



División Metalurgia – INTEMA

*Producción de Partes Metálicas de Alta
Performance empleando Técnicas de
Fusión y Moldeo*

Dr. Ing. Roberto Boeri
*Profesor Titular (DE) UNMdP
Inv. Principal CONICET*

*Universidad Nacional de Mar del Plata -
CONICET*

Sumario

- Antecedentes de la DMI
- Personal y Equipamiento
- Aleaciones de muy alta resistencia mecánica
 - ADI
 - ABLC
- Oportunidades
- Ejemplos de desarrollos realizados

DIVISION METALURGIA INTEMA

- Más de 35 años de experiencia en ciencia y tecnología de fundiciones de hierro y otras aleaciones ferrosas.
- Grupo de Investigación: 10 Investigadores, 4 profesionales de apoyo, 5 becarios doctorales, 3 técnicos.
- Proyectos de investigación básica y aplicada en metales ferrosos colados, tribología, recubrimientos y otros temas.
- Desarrollo y transferencia de tecnología para el sector productivo.
- Formación RRHH



DMI: Objetivos Principales

- Potenciar la producción de partes metálicas por **moldeo**, entendiendo que, en muchos casos, esta es una ruta ventajosa tanto en lo técnico y como en lo económico.
- Desarrollar la tecnología de fabricación de **materiales ferrosos de alta resistencia y bajo costo**.
- Emplear la capacidad de **numerosas fundiciones en el país y la región** para proveer el material base para la producción de partes de alta resistencia.

Instalaciones en el INTEMA:



Laboratorio de fusión y colado



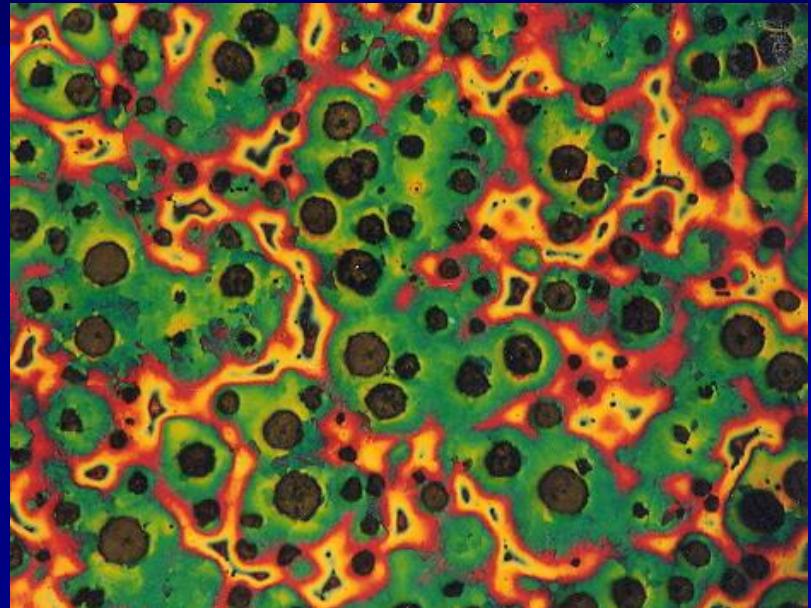
Laboratorio de Tratamientos térmicos

Instalaciones en el INTEMA:



Laboratorio de Metalografía

Óptica y Electrónica
Análisis de Imágenes



- Tracción
- Impacto
- Dureza
- Fatiga
- Fractotensión



Laboratorio de Ensayos mecánicos

Instalaciones en el INTEMA:

Laboratorio de Metrología ➔



Taller de mecanizado ➔

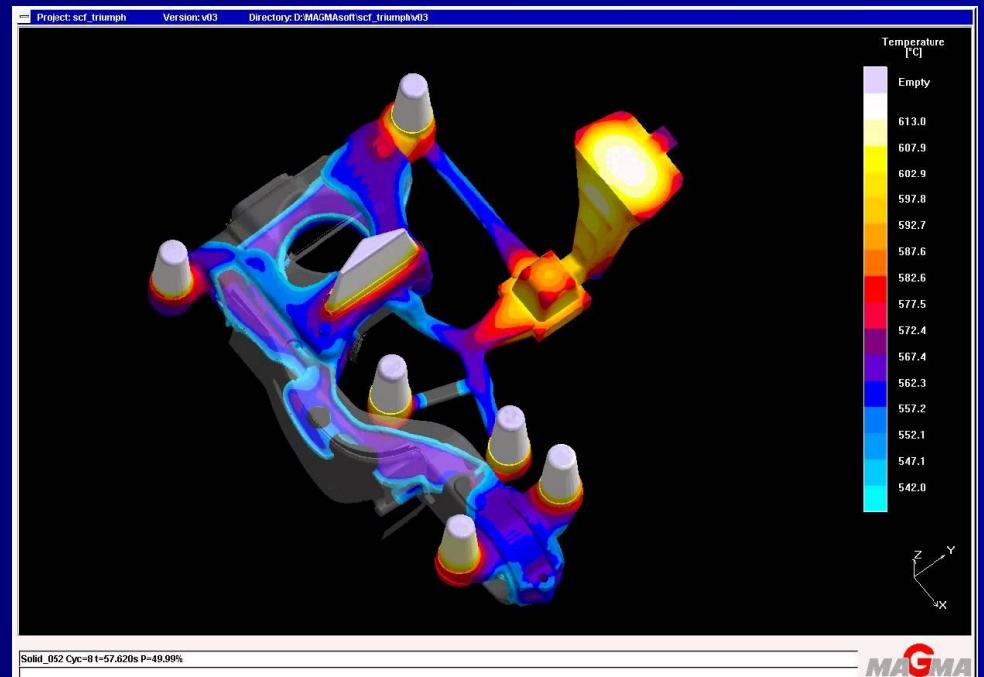


Instalaciones en el INTEMA:



Laboratorio de Simulación Computacional

- Procesadores de alto desempeño
- Licencia de uso académico de MAGMA
- Licencia de uso académico de Abaqus
- Impresora 3D de doble cabezal

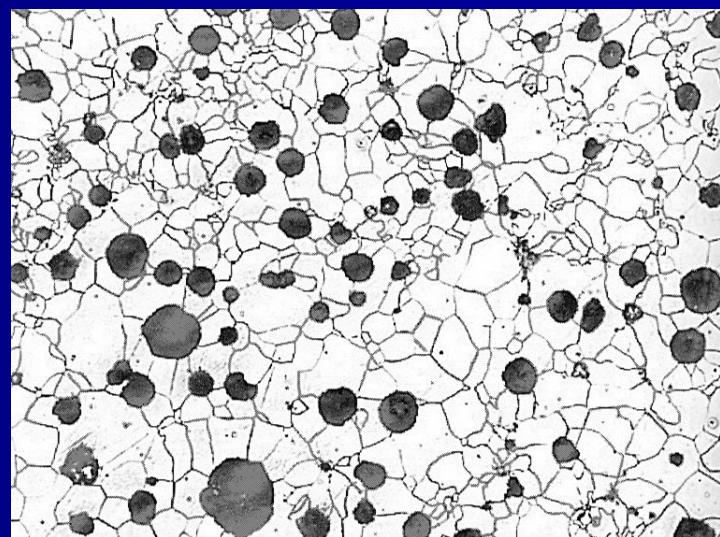


Algunos Materiales Ferrosos de muy alta resistencia

- Fundición de Grafito Esferoidal Austemperizada (ADI)
- Acero de Alto Silicio Austemperizado (Aceros Bainíticos Libres de Carburos)

Fundición de Grafito Esferoidal Austemperizada (ADI) – Qué es?

- Fundición de grafito esferoidal de buena calidad metalúrgica y adecuada composición química.
- Sometida a un tratamiento térmico de austemperizado.
- Alcanza excelentes propiedades mecánicas dentro de un rango amplio



COMO SE OBTIENE?

