

Tercera Jornada de Actualización en Temas de Ingeniería Mecánica:

*Innovación y Desarrollo
Tecnológico*

*Fecha: 26 al 30 de abril
2020*



UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS
— VILLAVICENCIO —



ISSN: 2745-1011

**Tercera Jornada de Actualización en Temas de Ingeniería
Mecánica, Innovación y Desarrollo Tecnológico**

© Universidad Santo Tomás - Sede Villavicencio, 2021

ISSN: 2745-1011



Comité Organizador Universidad Santo Tomás, Sede Villavicencio

Ph.D. Jhon Jairo Gil Peláez
Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica

MSc. Brayan Andrés Rodríguez Herreño
Líder de Proyección Social de la Facultad de Ingeniería Mecánica

MSc. Lauren Genith Isaza Domínguez
Líder de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica

Ph.D. Duberney Hincapie Ladino
Líder de Curriculum de la Facultad de Ingeniería Mecánica

MSc. Katherine Duarte Barón
Líder ante UDIES de la Facultad de Ingeniería Mecánica

MSc. Jefferson David Salamanca Cárdenas
Líder de aseguramiento de la calidad de la Facultad de Ingeniería Mecánica

Ediciones USTA

Universidad Santo Tomás, Sede Villavicencio

Teléfono: (57-8) 6784260, ext. 4077

editorial@usantotomas.edu.co

coord.editorialvillavo@ustantotomas.edu.co

<http://ediciones.usta.edu.co>

**Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0
International (CC BY-NC-SA 4.0)**



Contenido

Presentación

EXPERIENCIAS INVESTIGATIVAS

Aceros avanzados de la tercera generación- procesamiento, microestructura y propiedades mecánicas

Ph.D. Edwan Anderson Ariza Echeverri

Caracterización reológica y térmica de fluido no-newtonianos. Fusión entre ciencia y aplicaciones tecnológicas en la industria

Ing. Luis Humberto Quitian Ardila

Diseño Para manufactura rápida- camino hacia la mejora del desempeño y ventaja por complejidad

Ph.D. Carlos Alberto Narváez Tovar

Algunos retos en el aprovechamiento sustentable de las energías renovables

Ph.D. Carlos Ramón Batista Rodríguez

EXPERIENCIAS EMPRESARIALES

Sistemas de frenado industrial

Ing. Andre Da Silva Nunes

Enfriamiento de sistemas electrónicos (centros de datos y procesadores)

Ms.C. Marian Giannina Álvarez Pérez



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



Presentación

La Tercera Jornada de Actualización en Temas de Ingeniería Mecánica: Innovación y Desarrollo Tecnológico es un espacio generado por la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Santo Tomás, Sede Villavicencio, cuyo fin es dar a conocer las tendencias en innovación a nivel investigativo y empresarial que son desarrolladas por ingenieros mecánicos y, a su vez, motivar a los asistentes del evento a involucrarse y participar en proyectos de investigación y desarrollo empresarial.

En el año 2021 el evento se llevó a cabo del 26 al 30 de abril bajo la modalidad de videoconferencias, y se contó con la participación de invitados nacionales e internacionales que aportaron su conocimiento y experiencia. Las memorias del evento recopilan las presentaciones hechas por los diferentes invitados y se encuentran organizadas en experiencias de investigación y experiencias empresariales.



EXPERIENCIAS INVESTIGATIVAS



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704

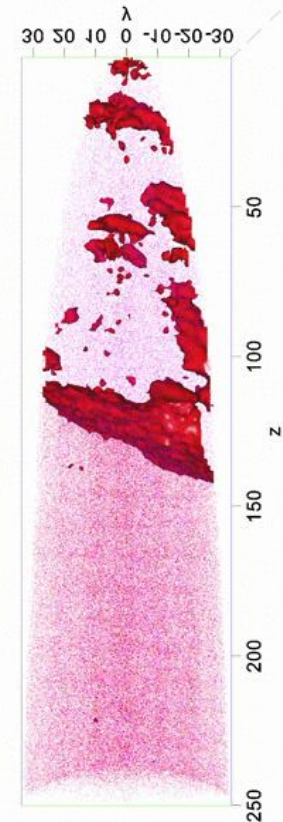


Aceros avanzados de la tercera generación. Procesamiento, microestructura y propiedades mecánicas

Ph.D. Edwan Anderson Ariza Echeverri

anderson.ariza@utp.edu.co

1. Consideraciones iniciales (contextualización)
2. Procedimientos experimentales
3. Técnicas avanzadas para la caracterización microestructural
4. Determinación de propiedades mecánicas
5. Consideraciones finales



Alrededor del 70% de todas las innovaciones industriales están asociadas con el progreso de **la Ciencia y la Ingeniería de los Materiales**

Específicamente, los materiales metálicos ocupan un rol importante (energía, transporte, salud, seguridad, infraestructura)

Misión: comprender y proyectar nuevos materiales (composición, defectos, cinética, termodinámica, etc.)

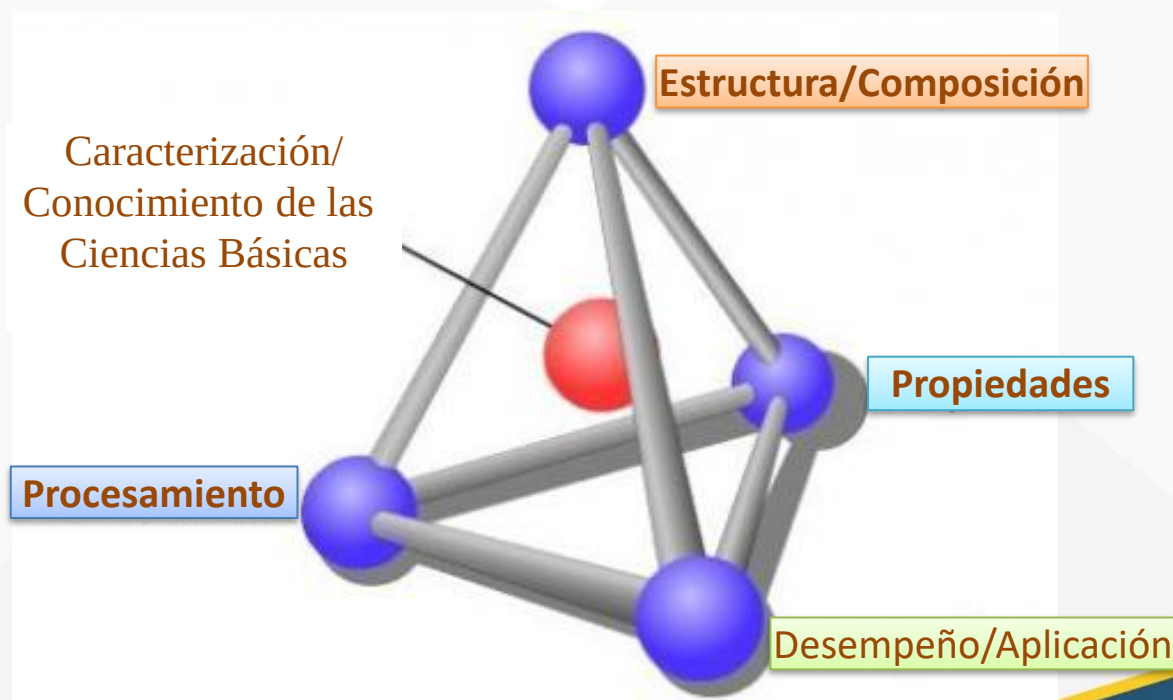
Análisis (método científico):

- Procesamiento y ensayos
- Caracterización multiescala iniciando en escala atómica
- Simulaciones multiescala

CONTEXTUALIZACIÓN



Cómo estudiar materiales y su comportamiento y cómo fabricar →
Surgen los conceptos de **Ciencia e Ingeniería de Materiales**



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

Metales puros

El Fe puro es blando y dúctil para muchas aplicaciones prácticas

Aleaciones

Pero, cuando al Fe es adicionado C, es producido uno de los materiales de ingeniería más versátil y resistente (utilizado desde hace $\approx$ 3000 años)

Metales puros

- No está mezclados con cualquier otro material
- Listados en la tabla periódica, p. ej.: Hierro (Fe), Cobre (Cu), Zinc (Zn)

Aleaciones

Formados por mezclas de dos o más elementos, para crear nuevos materiales con propiedades mecánicas mejoradas u otras propiedades a partir del metal base.

Bronce (Cu + Sn)

Latón (Cu + Zn)

Diagrama de fase Hierro-Carbono

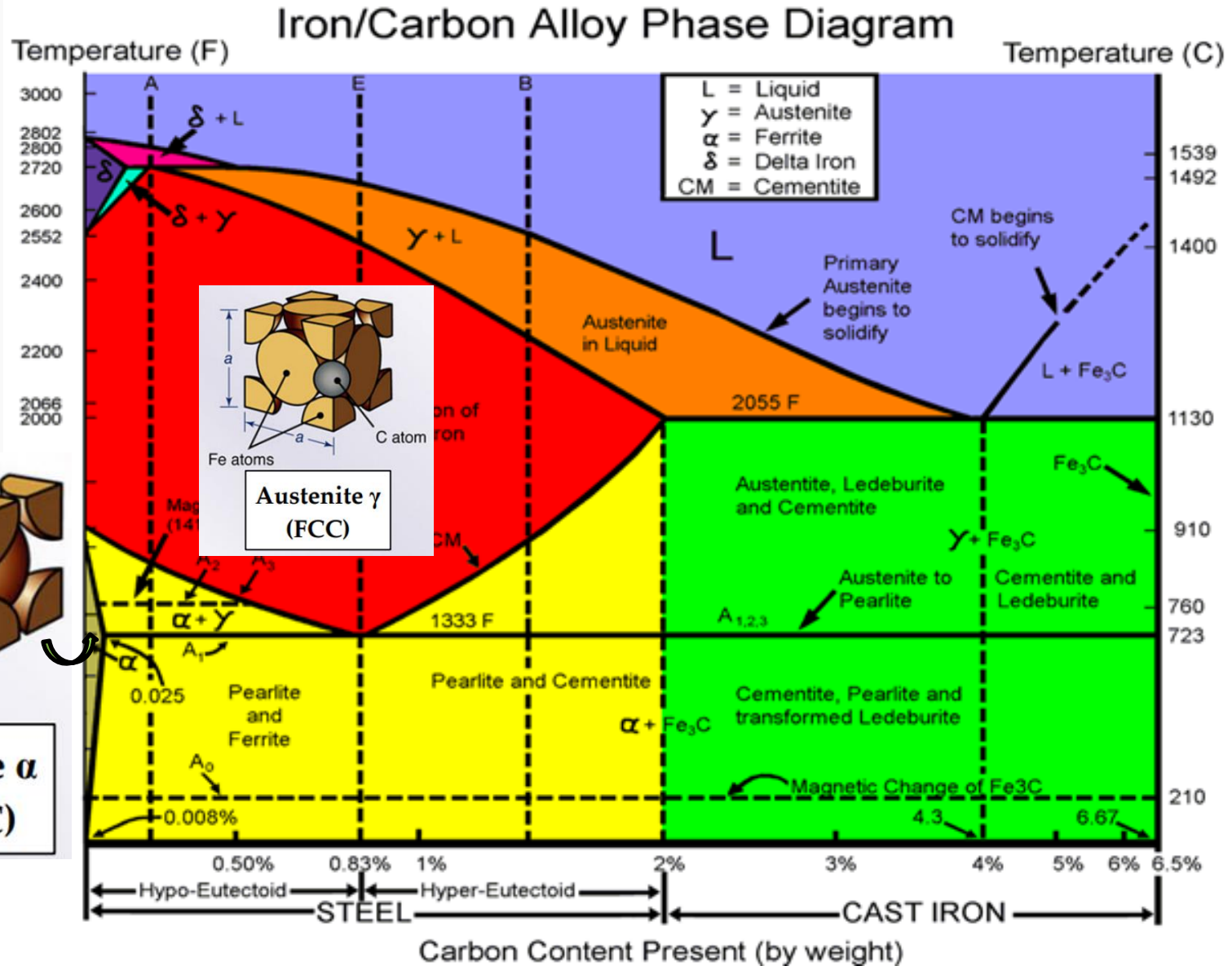


Diagrama sobre el cual se basan todos los tratamientos térmicos de los aceros

Clasificación de los aceros aleados y no aleados

Aceros *no aleados* (aceros al carbono)

