

COMPORTAMIENTO DE LAS PLANCHAS DE ACERO ESTRUCTURAL CON LAS VARIACIONES DE TEMPERATURA

Ing. Gustavo Vela Prado

Sr. Pedro Barreda Grados

Servicio Industrial de la Marina-Callao

RESUMEN

Si un acero al carbono estructural se somete a un rango de variaciones de temperatura, sus propiedades mecánicas, entre ellas la tenacidad, es directamente alterada. Esta variación puede medirse en las curvas que se obtuvieron plotando los valores de energía absorbida en pies-libras de una serie de probetas de Impacto sometidas a distintas temperaturas y con diferentes tratamientos térmicos. Las pruebas se efectuaron en las instalaciones del Laboratorio de Química y Metalurgia del SIMAC.

INTRODUCCION

Entre las varias pruebas mecánicas a las que se somete a un material las pruebas de Impacto merecen especial atención, por cuanto, no obstante ser una prueba básica, fácil de realizar y rápida en su ejecución, proporciona información invaluable sobre la resistencia al impacto de un material en condiciones especiales, de rangos determinados de variaciones de temperatura. Un material sometido a tratamiento térmico puede tener una dureza satisfactoria y alta resistencia a la tracción, pero sus valores de resistencia al impacto, es decir su resiliencia, pueden ser bajas, como precisamente se constata en estas pruebas.

Aún cuando existen varios argumentos en contra del uso de esta prueba, como por ejemplo de que solo es una prueba comparativa; que la probeta por ser muy pequeña no es representativa del todo estructural; sin embargo, es la única prueba que con sus resultados permite clasificar el comportamiento de un material cuando vá a trabajar a temperaturas debajo de las normales.

En general en las especificaciones de materiales para la fabricación de equipos y estructuras metálicas se está considerando como obligatorio las pruebas de impacto, existiendo solamente diferencias de opinión en la elección del tipo de probeta, es decir si se trata de probetas Charpy, Izod, Tracción-Impacto, Mesnager, Schnadt, etc.

Las bajas temperaturas que se necesitan para la ejecución de las pruebas se consiguen con mezclas de alcohol o acetona y hielo seco (CO₂).

El tiempo que se empleó en el traslado de las probetas desde el recipiente hasta la máquina de pruebas fué de 5 segundos conforme lo especifica la norma ASTM.

Las pruebas de Impacto se efectuaron en el Equipo Probador de Impacto Tinius Olsen "Change-O-matic".

Las pruebas de tracción se efectuaron con el Equipo Universal de Pruebas Mecánicas Tinius Olsen Mod. Super "L" de 120,000 libras de capacidad, cuya última calibración fué realizada en Febrero de 1975.

Las pruebas de dureza se efectuaron con el Equipo Rockwell Universal Marca Wilson Modelo 4JR.

Información técnica del acero estructural

El acero estructural que se empleó en los trabajos fué una plancha de 5/8" de espesor.

De esta plancha se realizaron los siguientes análisis y pruebas:

a) Análisis químico.-

Con el siguiente resultado:

CARBONO	0.21 %
MANGANESO	0.90 %
Silicio	0.050 %
AZUFRE	0.010 %
FOSFORO	0.012 %

b) Pruebas mecánicas.-

1.- Prueba de tracción.- Se preparó probetas de 0.125 pulgadas cuadrada en el sentido de laminación.

El resultado de las pruebas es el siguiente:

Esfuerzo ruptura a la tracción 47.8 Kg/mm²

Esfuerzo de fluencia 28.1 Kg/mm²

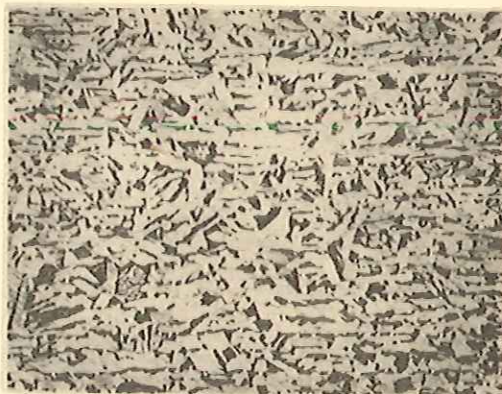
Porcentaje alargamiento en 2 pulgadas 32.5 %

Dureza 68 Rockwell "B"

Prueba de impacto a 20°C (Ambiente) 96 pies-libras

c) Análisis microscópico.-

La estructura está formada por granos cristalinos de ferrita y perlita, distribuidos en bandas paralelas.