→ Someter a una FE a un TT de austemperizado → Involucra tres pasos

-Austenizado

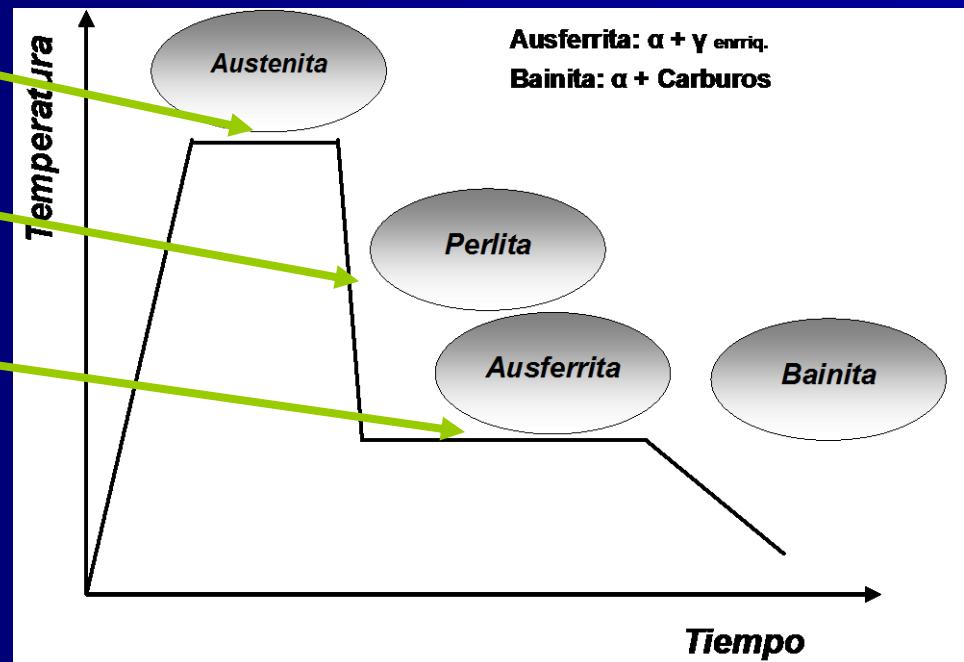
$850^{\circ}\text{C} < T < 950^{\circ}\text{C}$, t = 2-4hs

- Enfriamiento

Rápido para evitar transf. perlítica

- Austemperizado

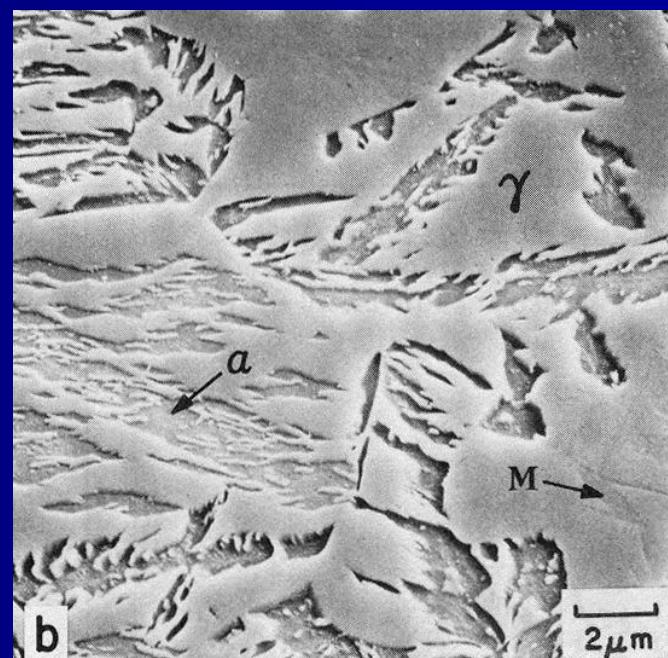
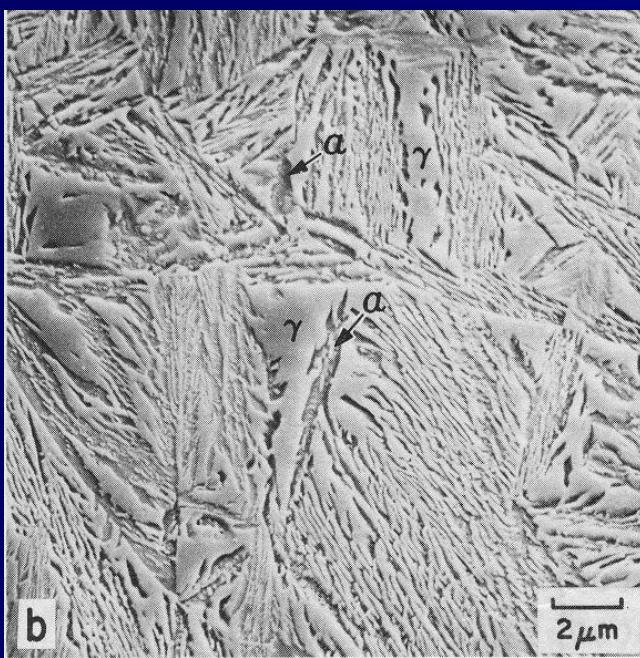
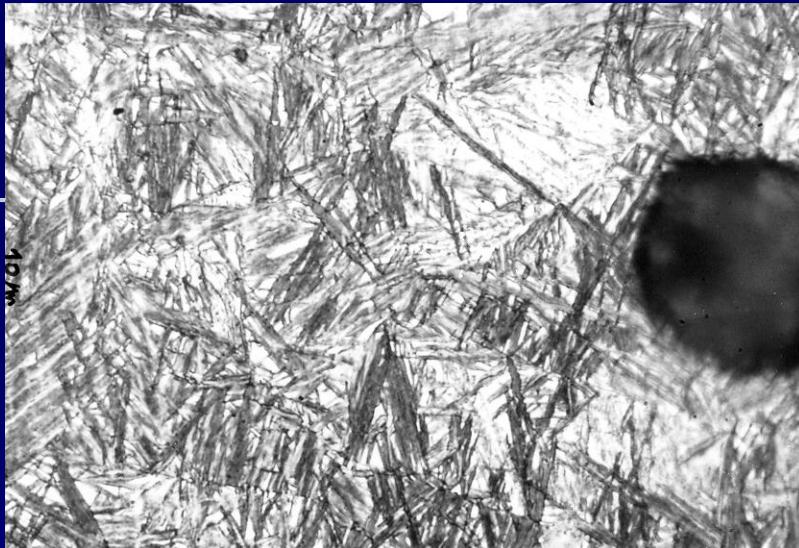
$250^{\circ}\text{C} < T < 450^{\circ}\text{C}$, t = 1-3hs



→ AUSTENIZADO

→ AUSTEMPERIZADO: Horno de sales fundidas

Microestructura



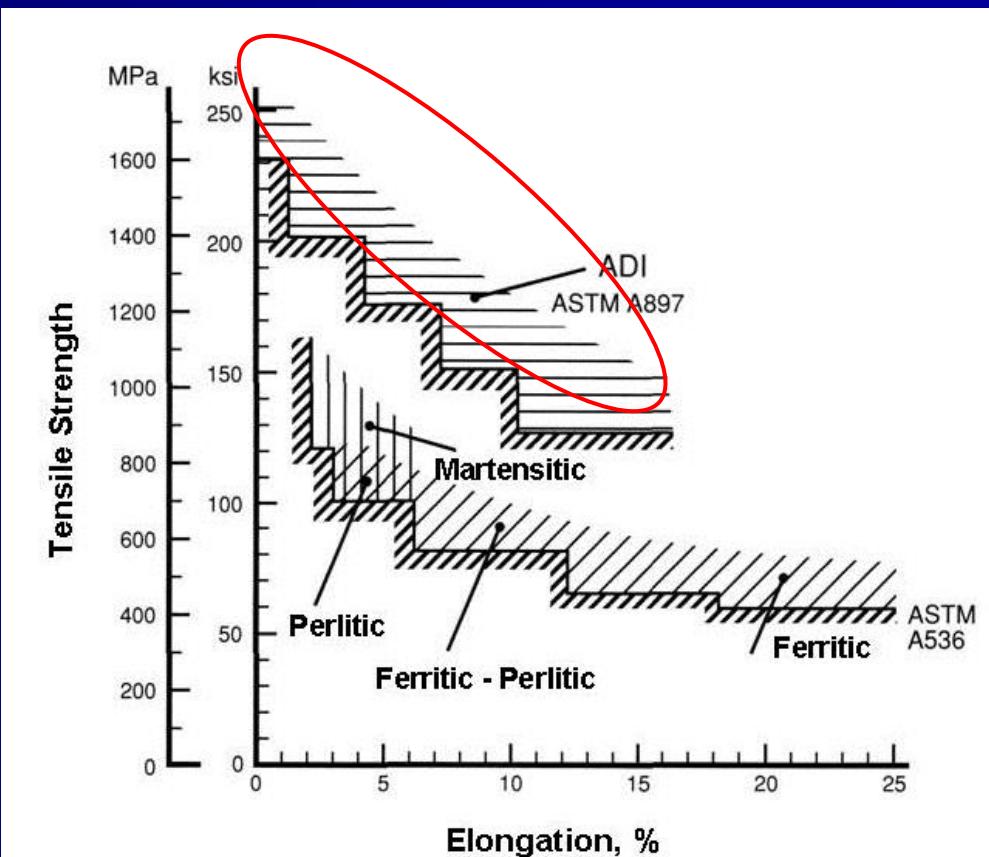
PORQUE UTILIZAR ADI?

