

PRESENTACION DEL " ATLAS DE TRABAJABILIDAD EN CALIENTE DE
ACEROS"

POR

G.F. MERLONE, S.I. NUNEZ PETTINARI, J.E. RUZZANTE

Comisión de Energía Atómica
República Argentina

Trabajo a ser presentado en las 17. Jornadas metalúrgicas de la
Sociedad Argentina de Metales; 2. Encuentro argentino de
cerámicos y refractarios el 13-16 de April de 1993 San Carlos
de Bariloche -Argentina-

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA		NUMERO DE SERIE
TRAMITE DE PUBLICACIONES		82/93
TITULO Y SUBTITULOS Presentación del "Atlas de Trabajabilidad en Caliente de Aceros"		FECHA DE ENVIO ORGANISMO PROMOTOR
AUTORES G.F. Merloni - S.I. Núñez P. - J.E. Ruzante		FECHA DE RECEPCION COMISION DE PUBLICACIONES 5-3-93
ORGANISMO PROMOTOR Y DEPENDENCIAS GCIA. DESARROLLO DPTO. MATERIALES		TIPO DE PUBLICACION JORNADAS SAM
		NUMERO DE EJEMPLARES
DIRECCION POSTAL Y TELEFONO AV. LIBERTADOR 8250 - CAO INT. 276		AREAS RELACIONADAS INIS
PALABRAS CLAVE INIS: HOT WORKABILITY - HOT DEFORMATION - STEELS -		

82/93

The Atlas summarizes the experience of almost 2 decades of applied research in the siderurgical industry (IAS-CNEA joint agreements), by means of hot torsion tests to evaluate the hot workability in steels through ductility properties and deformation strength. It has a technical prologue, from the abundant specific bibliography, and diagrams of about 40 steels of domestic manufacturing. The information is of industrial application as well as metallurgical research.

INFORME DEL ORGANISMO PROMOTOR		DICTAMEN COMISION PUBLICACION
1.- ASPECTOS CIENTIFICOS X		CALIFICACION Aprobado
2.1 IMPLICANCIAS TECNOLOGICAS X		
2.2 IMPLICANCIAS COMERCIALES X		CLASIFICACION
		NO RESTRINGIDA
2.3 IMPLICANCIAS LEGALES		FECHA
		18/3/93
2.4 IMPLICANCIAS DE IMAGEN INSTITUCIONAL		
FIRMA DEL RESPONSABLE DEL O. 10		TRAMITE:
Dr. ALBERTO BOSCHETTINO a/c. Gerente de Desarrollo		A LA CAPACIDAD
E. Celat		AL ORGANISMO PROMOTOR

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA		NUMERO DE SERIE
TRAMITE DE PUBLICACIONES		82/93
TITULO Y SUBTITULOS <i>Presentación del "Atlas de Trabajabilidad en Caliente de Aceros"</i>		FECHA DE ENVIO ORGANISMO PROMOTOR
AUTORES <i>G.F. Merloni - S.I. Núñez P. - J.E. Ruzante</i>		FECHA DE RECEPCION COMISION DE PUBLICACIONES 5-3-93
ORGANISMO PROMOTOR Y DEPENDENCIAS <i>GCIA. DESARROLLO</i> <i>DPTO. MATERIALES</i>		TIPO DE PUBLICACION <i>JORNADAS SAM</i>
DIRECCION POSTAL Y TELEFONO <i>AV. LIBERTADOR 8250 -</i> <i>CAO INT. 276</i>		NUMERO DE EJEMPLARES
		AREAS RELACIONADAS <i>INIS</i>

PALABRAS CLAVE INIS:

HOT WORKABILITY - HOT DEFORMATION - STEELS -

RESUMEN

El Atlas resume la experiencia de casi 2 décadas de investigación aplicada para la industria siderúrgica (convenios IAS-CNEA), mediante ensayos de torsión en caliente para evaluar trabajabilidad en caliente de aceros, a través de las propiedades de ductilidad y resistencia a la deformación. Posee un prólogo técnico, a partir de abundante bibliografía específica y las curvas de unos 40 aceros de fabricación nacional. La información es de aplicación industrial.

