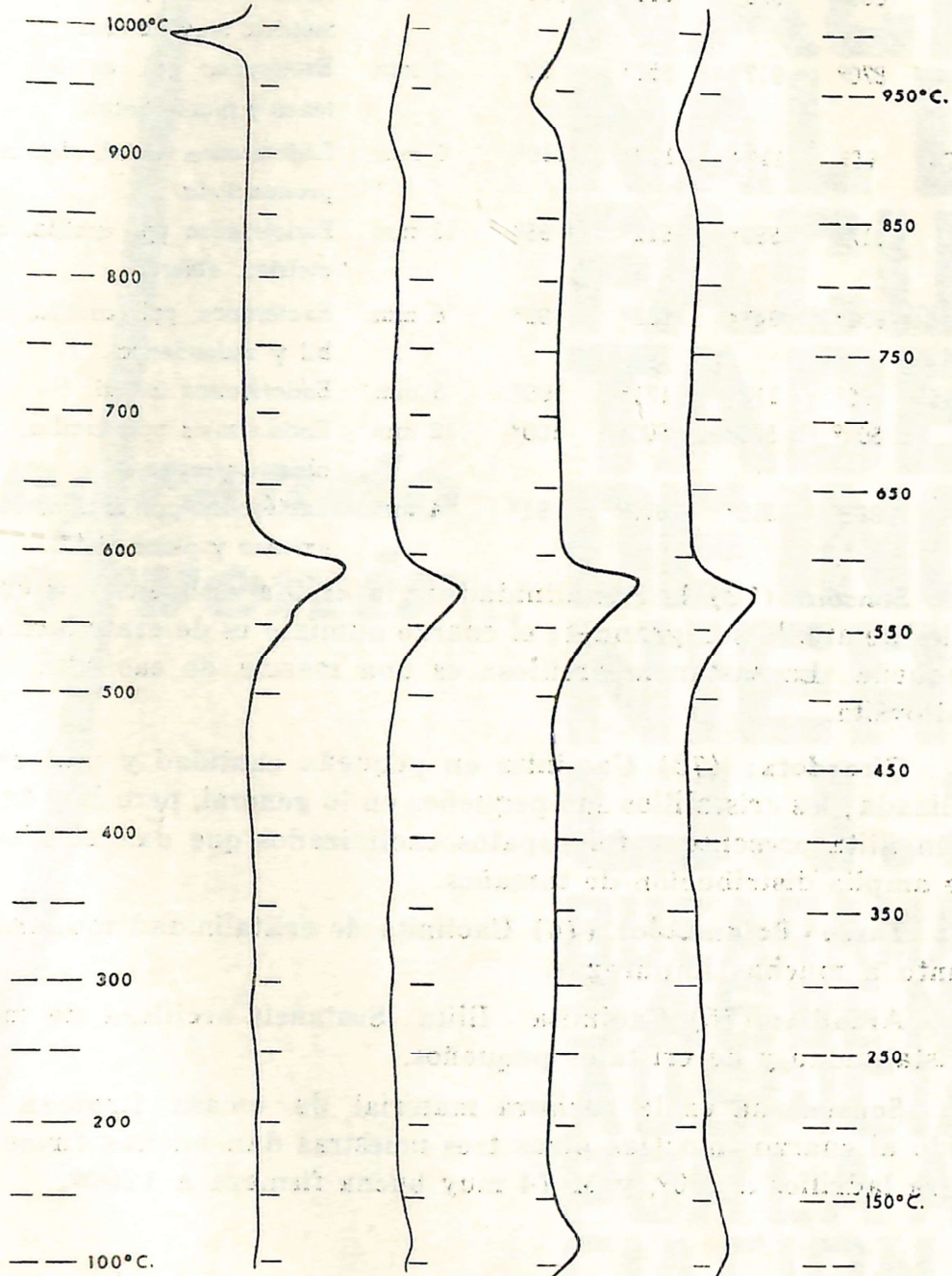


CURVAS TERMO-DIFERENCIALES

Muestras Procesadas a 105°C.

Procedencia: Sonsón Girardota Bolombolo Támesis

Temperaturas



Muestras:	M72	M73	M74	M75
Sensibilidad:	5%	5%	5%	5%
Tamaño:	menor de 270	270	270	270 (Malla) = 1/20 mm

M 72	500°	590°	620°	120°	17 mm	Endotérmica de arcilla en que interfieren los efectos de arcilla y cuarzo fino. Extensa.
	962°	990°	1010°	48°	16 mm	Exotérmica aguda y marcada
M 73	50°	110°	150°	100°	2 mm	Endotérmica inicial, débil.
	500°	576°	615°	115°	12 mm	Endotérmica ppl. arcilla; simétrica, muy abierta.
	870°	917°	950°	80°	2 mm	Exotérmica ppl. arcilla; extensa y plana, débil.
M 74	65°	117°	183°	115°	6 mm	Endotérmica inicial, algo más pronunciada.
	517°	583°	612°	95°	15 mm	Endotérmica ppl. arcilla, asimétrica, abierta.
	900°	947°	982°	82°	6 mm	Exotérmica ppl. arcilla, débil y redondeada.
M 75	65°	110°	171°	106°	5 mm	Endotérmica inicial.
	500°	576°	600°	100°	12 mm	Endotérmica ppl. arcilla, abierta y extensa.
	869°	910°	930°	91°	4 mm	Exotérmica ppl. arcilla; Muy extensa y plana, débil.

Sonsón: (72) la cristalinidad de la arcilla es buena, los cristales de arcilla son grandes; el cuarzo admixto es de granularidad pequeña. La sustancia arcillosa es una mezcla de caolinita con halloysita.

Girardota: (73) Caolinita en pequeña cantidad y mal cristalizada; los cristallitos son pequeños en lo general, pero hay también illita presente y feldespatos caolinizados que dan el efecto de amplia distribución de tamaños.

Tarso - Bolombolo: (74) Caolinita de cristalinidad moderada junto a muchas impurezas.

Arcadia: (75) Caolinita - Illita. Sustancia arcillosa de mala cristalinidad y de cristales pequeños.

Sonsón: da en la cochura material de escasa firmeza debido al cuarzo fino; las otras tres muestras dan buenas firmezas para ladrillos a 900°, y M 74 muy buena firmeza a 1200°.