→ **Excelente combinación de propiedades mecánicas** con respecto a otras FE y en el rango de los aceros aleados templados y revenidos.

→ Excelente colabilidad permite la obtención de partes con **formas complejas** directamente por colada

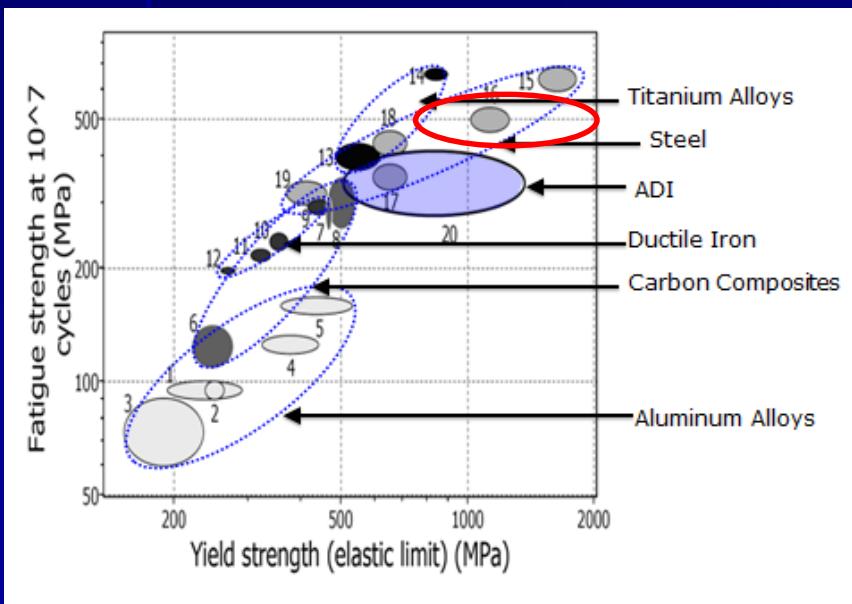
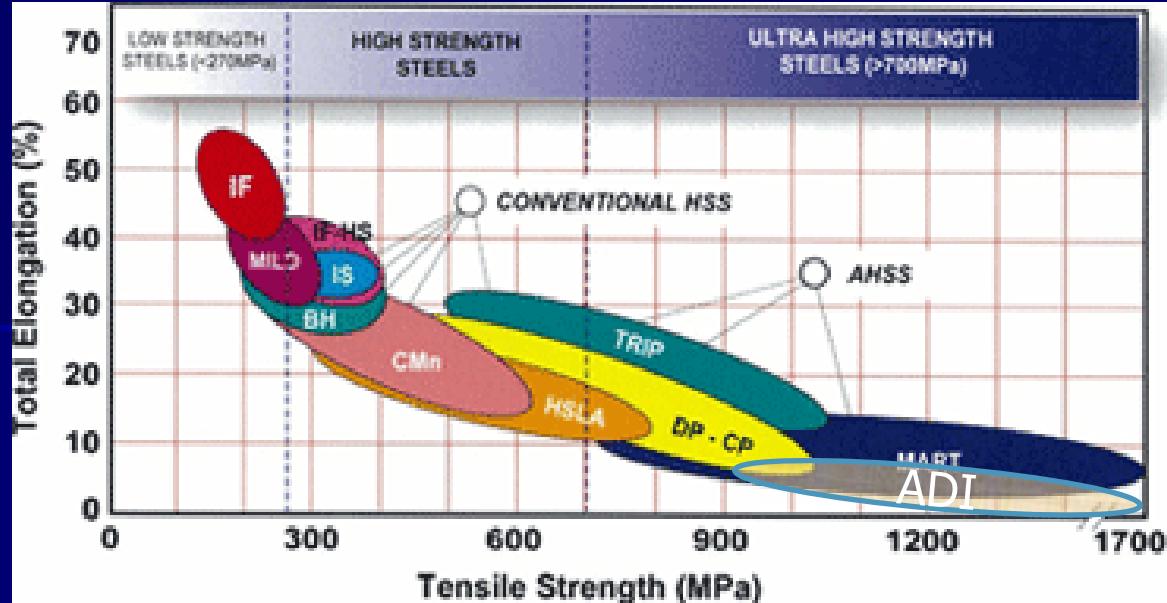
→ **Bajo costo** relativo del material de partida.

→ **Múltiples proveedores**



ADI

→ Resistencia a la rotura:
↓
presentan mejores
propiedades
que muchos aceros



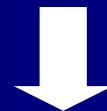
→ Tenacidad a la fractura → aceptable para muchas aplicaciones de compromiso

→ Propiedades a la fatiga
↓
superiores a FE con otras microestructuras
↓

Algo menor que el ACERO
de alta resistencia



Propiedades tribológicas: comportamiento satisfactorio ante diversos mecanismos de desgaste



POR SUS PROPIEDADES MECANICAS, EL ADI COMPITE CON ACEROS DE ALTA RESISTENCIA

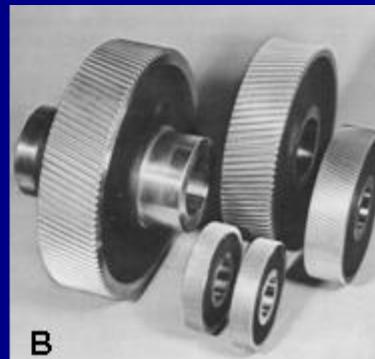
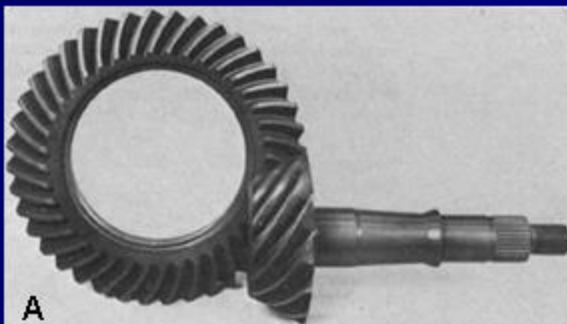
- Menor costo
- Mejor colabilidad
- Mejor maquinabilidad del metal base
- Mayor atenuación de vibraciones
- Autolubricación