Aceros *aleados* (otros elementos además del C)

<u>Basados en el contenido de C</u>	<u>Basados en los elementos de aleación</u>
Aceros de bajo C ($< 0,29\%$) 	Aceros de baja aleación ($1,5 - 5,0\%$)
Aceros de medio C ($0,3 - 0,59\%$) 	Aceros de media aleación ($5 - 10\%$)
Aceros de alto C ($> 0,6\%$) 	Aceros de alta aleación ($> 10\%$)

Basados en el tipo de aleante

Aceros al Cr

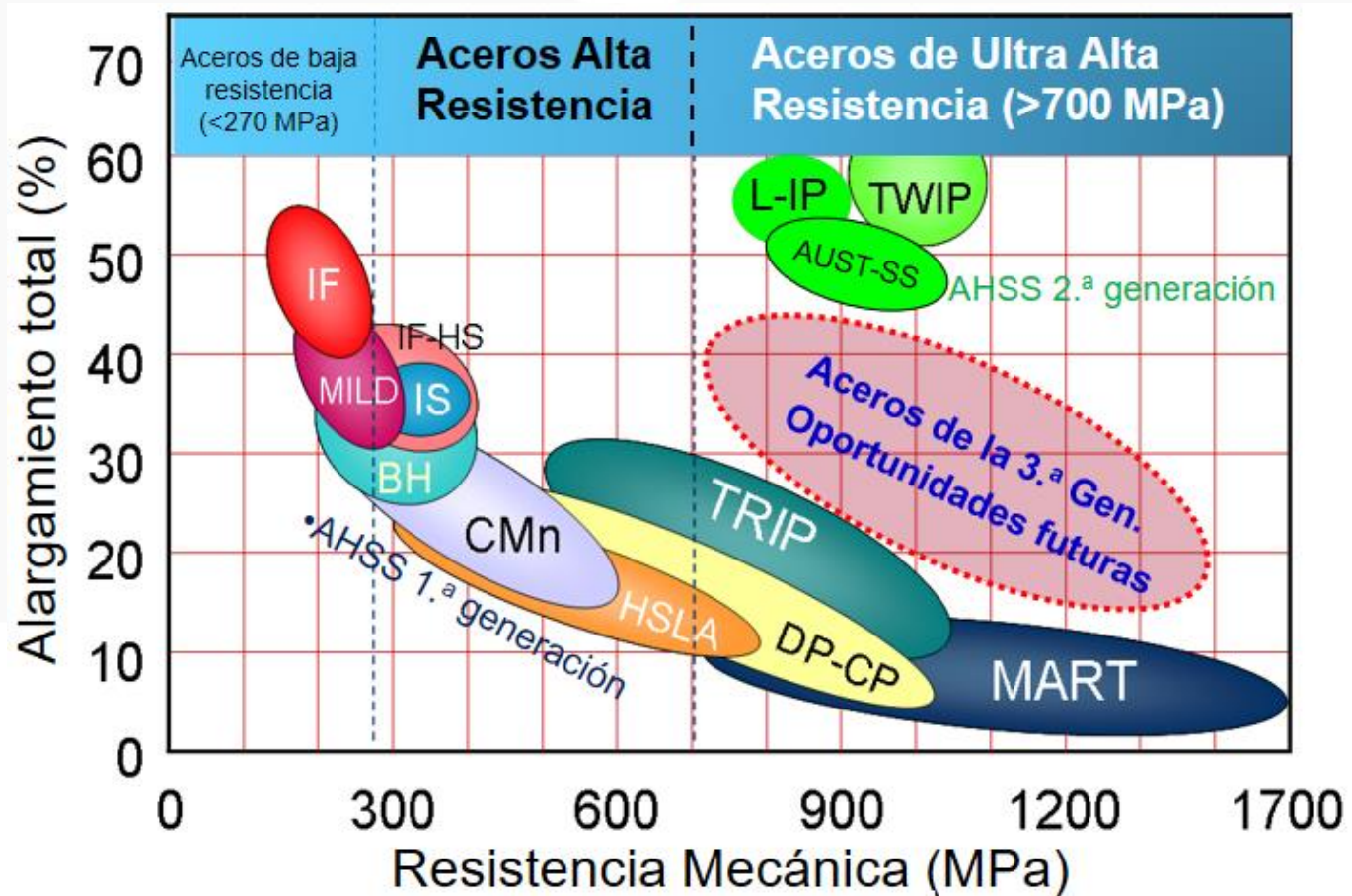
Aceros al Mn

Aceros al Cr-Ni, etc.

%wt de elementos químicos

Aceros avanzados de la 3.^{ra} generación

- ✓ Aplicación de los aceros AHSS de la 2.^{da} Generación → limitado debido a las consideraciones económicas
- ✓ los conceptos de los aceros AHSS de la 3.^{ra} generación están siendo ampliamente estudiados para identificar aceros que no requieran de muchos elementos de aleación y que alcancen propiedades de alta resistencia y buena estampabilidad



Justificación

Polución, consumo de combustible (mayor eficiencia), cambios climáticos globales, demanda por menores emisiones de los automóviles

Combustible y emisiones

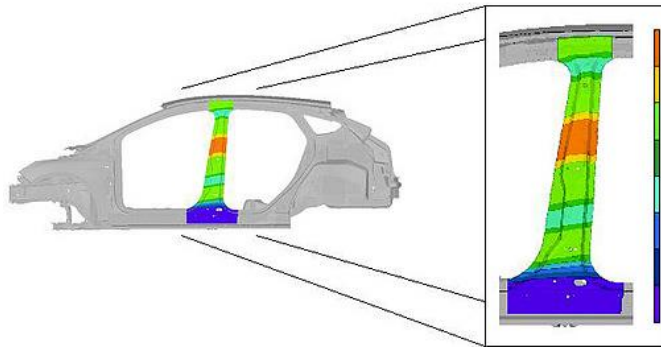
• Impacto

Seguridad

Regiones de gestión de energía
(deformar para absorber energía)

Resistir a grandes deformaciones
(protección de los pasajeros)

- Columnas A y B
- Parachoques frontal



➤ Reducción del consumo de combustible

M
A
S
A

Menor peso/
Menor espesor



➤ Reducción de la emisión de contaminantes (ambiente)

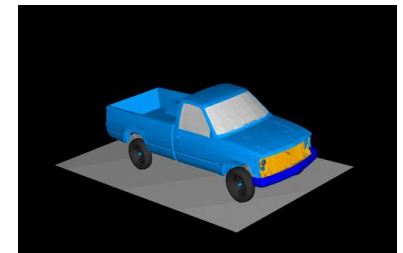
M
A
S
A



➤ Aumento de la seguridad (pasajeros y peatones)

M
A
S
S
A

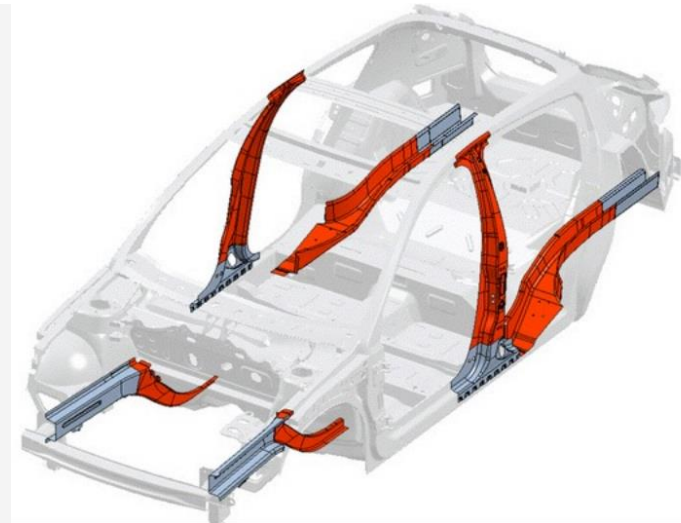
Mayor resistencia/
Mayor espesor



Aplicaciones AHSS en carrocerías



Mantener la rigidez del vehículo, resistir las altas fuerzas de carga del vehículo y absorber la energía de impacto en una situación de colisión



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



PROCESAMIENTO

TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y TERMOMECAÑICOS

Thermal processing or heat treating: the art and science of controlling thermal energy for the purpose of altering the properties of metals and alloys