INFORME DEL ORGANISMO PROMOTOR

1.- ASPECTOS CIENTIFICOS ☒2.1 IMPLICANCIAS TECNOLOGICAS ☒2.2 IMPLICANCIAS COMERCIALES ☒

2.3 IMPLICANCIAS LEGALES

2.4 IMPLICANCIAS DE IMAGEN INSTITUCIONAL

DICTAMEN COMISION PUBLICACIONES

CALIFICACION *Aprobado*

CLASIFICACION

NO RESTRINGIDA

FECHA

18/3/93

FIRMA DEL RESPONSABLE DEL O.

IO

Dr. ALBERTO SCHETTINO
a/c. Gerente de Desarrollo

TRAMITE:

A LA GARCIA-PRADO

AL ORGANISMO PROMOTOR

En Caliente ☒

PRESENTACIÓN DEL "ATLAS DE TRABAJABILIDAD EN CALIENTE DE ACEROS"

G. F. Merlone *, S. I. Núñez Pettinari **, J. E. Ruzzante **

1. INTRODUCCIÓN

Después de casi 2 décadas de investigación para la **industria siderúrgica**, se ha resumido la experiencia acumulada de los ensayos de **torsión en caliente**, inicialmente desarrollados por A. M. Hey y luego continuados por J. E. Ruzzante, J. Tormo y G. Carfi. Queda sistematizada la información tecnológica disponible, pudiendo consultarla quienes trabajan en deformación en caliente tanto en laboratorio como en planta.

La mayor parte del acero que se consume mundialmente ha pasado por uno o más procesos de deformación en caliente hasta adoptar su forma final. El estudio del trabajado mecánico en caliente de aceros abarca dos propiedades fundamentales: la **ductilidad** y la **resistencia a la deformación**. Estas características adquieren una enorme importancia tecnológica y económica a nivel industrial, por las cantidades de metal involucrado y el consiguiente consumo energético para la obtención de los semielaborados y productos finales.

A lo largo de estos años, hemos estudiado la trabajabilidad en caliente de una gran cantidad de aceros, desde los más simples (al carbono) hasta los más complejos (aceros para herramientas, inoxidables), realizando en ciertos casos investigaciones específicas sobre determinados grupos de aceros. Muchos de los resultados de estos estudios se presentaron en congresos y publicaciones nacionales e internacionales. Este atlas constituye la presentación ordenada y completa de estos resultados.

2. ATLAS DE TRABAJABILIDAD EN CALIENTE

El atlas está dividido en dos partes, la primera consiste en un **prólogo**

* Sector Laminación, Dirección de Investigaciones Industriales, **IAS**, C. M. Della Paolera 226 (1104), Capital Federal.

** Div. Tratamientos Termomecánicos, Depto. Tecnología de Materiales (CAC), **CNEA**, Av. del Libertador 8250 (1429), Capital Federal.

técnico y la segunda comprende las curvas de ductilidad y resistencia a la deformación de los aceros ensayados.

Estimamos necesaria la inclusión de este prólogo para aclarar algunos conceptos básicos (frecuentemente no tenidos en cuenta) e incluso algunos términos y definiciones elementales (tensiones y deformaciones), ya que a menudo se producen confusiones, tanto en la industria como en el laboratorio, dando origen a equivocaciones severas u omisiones esenciales.

En el prólogo se incluye una somera descripción de:

- Factores que afectan la trabajabilidad en caliente, sean **dependientes del metal** (mecanismos de fractura, flujo localizado y consideraciones metalúrgicas) o **del proceso** (deformación, velocidad de deformación, temperatura, fricción, estado tensional), como así también el análisis de los criterios de fluencia empleados.
- Comparación de los **ensayos de laboratorio** más empleados: tracción, compresión y torsión, sus alcances y limitaciones.
- Detalle pormenorizado de los equipos y el método experimental utilizado en los **ensayos de torsión**, además de la elaboración de los datos para la obtención de los resultados (ductilidad y resistencia).
- **Aplicaciones industriales** de los resultados, que involucran el estudio de la resistencia, la ductilidad y la evolución estructural durante los procesos de deformación en caliente, además de la posibilidad de efectuar la **simulación de procesos** de deformación industriales (tales como laminación, forjado y extrusión) y evaluar distintos **tratamientos termomecánicos** para obtener productos metalúrgicos con propiedades mecánicas predeterminadas.