Aplicaciones de ADI



Industria automotriz

Partes de
diferenciales →



Engranajes →





ADI en Argentina

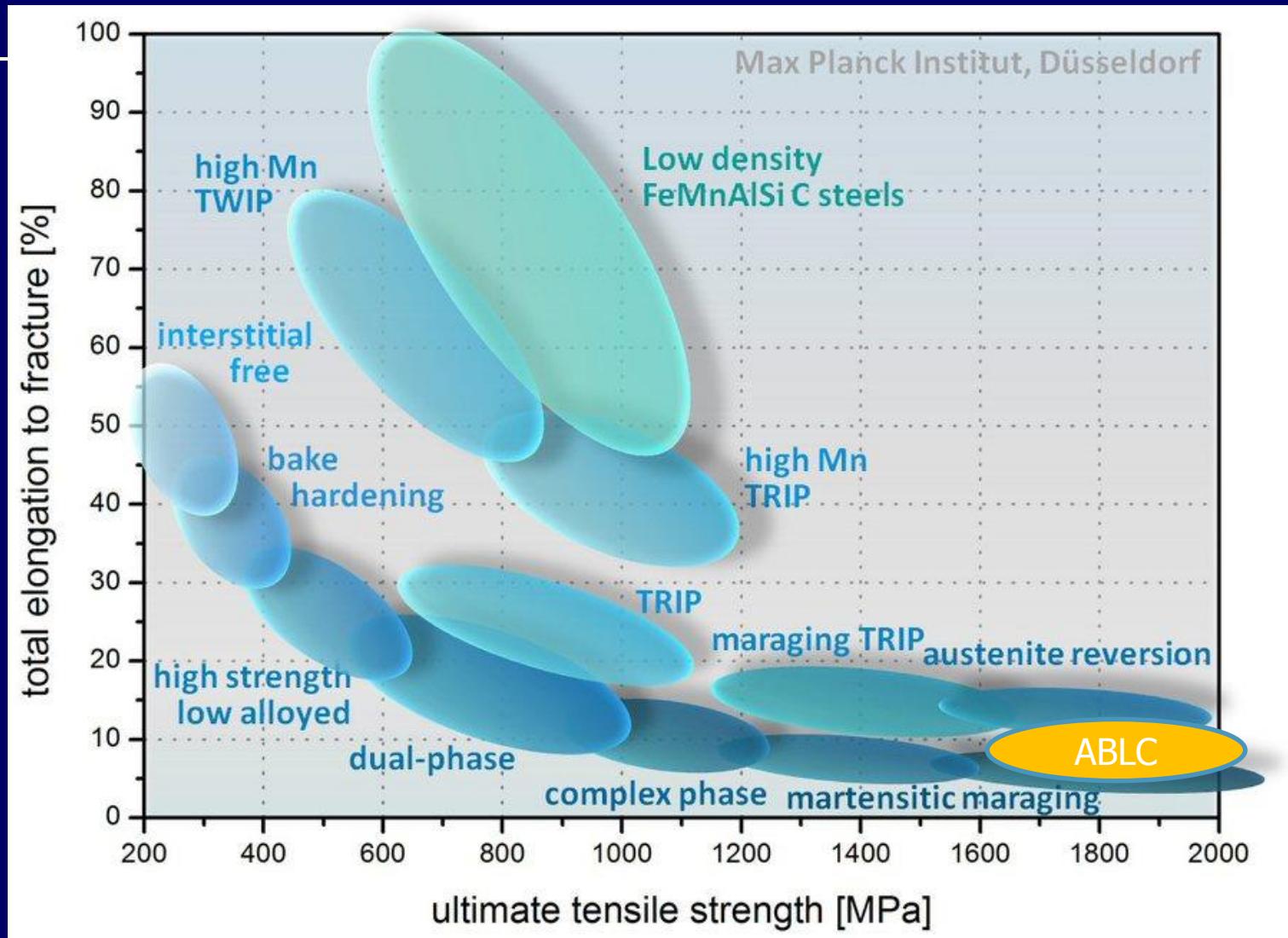
- Utilización muy infrecuente
- Sin embargo, la tecnología está madura, es conocida y está lista para ser usada
- La DMI tiene experiencia en el desarrollo de ADI

Acero Bainítico Libre de Carburos

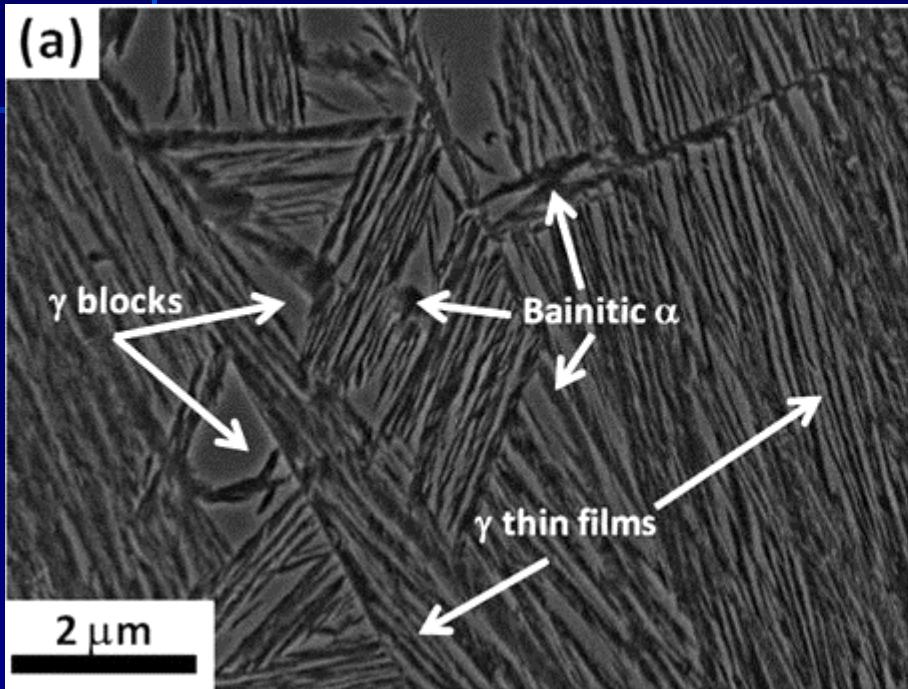
– Qué es?

- Acero de medio carbono, baja aleación y **alto Silicio (1,5 a 2,5%)**
- Sometido a un **tratamiento térmico de austemperizado** adquiere una microestructura compuesta por ferrita y austenita
- Alcanza **gran resistencia mecánica**
- Ha recibido marcado interés académico en la última década
- Los desarrollos actuales están mayormente enfocados en **aceros laminados.**

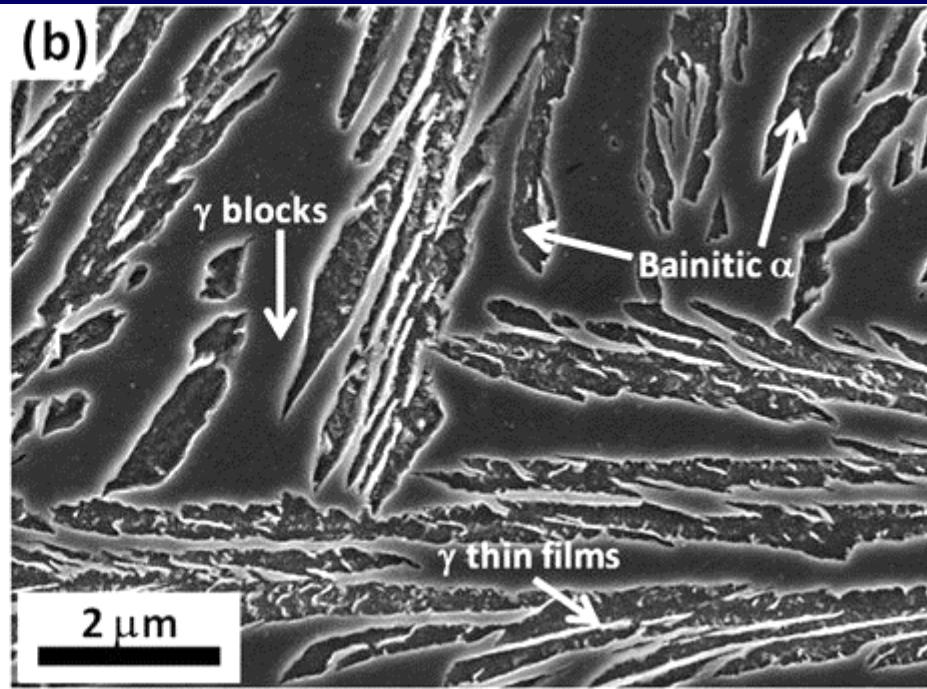
Aceros Bainíticos Libres de Carburos (ABLC)



Microestructura de ABLC



250 C



350 C

Aumento de resistencia mecánica por refinación
microestructural
NANOBAINITAS

RESULTADOS PRELIMINARES

ABLC

- Se diseñaron y probaron aleaciones específicas.
- Se optimizaron ciclos térmicos para cada aleación.
- Se han alcanzado valores de UTS>1700MPa con alargamientos a la rotura superiores al 10% **en aceros colados**, valores similares a los reportados para aceros laminados

ABLC en Argentina

- No se conocen reportes de utilización en partes coladas
- INTEMA está desarrollando la tecnología para piezas coladas
- En este momento ya hay suficiente conocimiento como para abordar el desarrollo de **prototipos y su prueba en servicio**

Interés de la DM-INTEMA

- Gran interés en el desarrollo de prototipos para su prueba en servicio, tanto de ADI como de ABLC.
- Proyectos PICT que colaboran fuertemente con la provisión de personal para el desarrollo del Know-How y prototipos.