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Vigencias por seis años

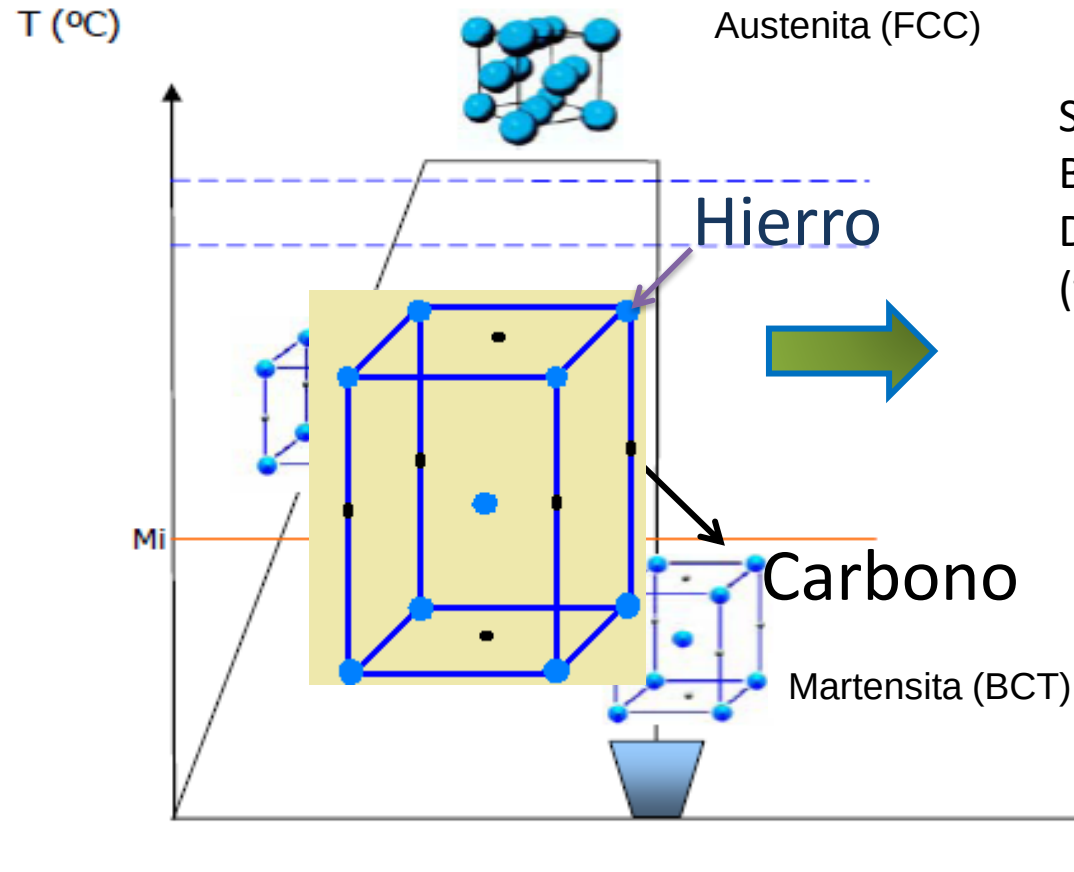


Acreditación Institucional
Internacional

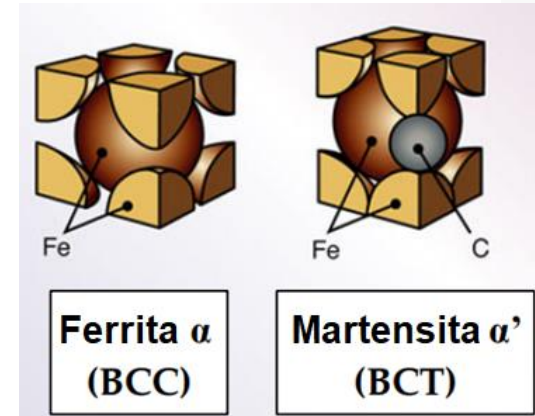


TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

Temple

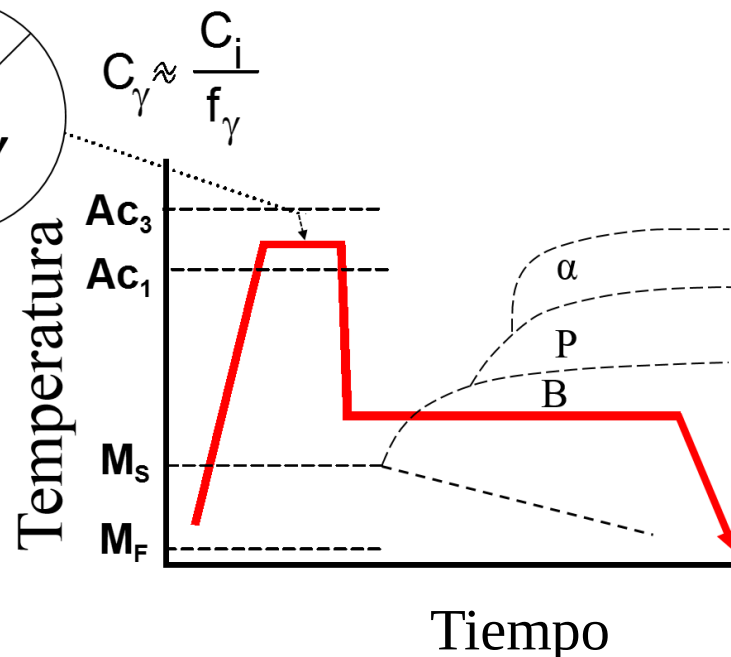
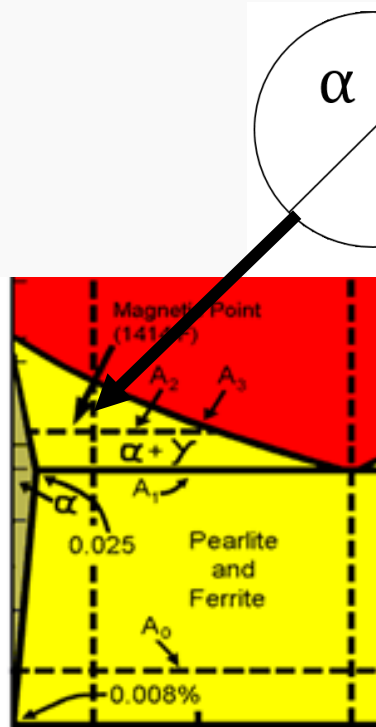
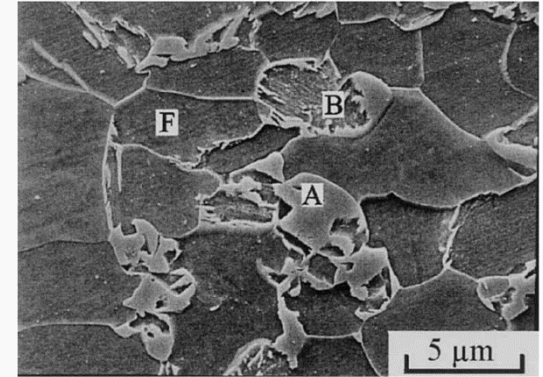


Se forma una estructura cristalina BCT (Body-Centered Tetragonal) Distorsionada por los átomos de C (ferrita altamente deformada)



Procesamiento de aceros TRIP

- ✓ Acero TRIP (Fe – 0,23C – 1,23Si – 1,50Mn)
- ✓ bainita (B), ferrita (α) y austenita retenida (γ)



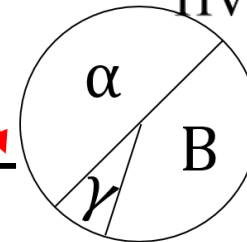
Propiedades mecánicas

$$\sigma_y \approx 504 \text{ MPa}$$

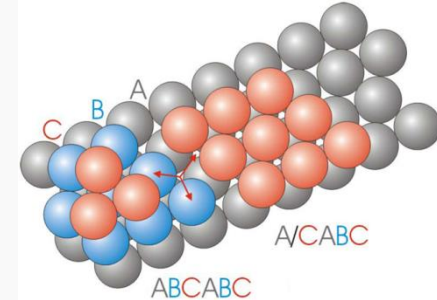
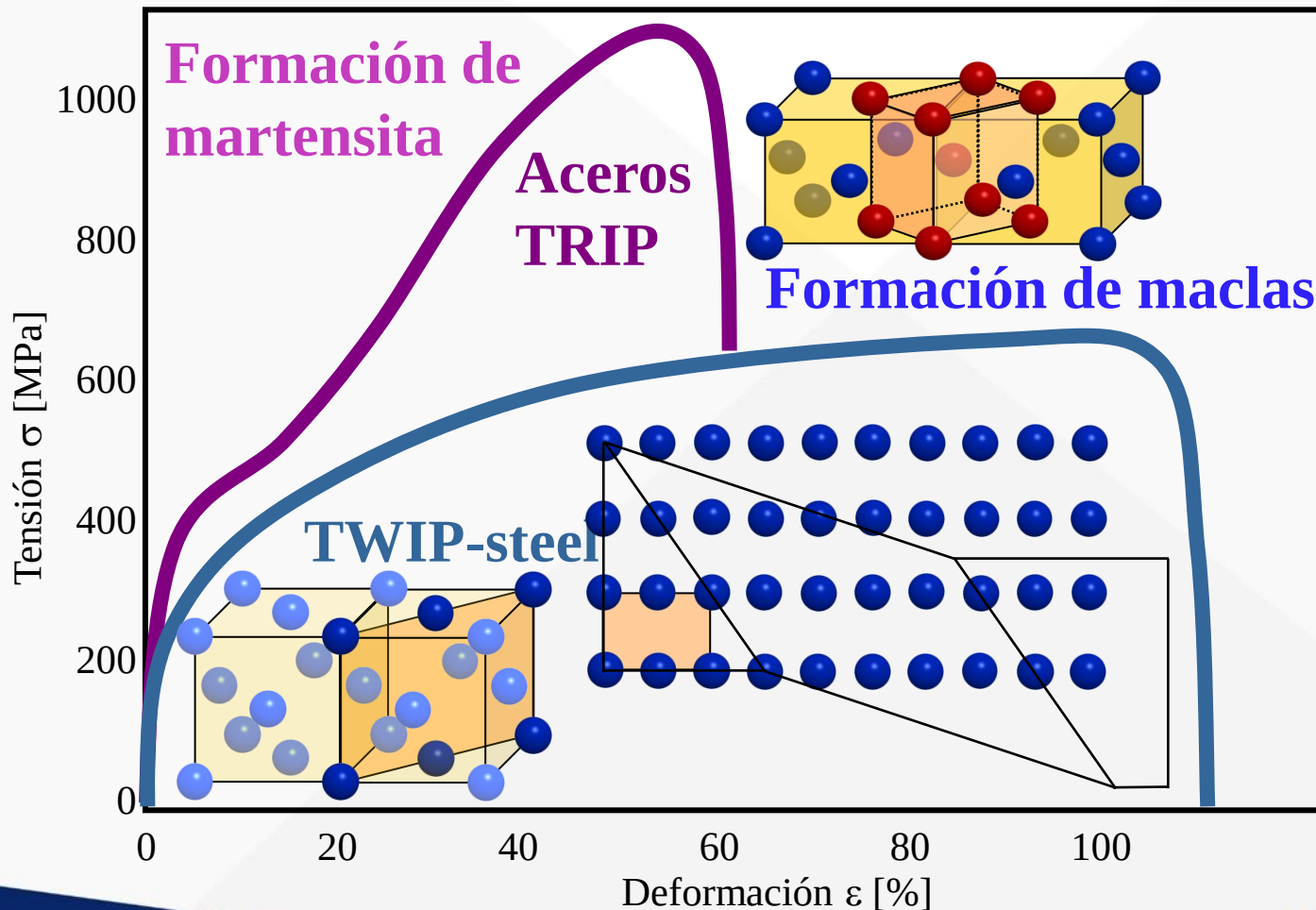
$$LR \approx 778 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_T \approx 35\%$$