El prólogo fue elaborado a partir de una amplia bibliografía que abarca libros y artículos de autores especializados en el tema (ver bibliografía), la normalización nacional e internacional y la información técnico-comercial disponible.

La segunda parte agrupa las **curvas de ductilidad** (fig.1) y **resistencia** a la deformación de los aceros ensayados. Generalizando se puede decir que para la mayoría de los aceros el rango de temperaturas (T) empleado está comprendido entre 900 °C y 1300 °C y el rango de velocidades de deformación ($\dot{\epsilon}$) entre 0,1 s⁻¹ y 8 s⁻¹. Alternativamente, en donde fue posible, se

trazaron los ábacos (nomogramas) que relacionan las principales variables del proceso (T , $\bar{\epsilon}$, $\bar{\sigma}_{max}$)(fig.2). Debido a que la ductilidad es fuertemente dependiente de la composición química, en todos los casos figura la composición química de colada del acero ensayado.

Para facilitar la búsqueda los aceros, se ordenaron de acuerdo con la complejidad creciente del grado de aleación, desde los aceros comunes al carbono hasta los aceros de alta aleación o especiales.

3. CONSIDERACIONES FINALES

Si bien nadie emplea un acero para un uso determinado sin conocer sus propiedades mecánicas, muy a menudo se lo deforma en caliente sin conocer adecuadamente sus propiedades a temperaturas elevadas.

De poco sirve esforzarse en diseñar nuevos y mejores equipos, si no se evalúa el comportamiento del acero que se quiere deformar, este análisis redundará en una mayor productividad.

Dadas las escasas publicaciones de esta índole, especialmente en castellano, consideramos que la información expuesta en el atlas será de gran utilidad en los medios industriales, científicos y académicos.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Rossard C. et Blain P.; "Evolution de la structure de l'acier sous l'effect de la déformation plastique à chaud"; Mem. Scie. Rev. de Metallurgie, vol. 56, nº 3, 1959.
- "Metalurgia Mecánica"; George M. Dieter Jr.; Ed. Aguilar, 1967.
- "Deformation Under Hot Working Conditions"; ISI pub. 108, 1968.
- C. M. Sellars and W. J. Mc. G. Tegart; "Hot Workability"; Int. Met. Rev., vol. 17, Rev. 158, 1972.
- A. Faessel; "La simulation du laminage par l'essai de torsión"; C.I.T. nº4, 1976.
- "Hot Working and Forming Processes"; MS book 264, 1980.
- "Deformación Plástica en Caliente Utilizando Ensayos de Torsión en Caliente"; Carfi G. et al, I.A.S., 1981.
- "Metals Handbook, Forming and Forging"; vol. 14, 9th Ed., ASM, 1988.