DESARROLLO DE PUNTOS DE ADI PARA COSECHADORAS

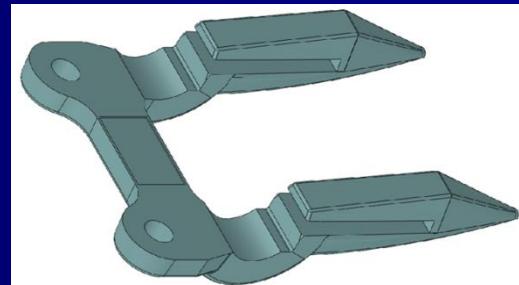
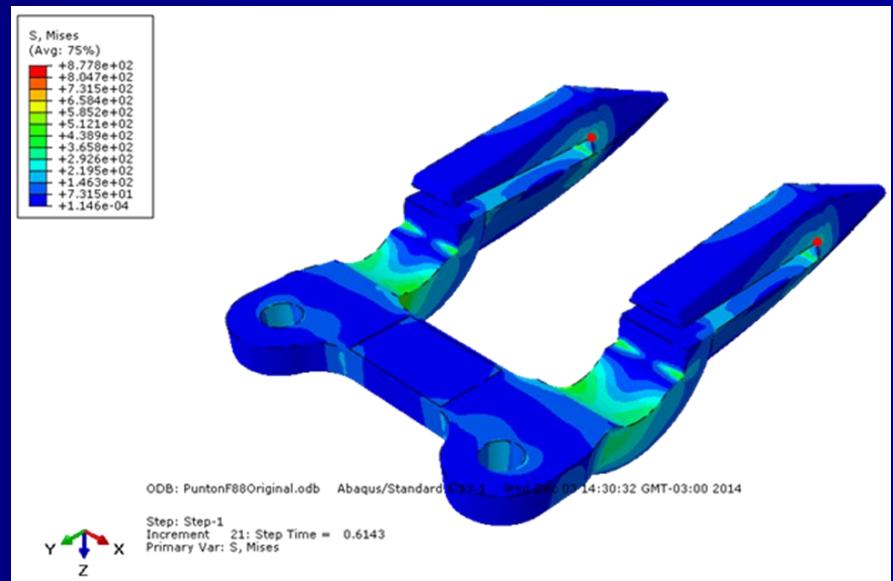
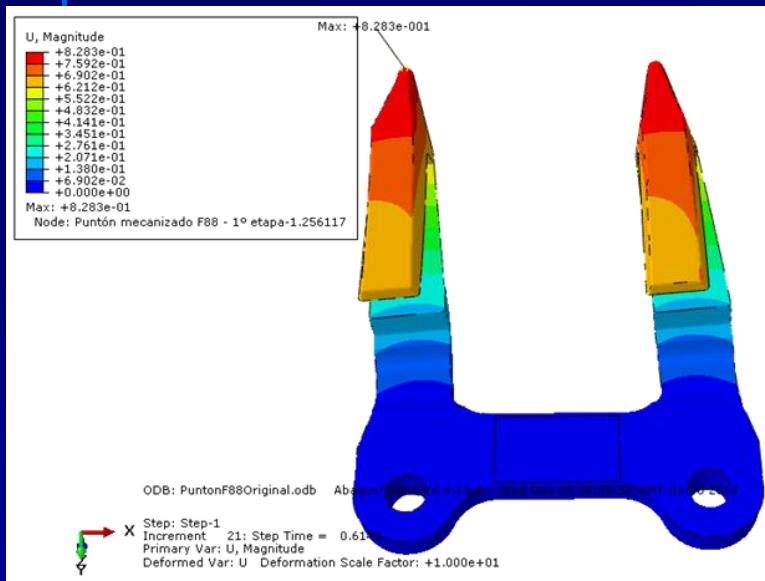


Objetivo

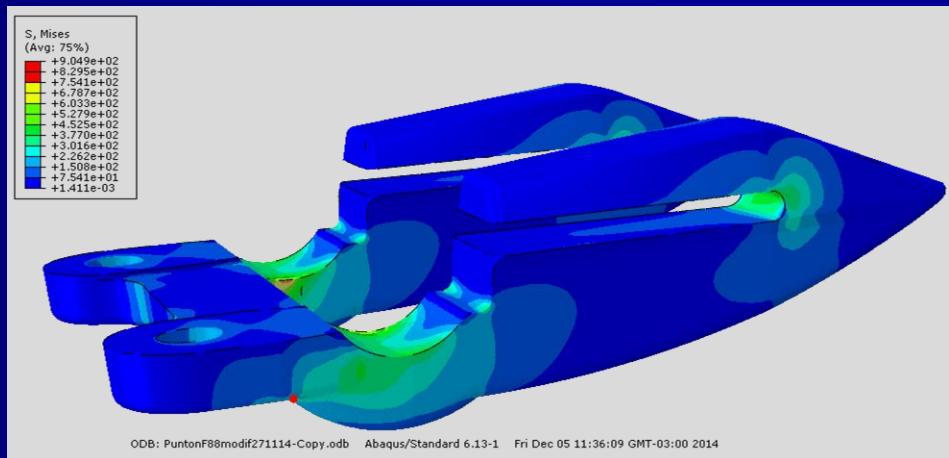
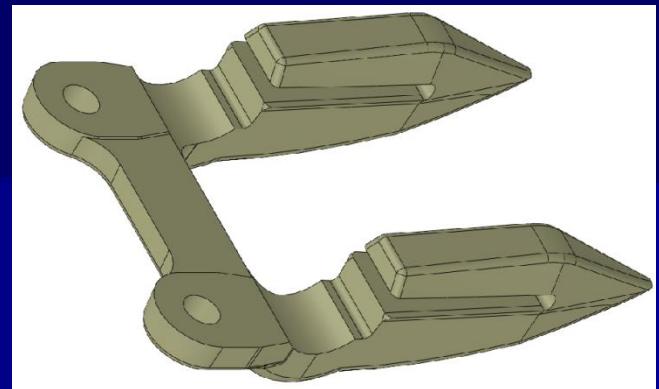
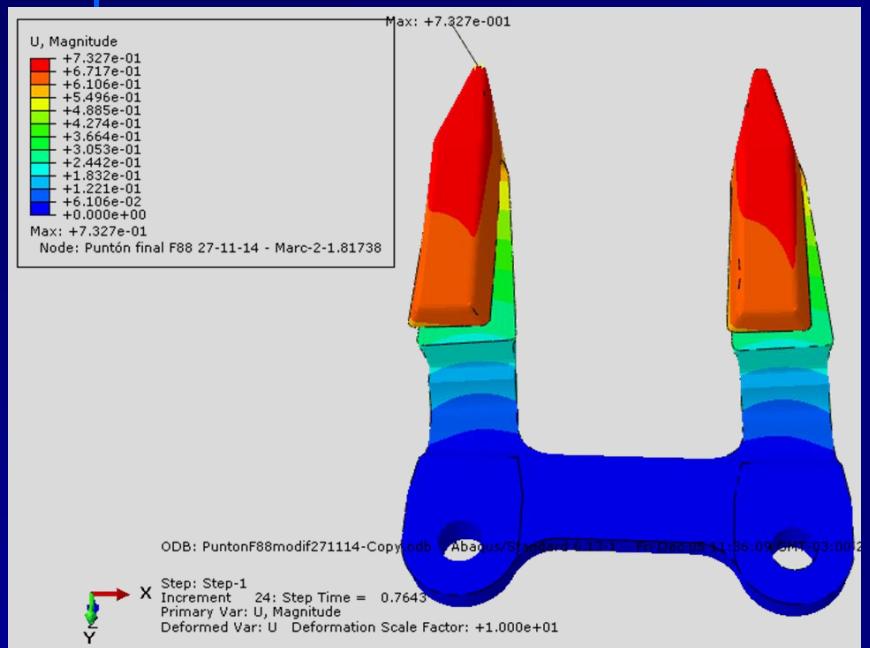
Mejoramiento de la performance en servicio de puntones de cabezales de cosechadoras en fundición esferoidal austemperizada (ADI) a través del rediseño de su geometría y el desarrollo de un proceso productivo a escala industrial.