$$HV_{0,5} = 240 \pm 6$$

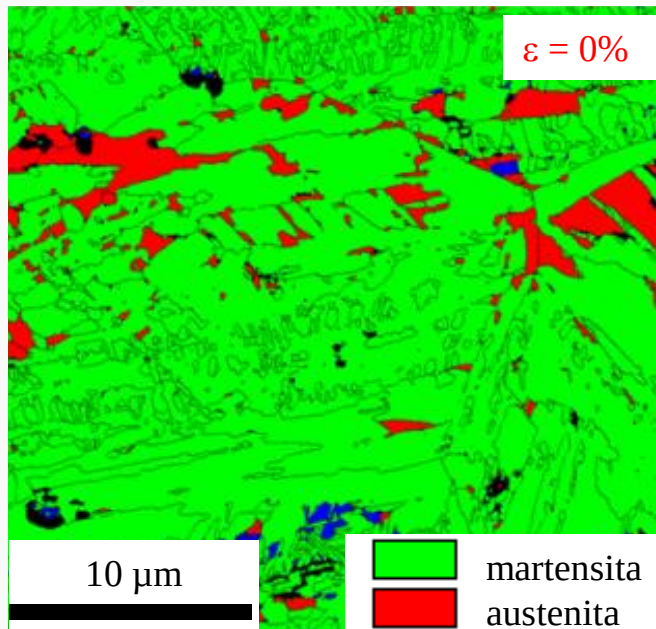


Procesamiento de aceros de alta resistencia



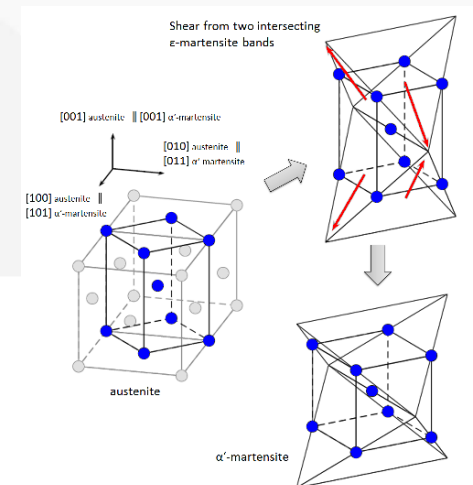
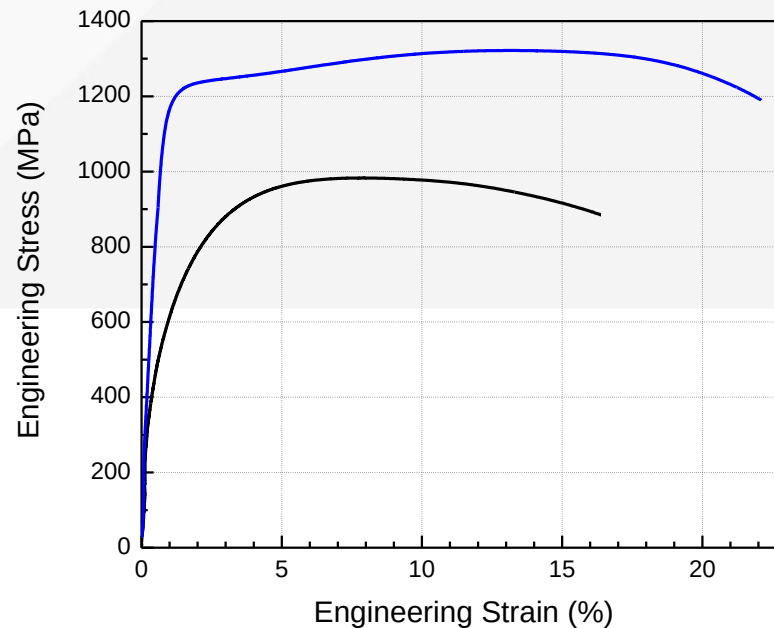
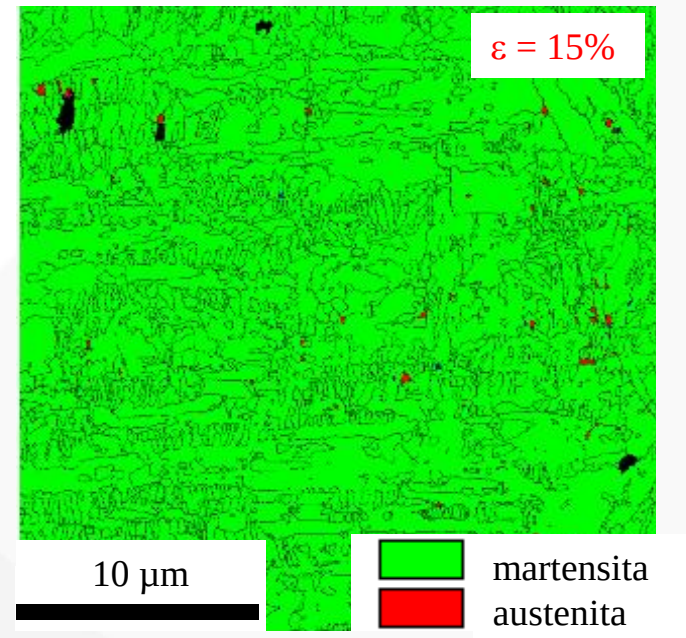
Macla: tipo especial de límite de grano que separa dos regiones con una simetría tipo "espejo".

Aceros TRIP – Propiedades mecánicas



**Efecto
TRIP**

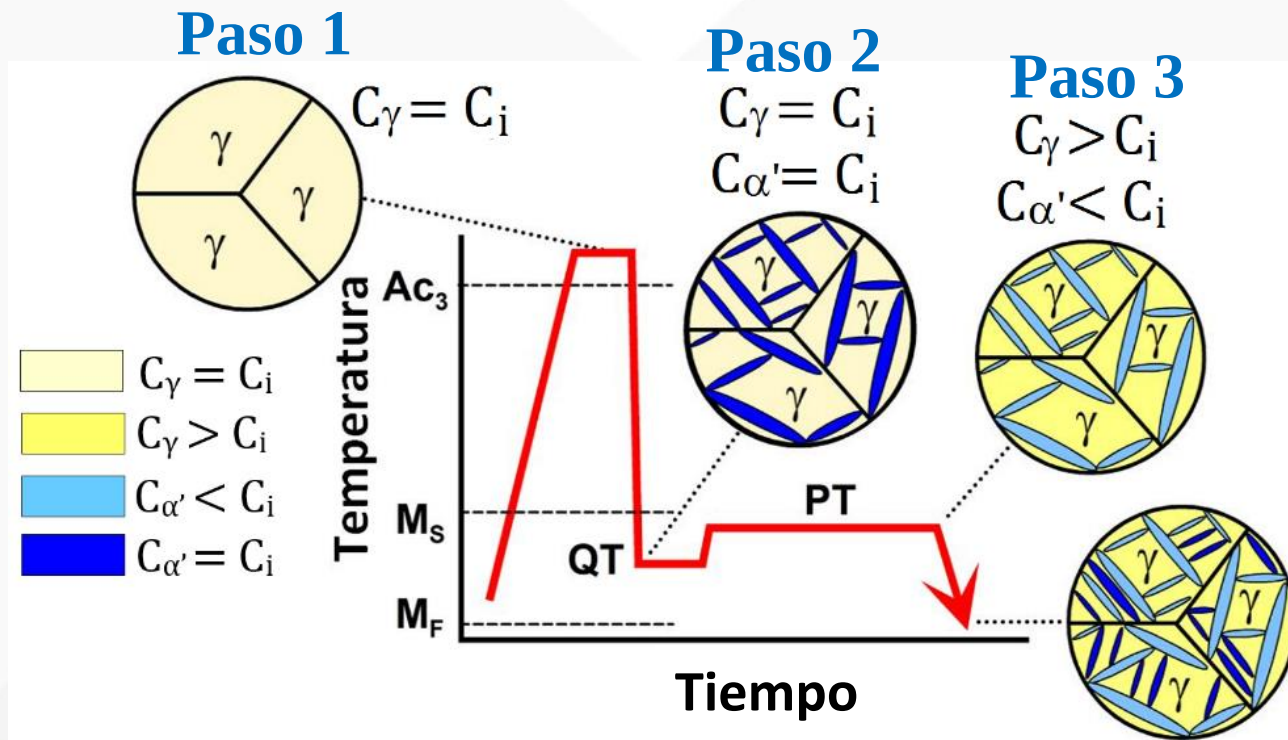
**Dureza
+
ductilidad**



Procesamiento térmico: “Q&P”

Quenching & Partitioning

- Temple y partición (Q&P) es un nuevo concepto para el control de la austenita retenida.
- Q&P produce microestructuras con alta resistencia y buena ductilidad (martensita/austenita)

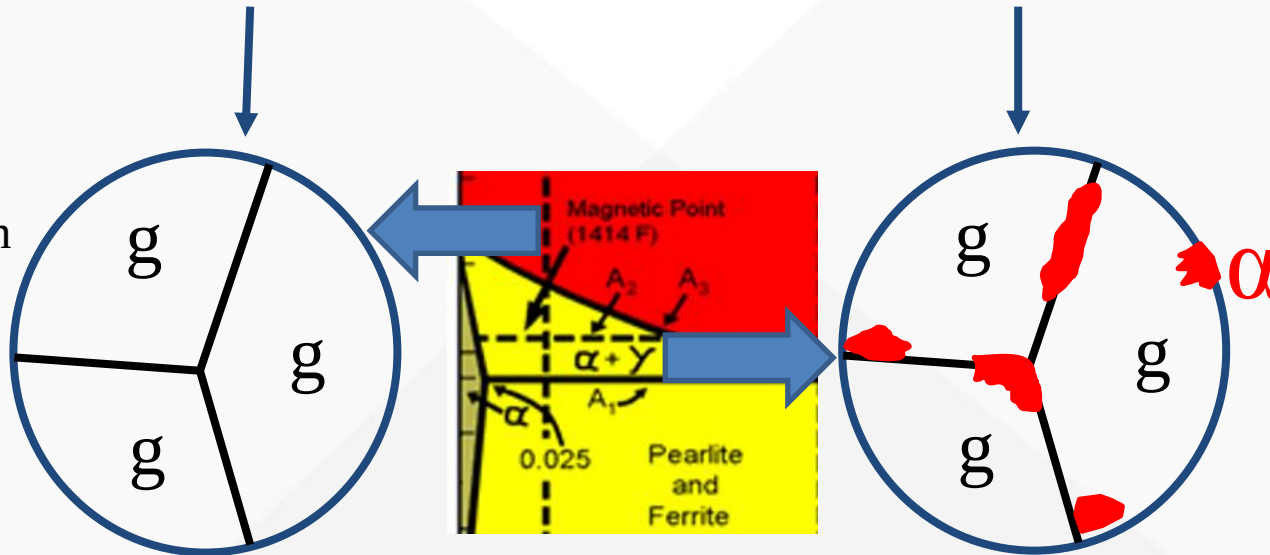


TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

Proceso “Q&P”

Paso 1. Completa austenitización o recocido intercrítico

Se formará austenita y los carburos se disolverán



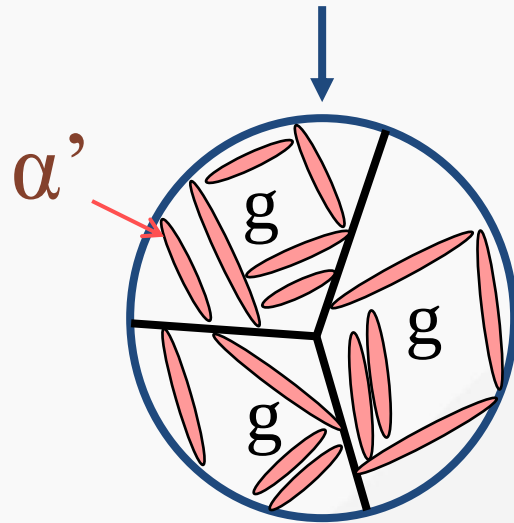
- Más austenita
- Menor C_γ
- Mayor M_s

- Menor austenita
- Mayor C_γ
- Menor M_s

Proceso “Q&P”