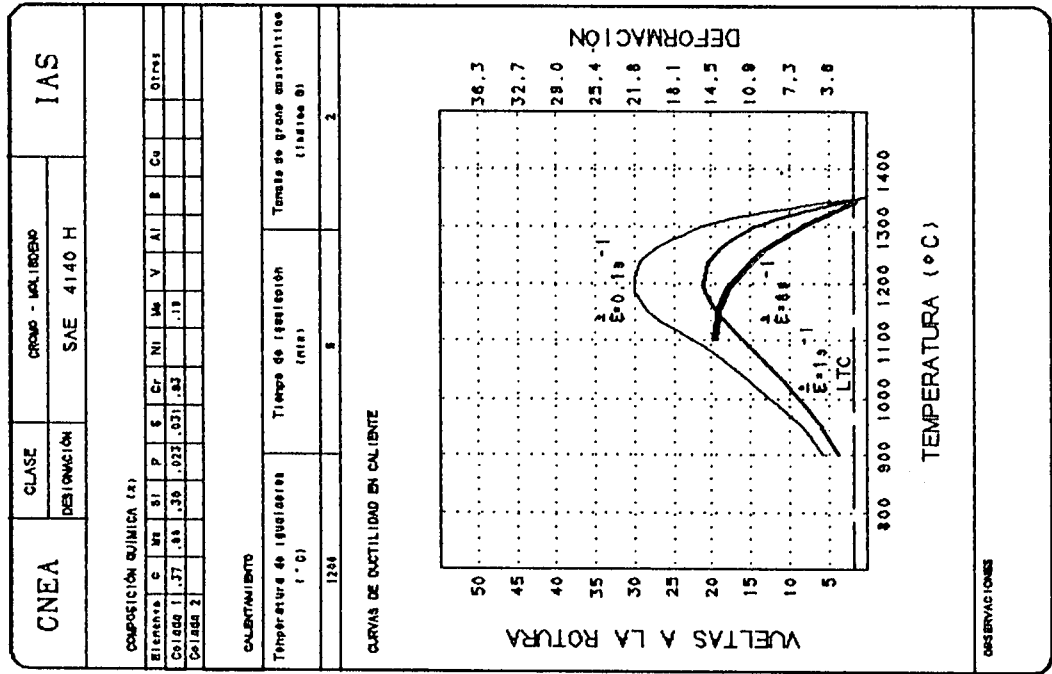


Fig.1.

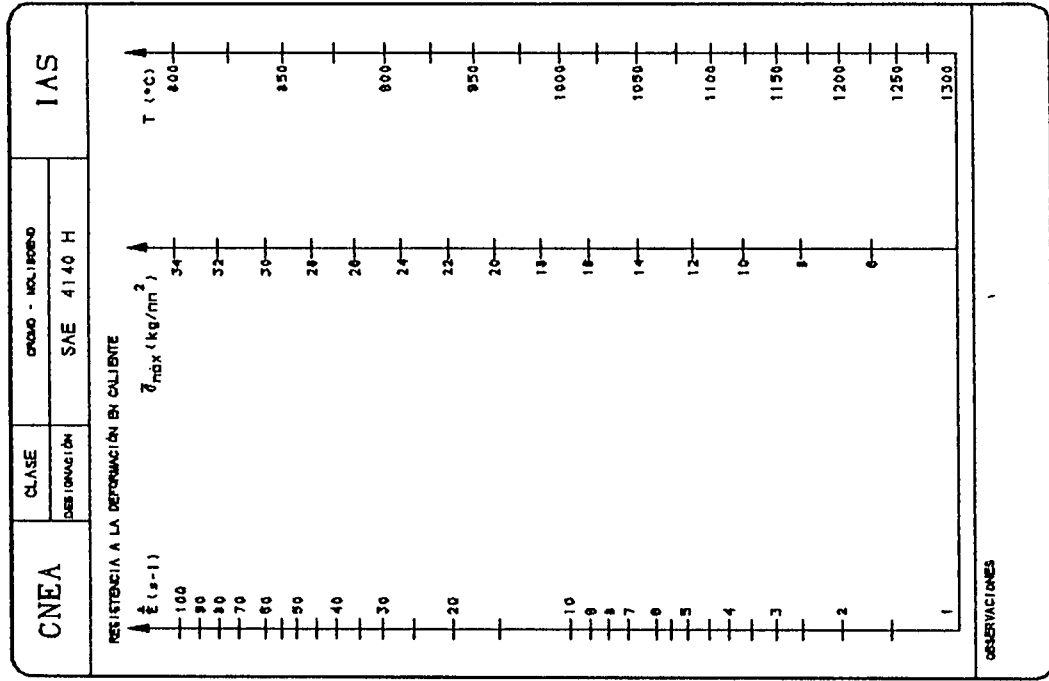


Fig.2.