- Estudio de las características de la fundición esferoidal requerida, composición química
- Definición de parámetros de tratamientos térmicos de piezas

Evaluación tensional del puntón original



Rediseño de la geometría



- Admite cargas un 21% mayores que el modelo original
- Deformación máxima 12% menor

Colada de piezas de prueba con nuevo modelo



- Verificación de sanidad de piezas coladas en lote de prueba

Desarrollo de la tecnología de producción de componente colado para la industria del agro



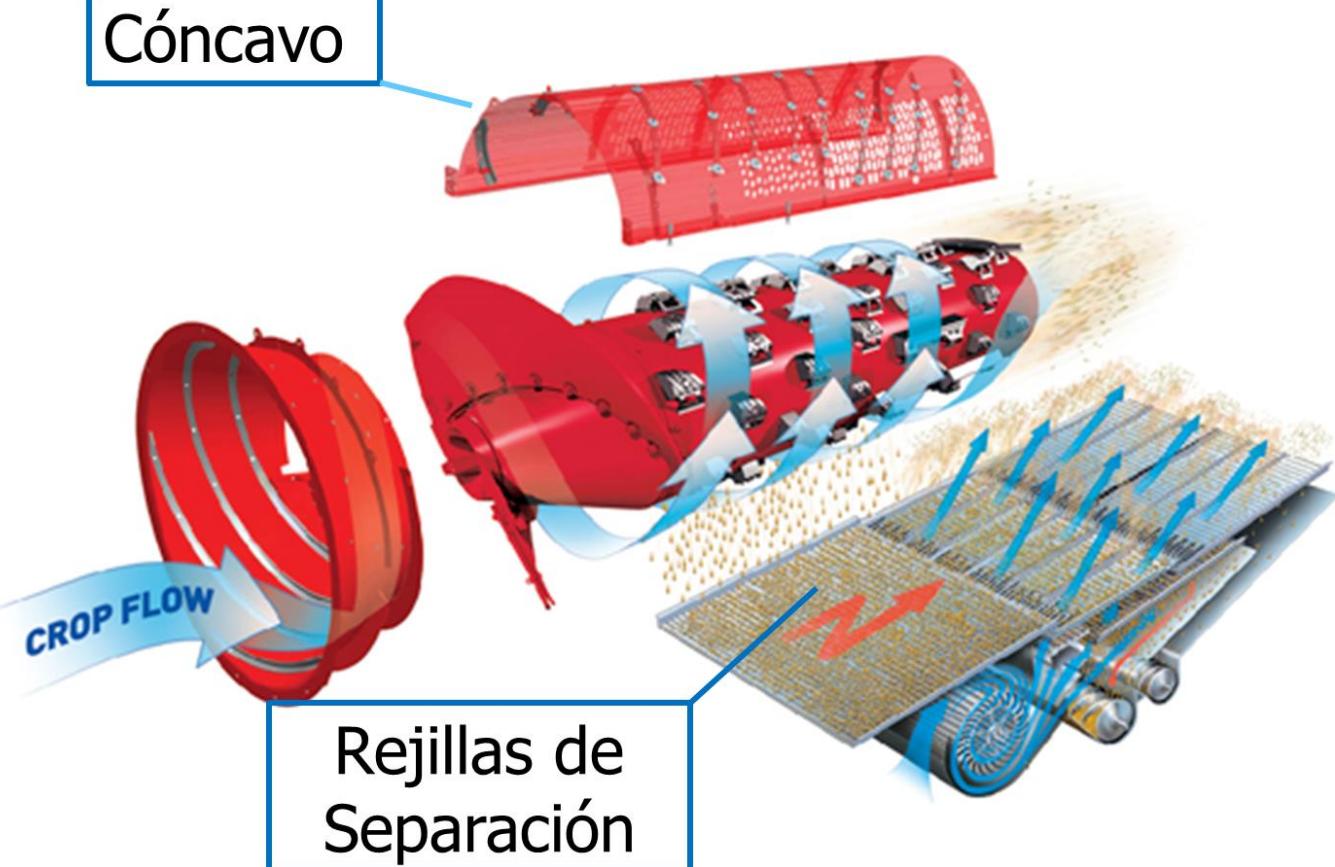
Elemento o Muela de Trilla

Servicio de la pieza

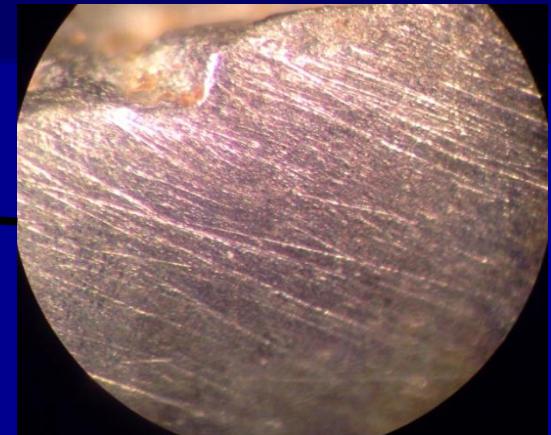
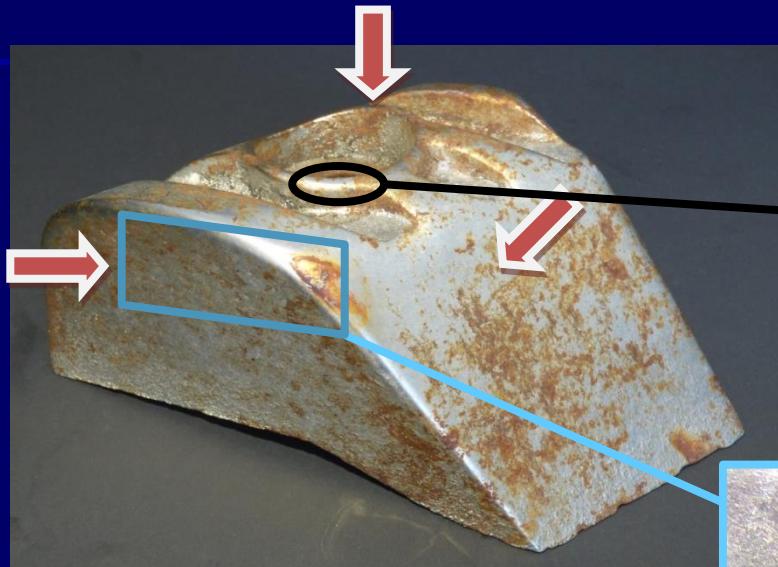