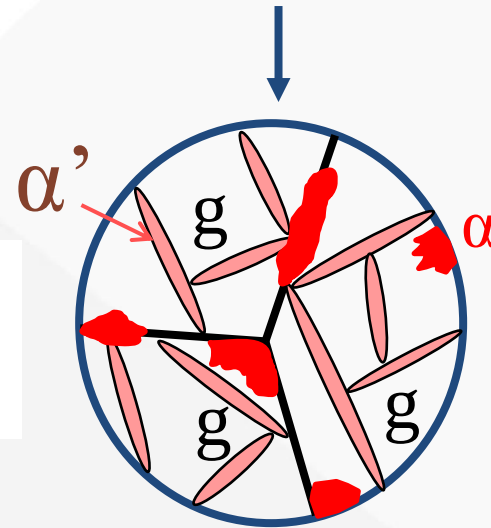
Paso 2. Temple abajo de Ms

Austenitización plena + Temple



$$C_{\gamma} = C_i$$
$$C_{\alpha'} = C_i$$

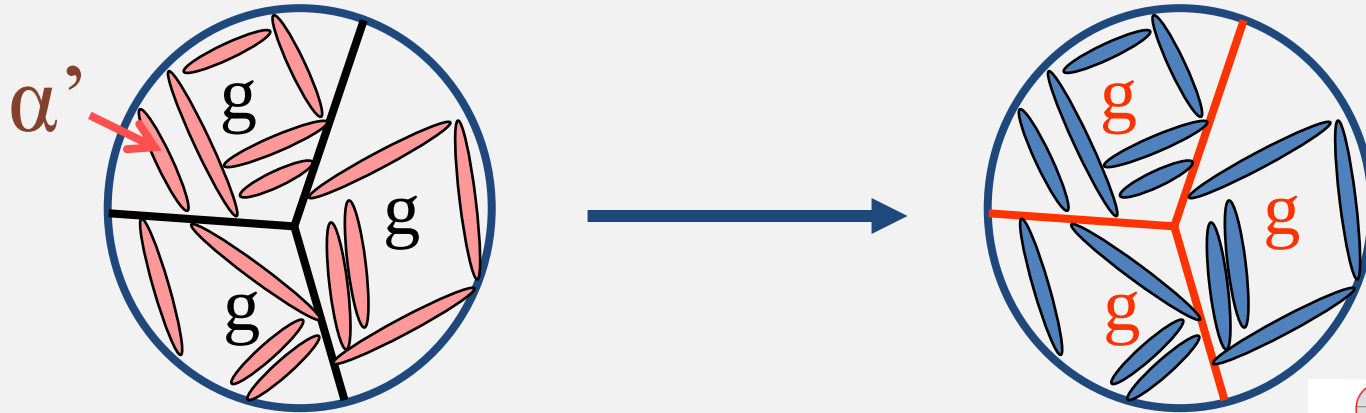
Recocido intercrítico + Temple



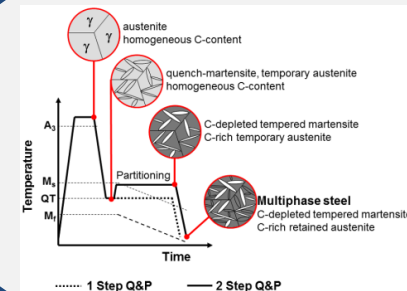
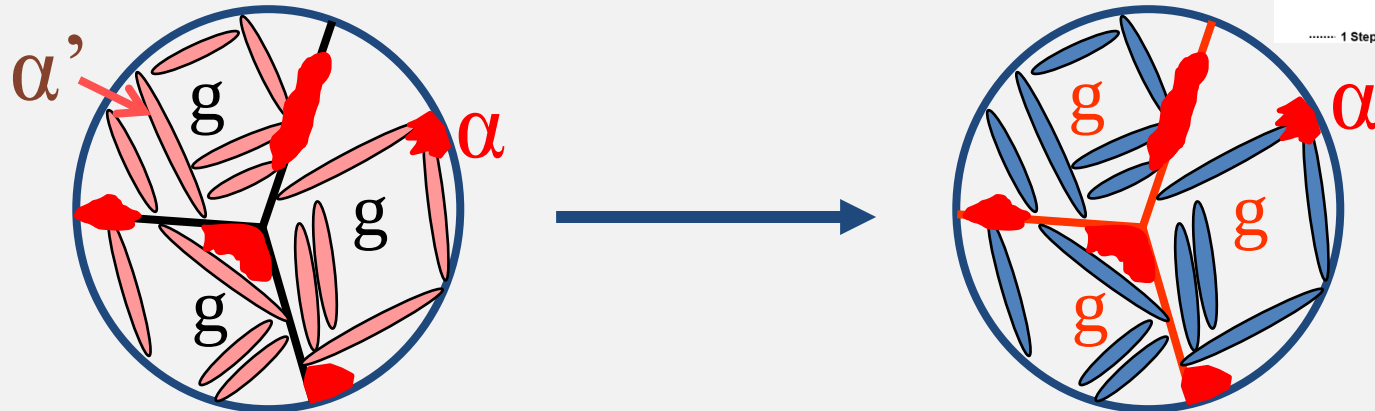
- (Ms - QT) → controla la formación de martensita
- El recocido intercrítico conlleva a una austenita más estable y a la formación de martensita con mayor contenido de carbono

Paso 3. El C se difunde desde la martensita supersaturada

El propósito del particionamiento es difundir el carbono desde la martensita supersaturada hacia la austenita, aumentando su estabilidad térmica.



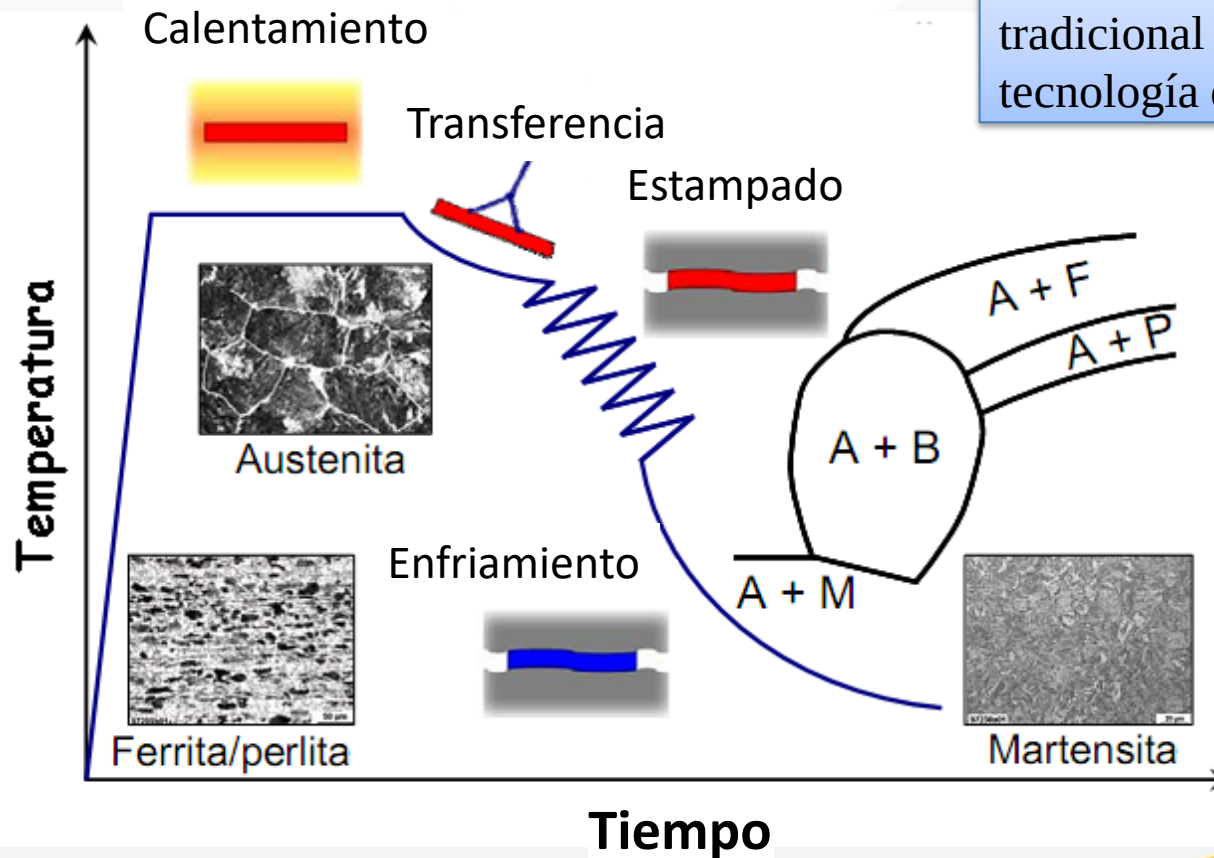
- Cambio en la composición de las fases
- Contornos de fase estacionarios



Procesamiento termomecánico

Hot stamping (HS), die quenching, hot press forming

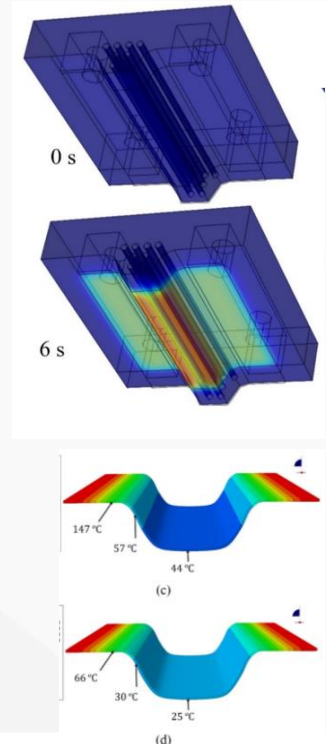
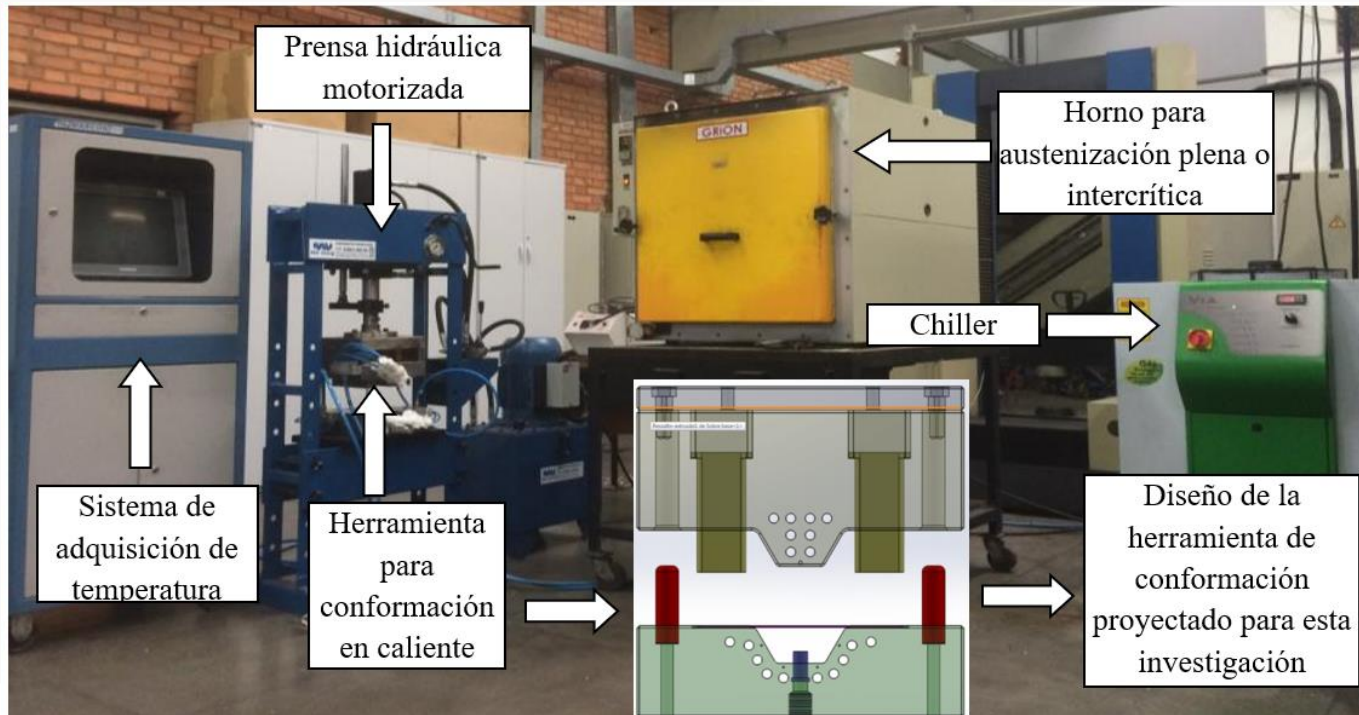
Combina el método tradicional de temple con la tecnología de la conformación