REACTIVO ATAQUE
TIEMPO ATAQUE
AMPLIACION

NITAL AL 5%
20 Segundos
100 X

TRATAMIENTO TERMICO

A un grupo de probetas de impacto y de tracción se les sometió a los siguientes tratamientos térmicos.

- 1.- Recocido
- 2.- Normalizado
- 3.- Templado en aceite y revenido a 200°C
- 4.- Templado en agua y revenido a 200°C

El procedimiento aplicado en los Tratamientos térmicos fué el siguiente:

- 1.- Tratamiento térmico de recocido:
 - a) Se colocó las probetas en caja cerrada.
 - b) Se calentó el horno hasta la temperatura de 926°C
 - c) Se mantuvo a esta temperatura durante 10 minutos.
 - d) Se enfrió las probetas en el horno
- 2.- Tratamiento térmico de normalizado.
 - a) Se colocó las probetas en caja cerrada
 - b) Se calentó el horno hasta la temperatura de 926°C (1700°F)
 - c) Se mantuvo a esta temperatura durante 10 minutos
 - d) Se retiró las probetas del horno (y de la caja) dejando enfriar al aire tranquilo.
- 3.- Tratamiento térmico de templado en aceite y revenido en el horno a 200°C
 - a) Se colocó las probetas en caja cerrada.
 - b) Se calentó el horno hasta la temperatura de 926°C (1700°F)
 - c) Se mantuvo a esta temperatura durante 10 minutos.
 - d) Se extrajo las probetas del horno y de la caja y se templó en aceite.
 - e) Se procedió al revenido inmediatamente en el horno a 200°C.
 - f) Se retiró las probetas del horno y se dejó enfriar al aire.
- 4.- Temple en agua y revenido en el horno a 200°C
 - a) Se colocó las probetas en caja cerrada.
 - b) Se calentó el horno a la temperatura de 926°C (1700°C)
 - c) Se mantuvo a las probetas durante 10 minutos a esta temperatura.
 - d) Se retiró las probetas del horno y de la caja y se templó en agua.
 - e) Se procedió al revenido inmediatamente en el horno a 200°C.
 - f) Se retiró las probetas del horno y se dejaron enfriar al aire.

Pruebas de Impacto

Estas pruebas se efectuaron a distintas temperaturas tanto a probetas sin tratamiento térmico como a las probetas con el tratamiento térmico indicado en el párrafo anterior.

El resultado de las pruebas es el siguiente:

Probetas sin tratamiento térmico.-

Temperatura en °C	Energía absorbida en pies-libras
20°C	96
15°C	65
10°C	52
5°C	45
0°C	35
-5°C	30
-10°C	16
-15°C	12

Probetas con tratamiento térmico de recocido

Temperatura en °C	Energía absorbida en pies-libras
20°C	62
10°C	40
5°C	35
0°C	22
-5°C	17
-10°C	16
-15°C	6

Probetas con tratamiento térmico de Normalizado

Temperatura en °C	Energía absorbida en pies-libras
20°C	18
5°C	12
0°C	8
-5°C	8
-10°C	6
-15°C	4

Probetas con tratamiento térmico de templado en aceite y revenido a 200°C.