Cilindro de
Trilla

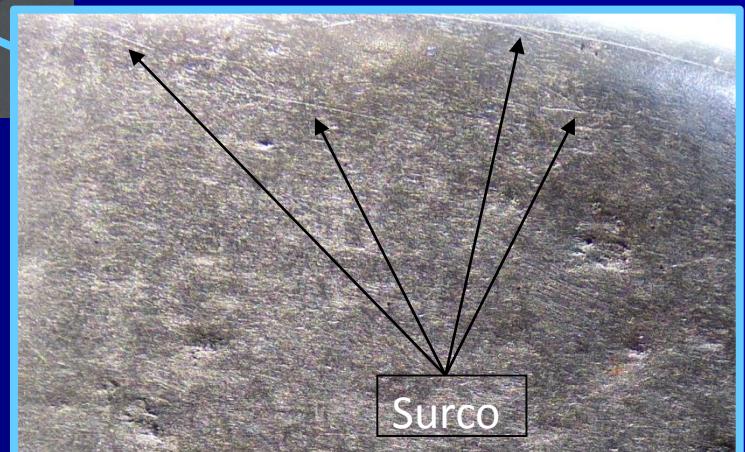
Servicio de la pieza



Mecanismo de Falla

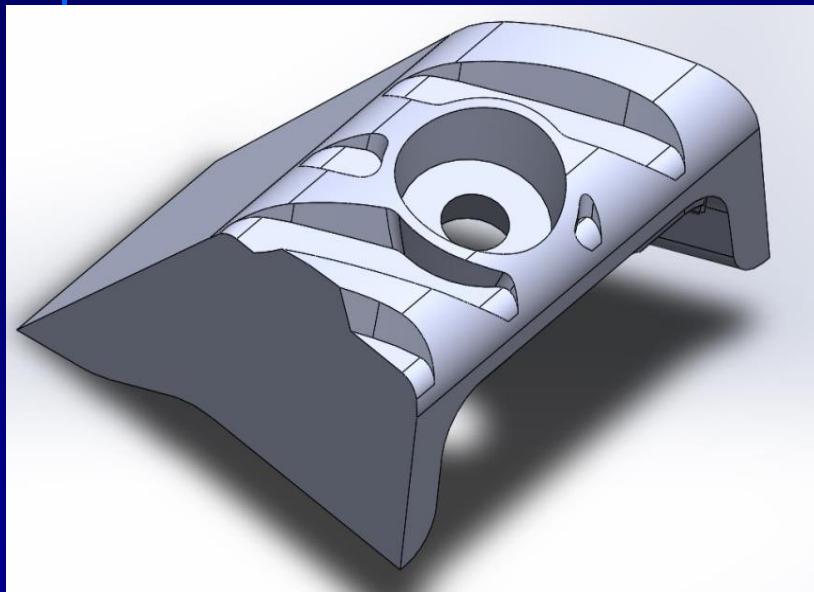


Desgaste
Abrasivo

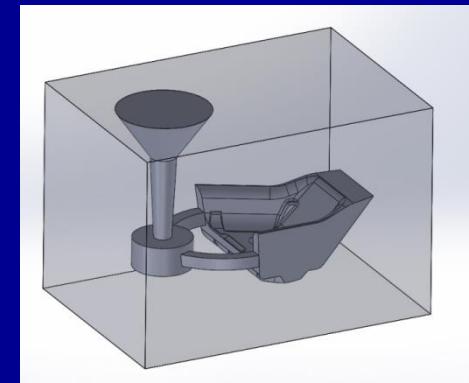
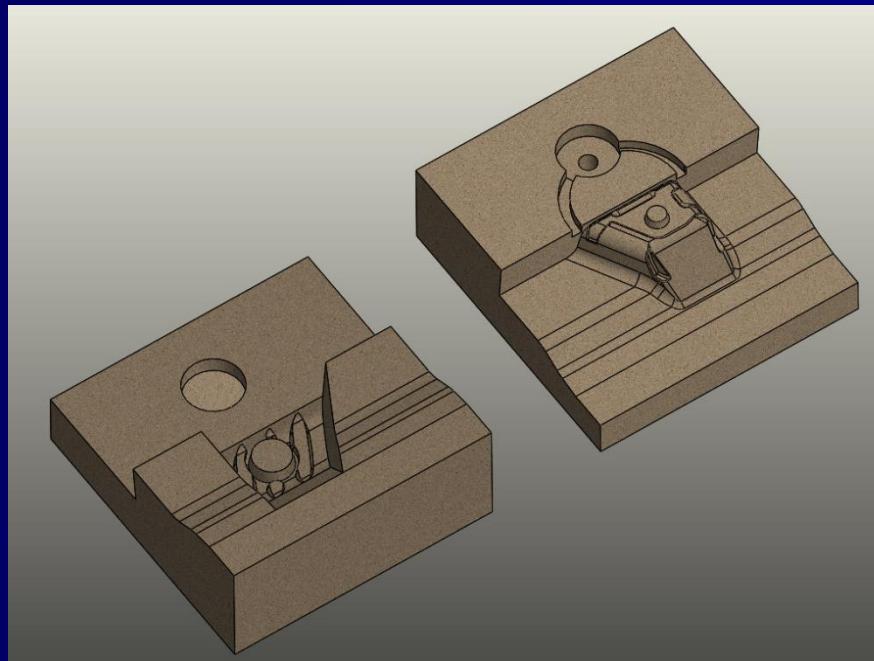