Sistema de estampado en caliente

- Prensa hidráulica motorizada de 15 toneladas, velocidad de 30 mm/s
- Canales de enfriamiento – diámetro – distancia a la pared – entre orificios de 8 mm

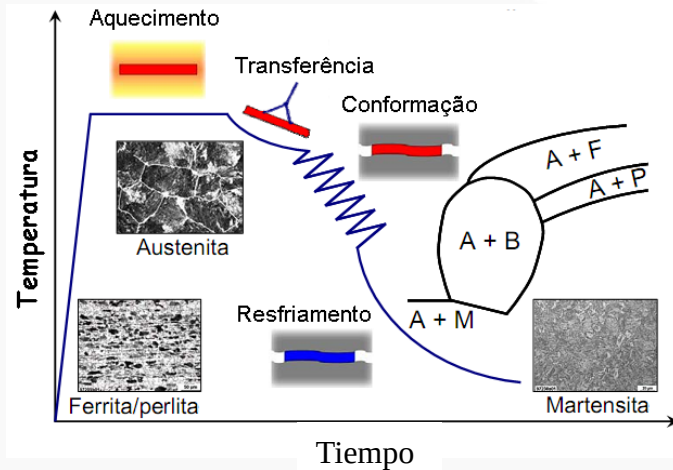
MEF



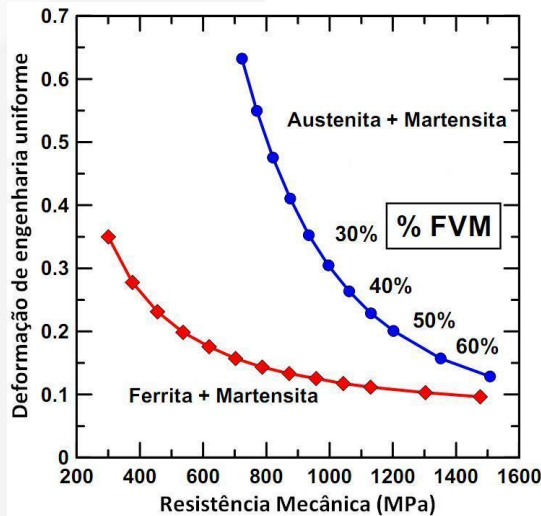
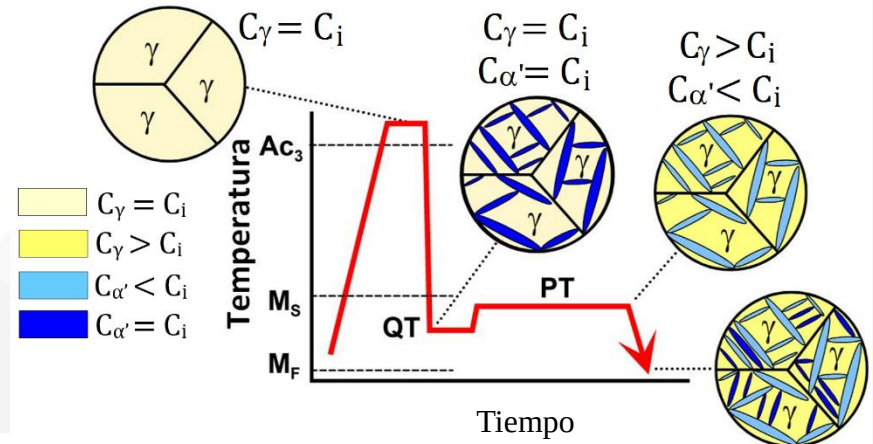
Montaje experimental para conformación en caliente y enfriamiento en matriz cerrada

Innovación tecnológica

Estampado en caliente



Temple y Partición (Q&P)



D. Matlock, J. Speer, in: H.C. Lee (Ed.), 3rd Int. Conf. Struct. Steels, Seoul, Korea, 2006, pp. 774–781.

Tratamientos térmicos y termomecánicos

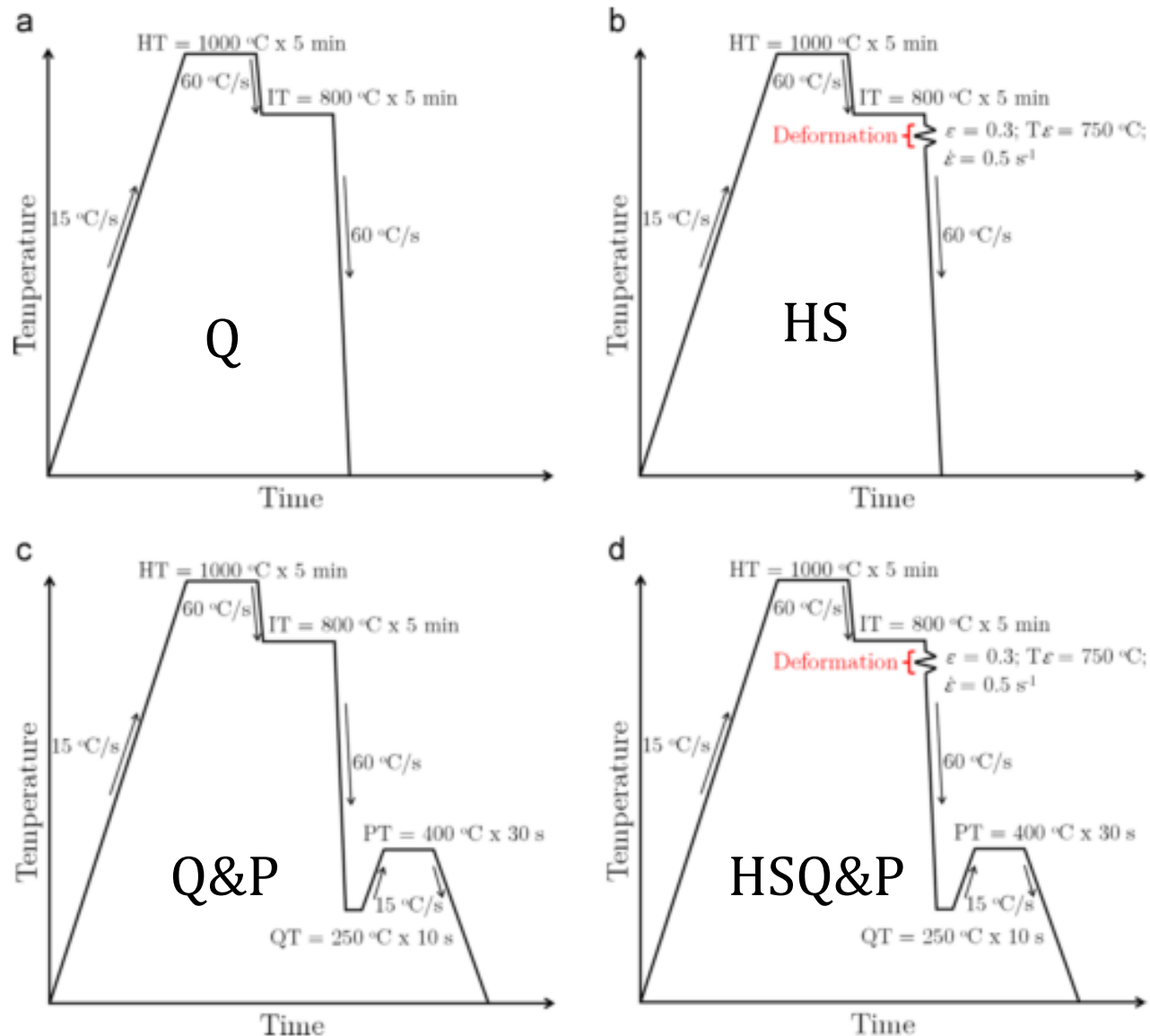
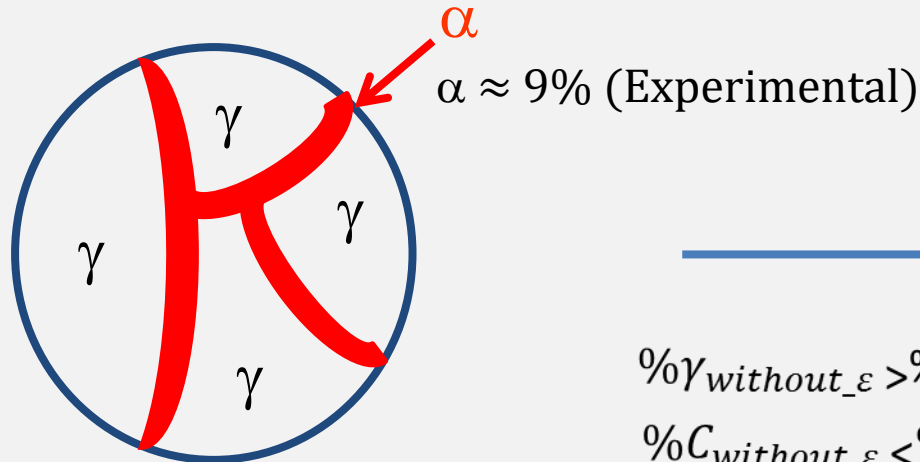


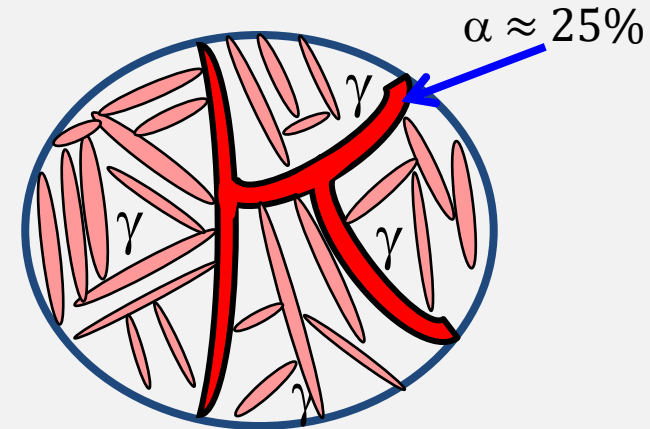
Fig. 1. Schematics of the thermomechanical treatments: (a) Quenching, Q; (b) Hot Stamping, HS; (c) Quenching and Partitioning, Q&P; and (d) Hot Stamping + Q&P, HSQ&P. HT, IT, QT, and PT are homogenization, intercritical, quenching, and partitioning temperatures, respectively.