Temperatura en °C	Energía absorbida en pies-libras
20°C	7
5°C	6
0°C	5
-5°C	5
-10°C	4
-15°C	5

Probetas con tratamiento térmico de templado en agua y revenido a 200°C

Temperatura en °C	Energía Absorbida en pies-libras
20°C	7
5°C	7
0°C	6
-5°C	5
-10°C	5
-15°C	5

Pruebas Mecánicas y Análisis Metalográfico

A las probetas que se aplicó los tratamientos térmicos indicados se sometió a las pruebas mecánicas y análisis metalográficos con el siguiente resultado:

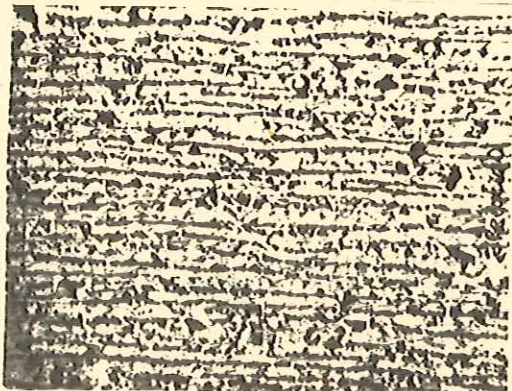
Probetas con tratamiento térmico de Recocido.

Prueba mecánica.-

Esfuerzo ruptura a la tracción	50.6 Kg/mm ²
Esfuerzo de fluencia	32.3 Kg/mm ²
Porcentaje de alargamiento en 2 pulgadas	32 %
Dureza	73 Rockwell B

Análisis metalográfico.-

La estructura está formada por bandas paralelas de ferrita y perlita.



Reactivo ataque	Nital al 5 %
Tiempo ataque	20 Segundos
Ampliación	100 X

Probetas con tratamiento térmico de Normalizado.-

Pruebas Mecánicas.-

Esfuerzo ruptura a la tracción	56.2 Kg/mm ²
Esfuerzo fluencia	No se determinó
% Alargamiento en 2 pulgadas	17 %
Dureza	20 Rockwell "C"

Análisis metalográfico.-

La estructura presenta agujas o bandas aciculares de ferrita, constituyendo la llamada estructura de Widmanstätten.



Reactivo ataque	Nital al 5 %
Tiempo ataque	20 segundos
Ampliación	100 X

Probetas con tratamiento térmico de templado en aceite y recocido a 200°C

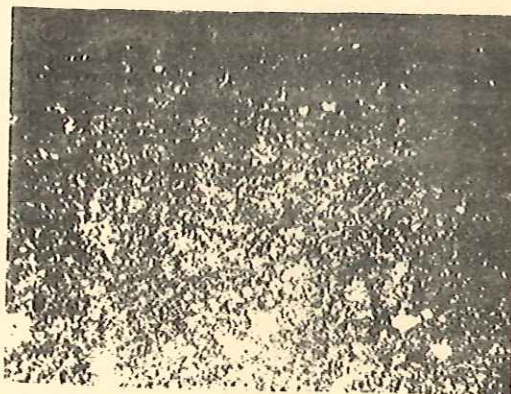
Pruebas Mecánicas.-

La prueba mecánica de tracción no se efectuaron.

Dureza 36 ROCKWELL "C"

Análisis metalográfico.-

La estructura está constituida por sorbita.



Reactivo ataque	Nital al 5%
Tiempo ataque	20 segundos
Ampliación	300 X

Probetas con tratamiento térmico de templado en agua y revenido a 200°C.

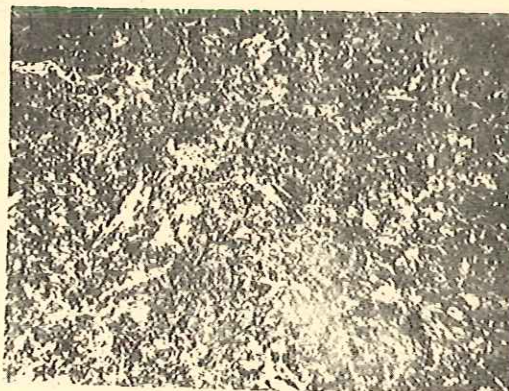
Pruebas Mecánicas.-

La prueba mecánica de tracción no se efectuaron.