S

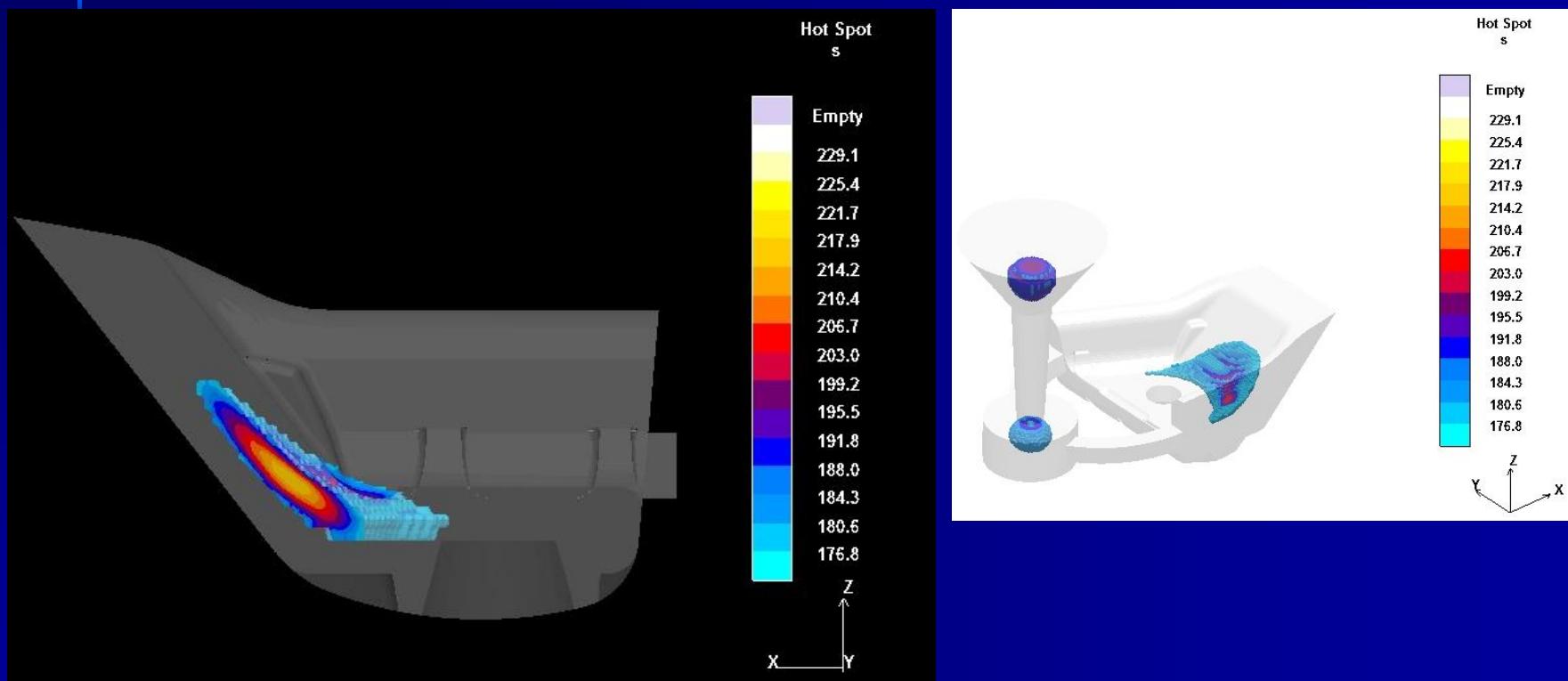
Modelado CAD- Impresión 3D



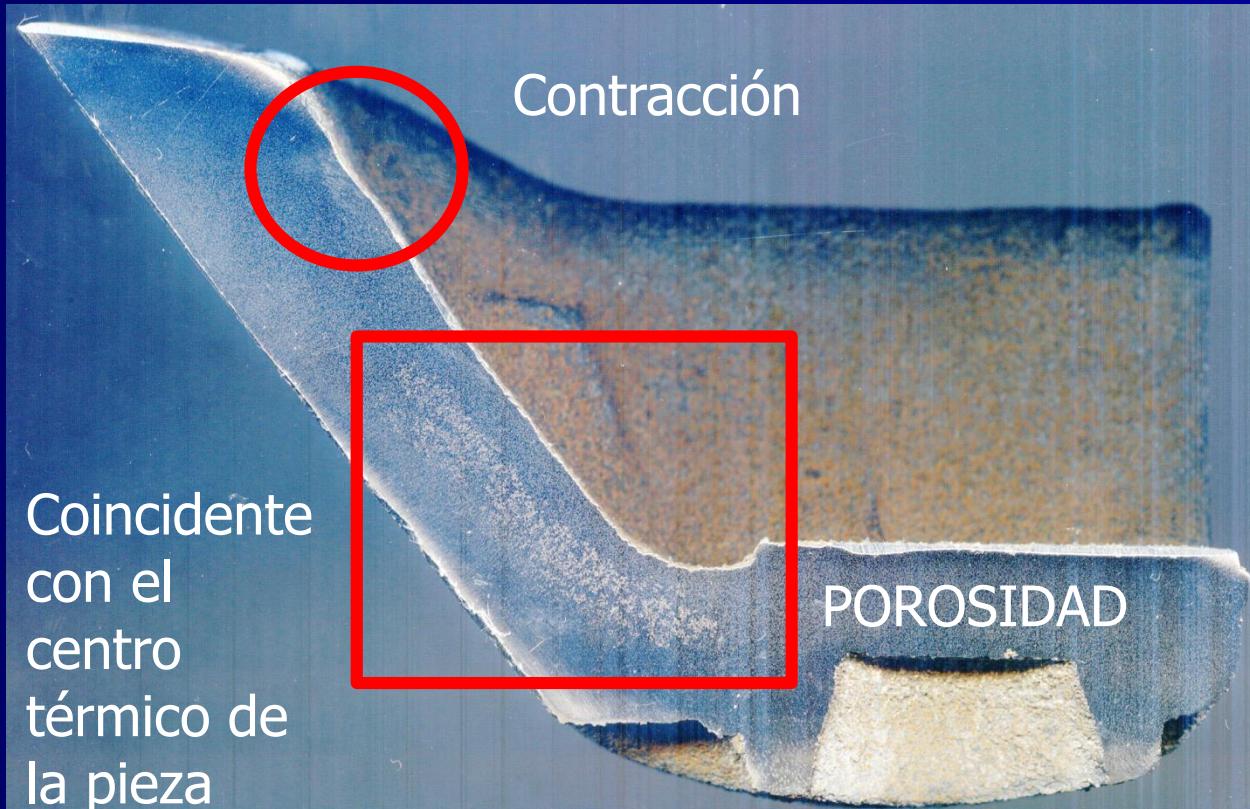
Colada Validación de Modelo y Simulación



Simulación de Hot Spot



Validación de defectos



CADI (CARBIDIC ADI)

FE AUSTEMPERIZADAS CON CARBUROS LIBRES (CADI, CARBIDIC AUSTEMPERED DUCTILE IRON)



CADI → FE con carburos libres en su microestructura

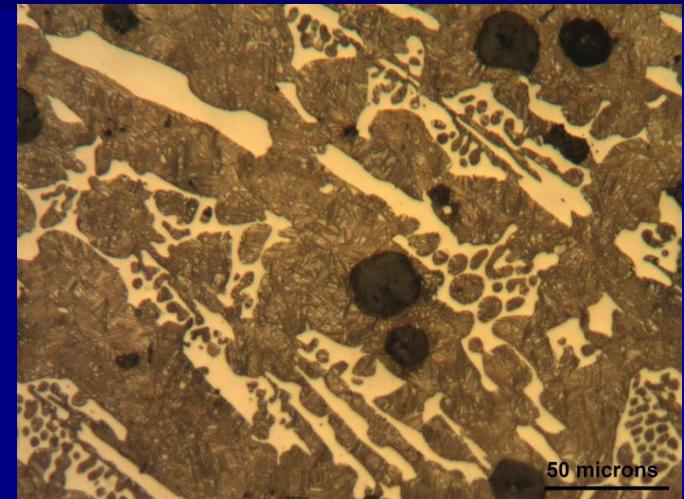
elevada resistencia al desgaste abrasivo.

Aplicaciones de CADI



Industria minera y agrícola

- Placas de desgaste
- Puntas de arado
- Martillos
- Elementos de molienda



FE AUSTEMPERIZADAS CON CARBUROS LIBRES (CADI, CARBIDIC AUSTEMPERED DUCTILE IRON)

Piezas de CADI desarrolladas en el INTEMA

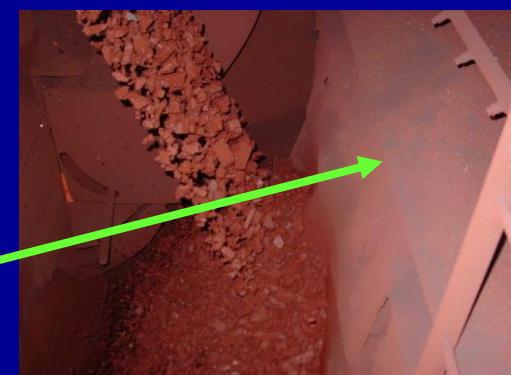
Segmentos de protección para balde de pala →
cargadora frontal



Tornillos para extrusora de alimento balanceado →



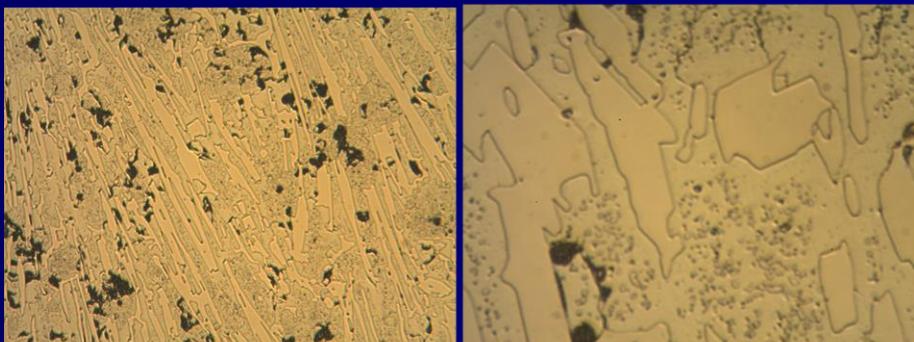
Baldosas de protección de tolva de minerales de hierro →



Caracterización química y microestructural de “Válvula de desfibrador” – Desarrollo de la tecnología de fabricación



Caracterización química y microestructural



ELEMENTO	Concentración en muestra suministrada (% peso)
C	3.3
Cr	24.5
Ni	0.04
Mn	0.78
Si	0.7
Mo	--
P	0.041
S	0.022

Dureza: 55
HRC

Fundición blanca de
alto cromo
ASTM A 532 Clase III
Tipo A

Diseño de modelos y placa modelo



Colada de piezas



Mecanizado de piezas



Mecanizado de piezas



CONICET



UNIVERSIDAD NACIONAL
de MAR DEL PLATA

I N T E M A



MUCHAS GRACIAS