Proceso "HSQ&P"

Paso 1. Recocido intercrítico (800 °C)

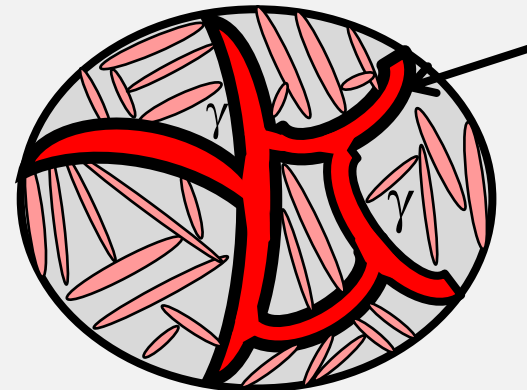
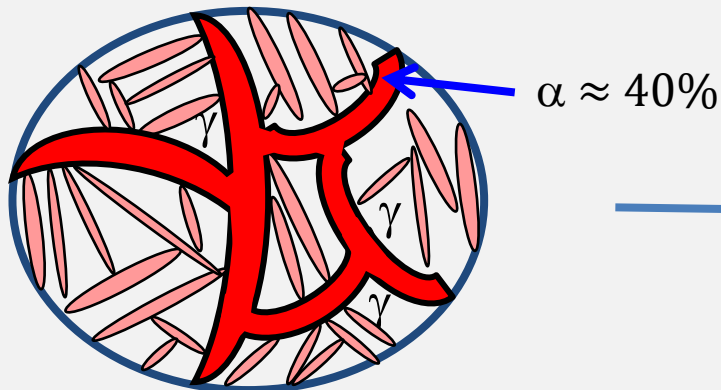


Paso 2. $\varepsilon = X\%$ at 800 °C



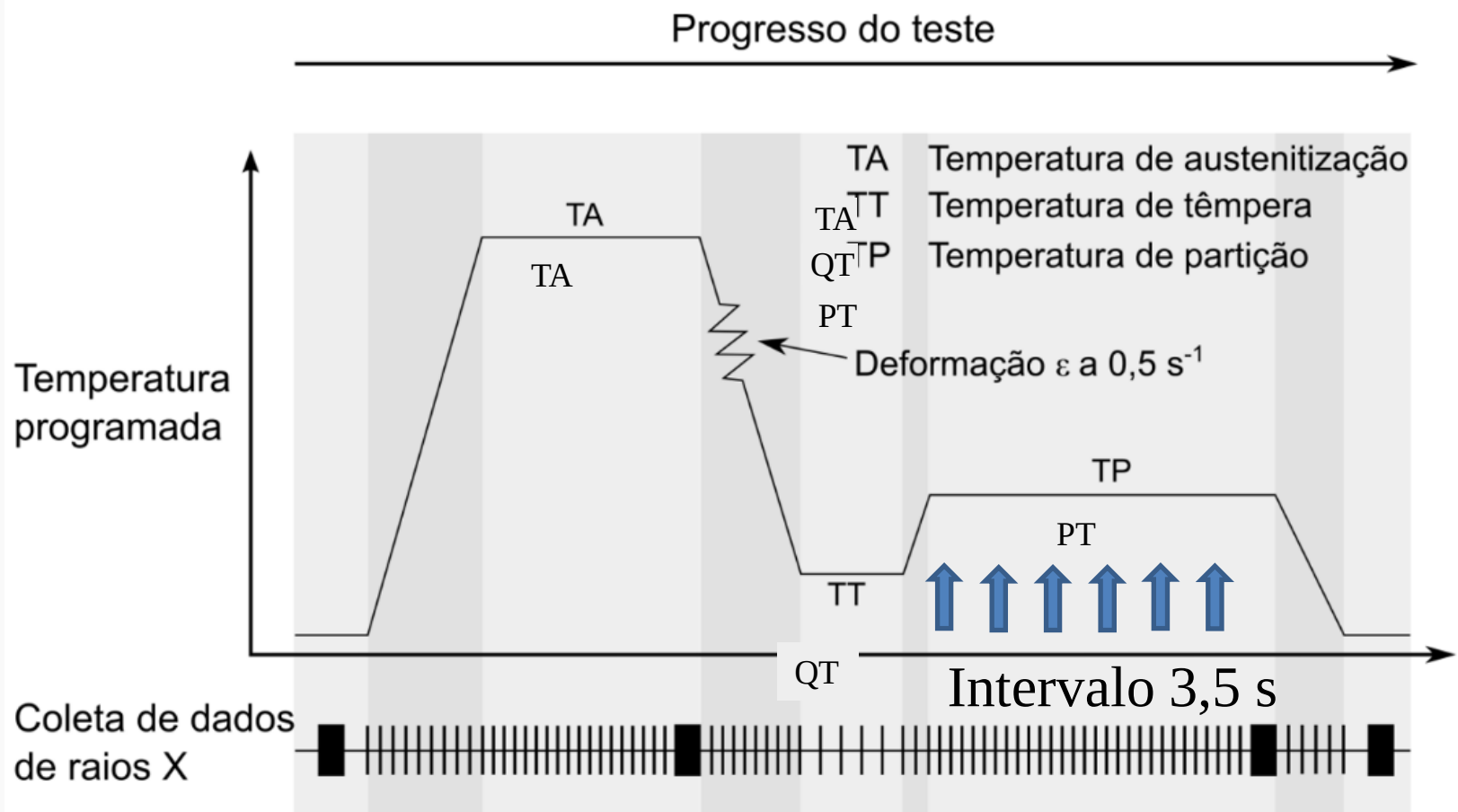
$\% \gamma_{without_ \varepsilon} > \% \gamma_{with_ \varepsilon}$
 $\% C_{without_ \varepsilon} < \% C_{with_ \varepsilon}$

Step 2. $\varepsilon = X\%$ at 750 °C (DIFT)



Enriquecimiento
en C en Iso
contornos de
grano, durante
el enfriamiento
↓
Este C puede
ser distribuido
durante PT,
desde $\alpha \rightarrow \gamma$

Tratamientos térmicos DRX *in situ*



- Adquisiciones: detectores posicionados en $45^\circ \rightarrow 39^\circ - 64^\circ$
- Barrido del goniómetro: $40^\circ < 2\theta < 120^\circ$

SIRIUS



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704

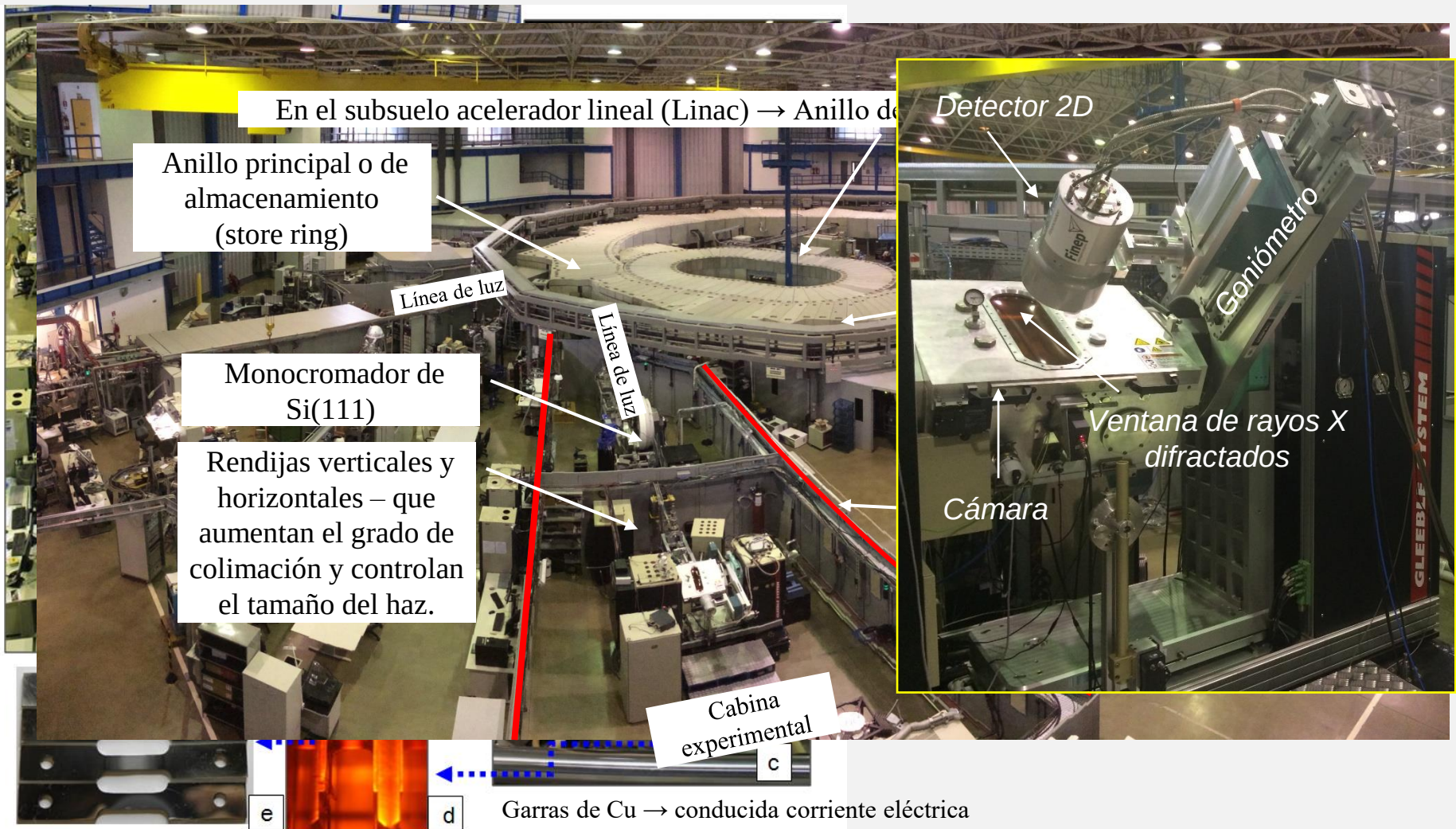


Acreditación Institucional
Internacional

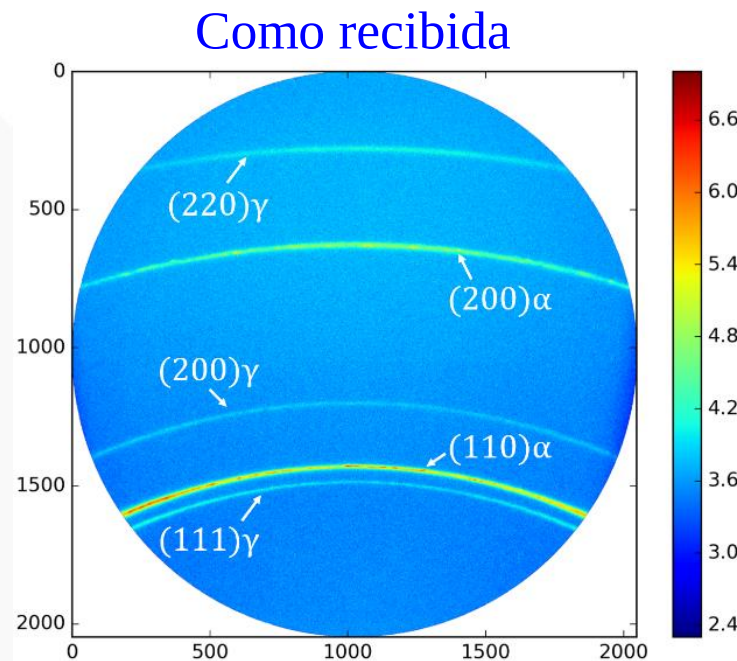


Procesamiento termomecánico y difracción de rayos X síncrotron *in situ*

Los tratamientos térmicos y termomecánicos son realizados en simulador termo-mecánico Gleeble 3S50® en la estación experimental XTMS (*X-ray Scattering and Thermo-Mechanical Simulation*), operada por el Laboratorio Nacional de Nanotecnología (LNNano) con soporte del Laboratorio Nacional de Luz Síncrotron (LNLS)