Dureza 40 Rockwell "C"

Análisis metalográfico.-

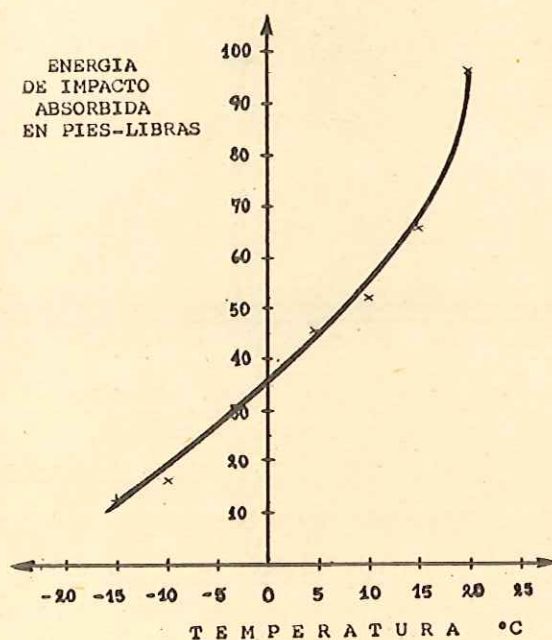
La estructura está formada por sorbita y agujas de martensita.



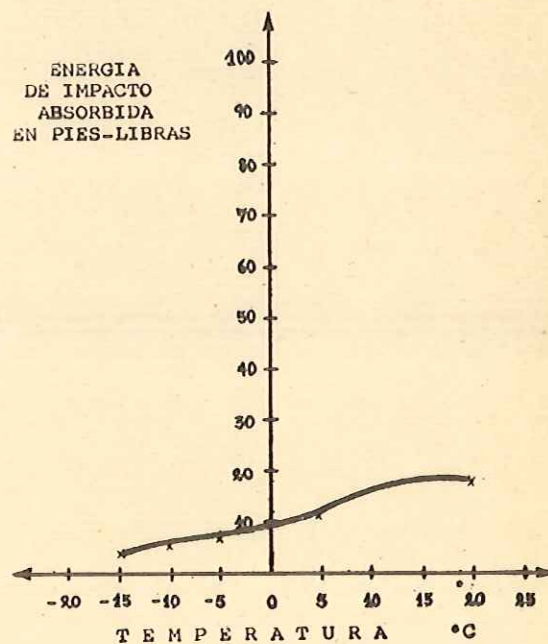
Reactivo ataque	Nital al 5 %
Tiempo ataque	20 segundos
Ampliación	300 X

Gráficos.- Con la información obtenida en las pruebas de Impacto se ha plotado las siguientes curvas;

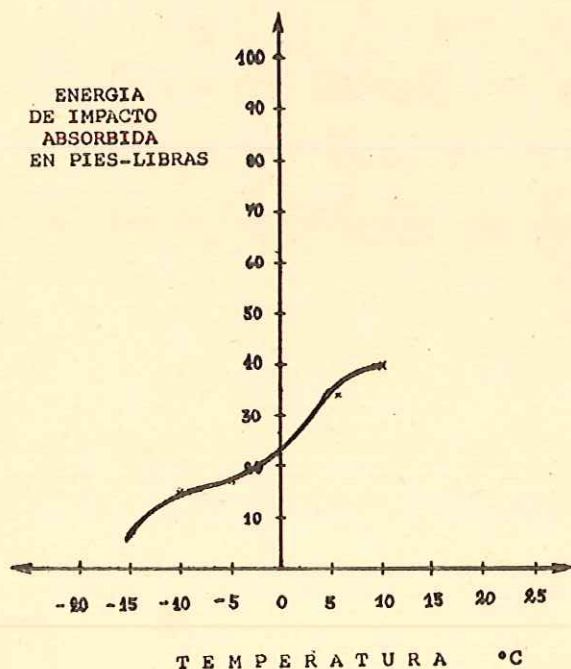
PROBETAS SIN TRATAMIENTO TERMICO



PROBETAS NORMALIZADAS



PROBETAS RECOCIDAS



PROBETAS TEMPLADAS EN AGUA Y REVENIDAS EN EL HORNO A 200°C.