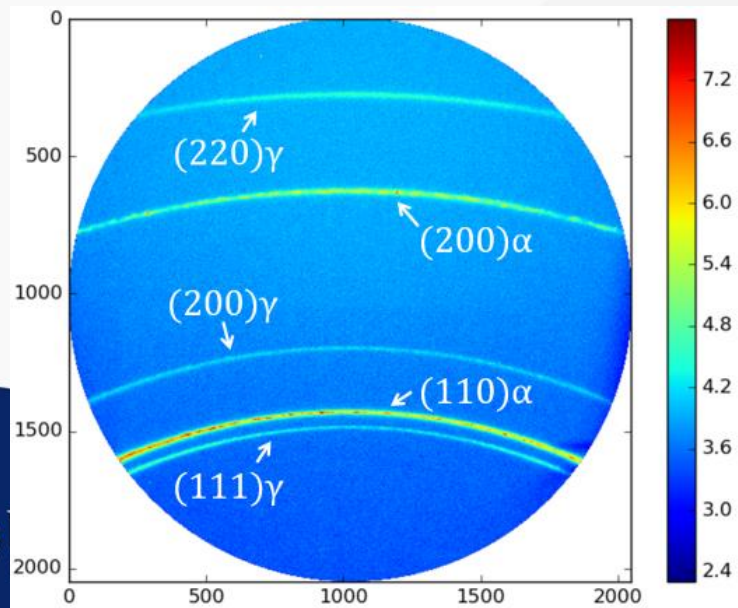


Q&P
QT = 328 °C

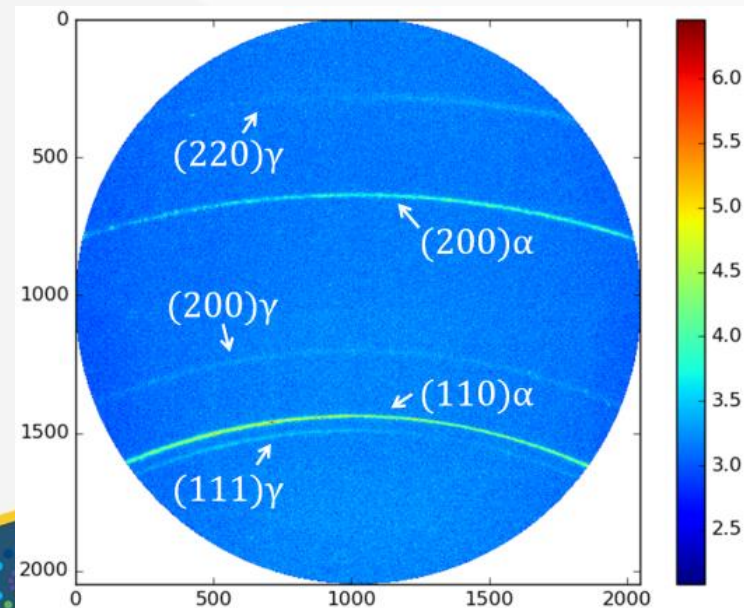


- Reducción de V_γ y de la intensidad (consumo de la fase)
- Textura (no surge como consecuencia de Q&P)

Fase inicial en la PT
 $V_\gamma = 17.2\%$

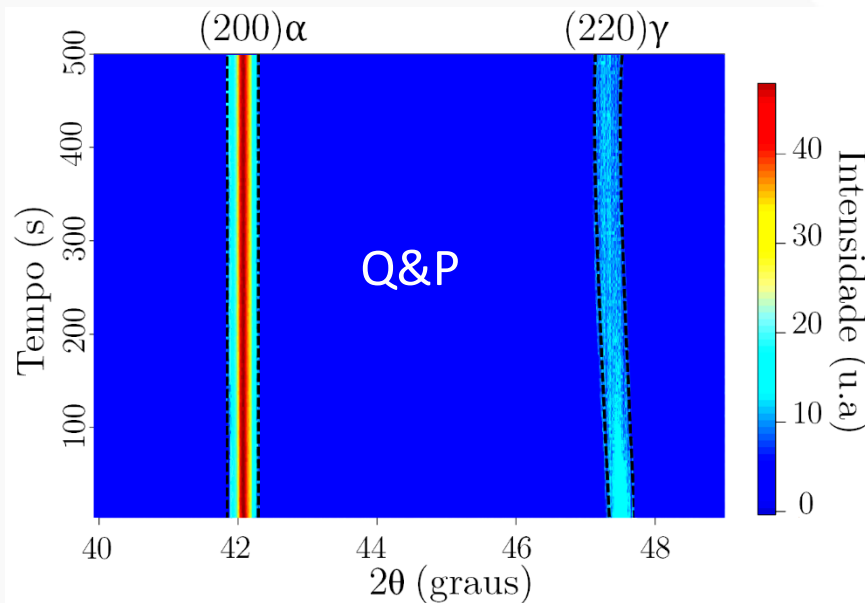


Estágio final em la PT
 $V_\gamma = 8.4\%$



Padrones de difracción de rayos X *in situ* 1D mostrando la evolución de los picos (200) α y (220) γ , colectados a 400 °C en función del tiempo de partición

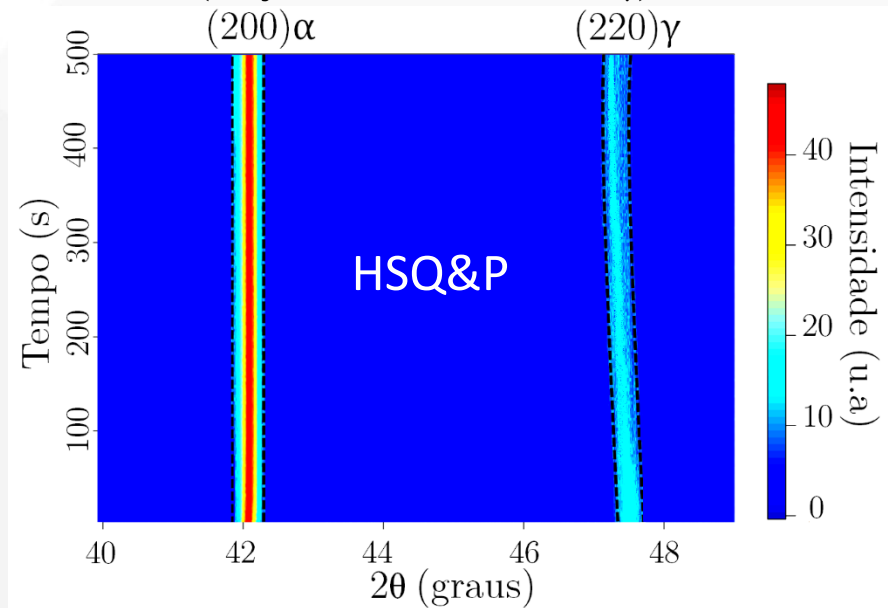
$V_\gamma = 4,3\%$



Q&P QT = 328 °C

$V_\gamma = 10,3\%$

(mayor estabilidad de la γ)



HSQ&P: $T_\varepsilon = 750$ °C; $\varepsilon = 30\%$, $0,5$ s $^{-1}$; QT = 328 °C

$$a^\gamma = \frac{\lambda \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}{2 \sin \theta_{hkl}}$$

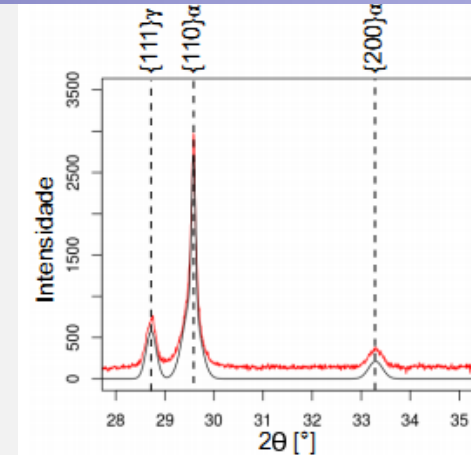
Atenuación en el tiempo (consumo de la fase) y desplazamiento hacia valores menores del ángulo de Bragg (ocupación de los sitios intersticiales por el carbono)

Procesamiento de los datos de difracción de rayos X

Ajuste de los picos por una función de Gauss:

Igor Pro® (Babu et al., 2005)

$$I = I_0 \exp \left[- \left(\frac{2\theta - 2\theta_0}{w} \right)^2 \right] + bck$$



Cálculo de la austenita retenida

Áreas integradas:

$$A = \int_{-\infty}^{\infty} I_0 \exp \left[- \left(\frac{2\theta - 2\theta_0}{w} \right)^2 \right] d\theta = I_0 |w| \sqrt{\pi}$$

Fracción volumétrica (ASTM E 975-03, Gnaupel-Herold e Creuziger, 2011):

$$V^\gamma = 1 - V^\alpha = \frac{\sum A_{hkl}^\gamma / R_{hkl}^\gamma}{\sum A_{hkl}^\alpha / R_{hkl}^\alpha + \sum A_{hkl}^\gamma / R_{hkl}^\gamma}$$

R , *intensidad relativa* (efecto que componen el cálculo de I)

Cálculo del contenido de C en la austenita

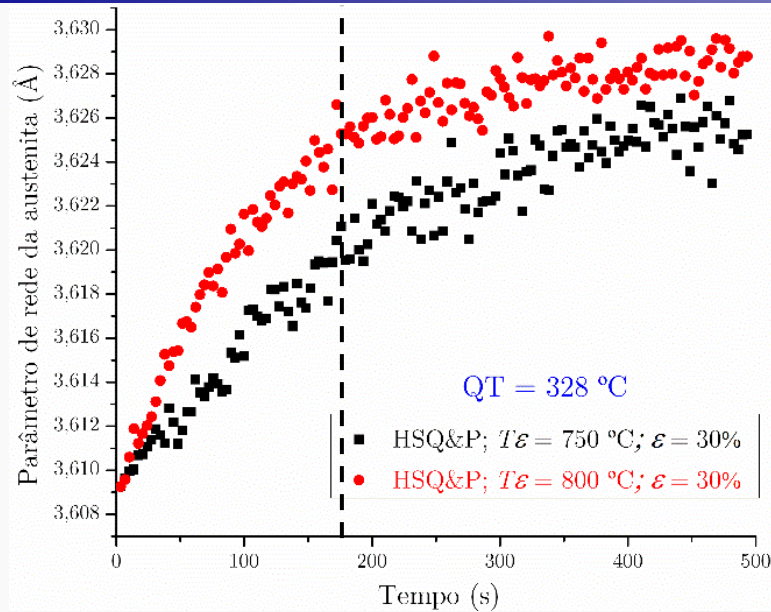
Ley de Bragg → convertir $2\theta_0$ en a_0^γ

Debido a que los experimentos *in situ* fueron realizados en PT → Transformar a_0^{PT} en $a_0^{300\text{K}}$ usando la ecuación de la expansión de la celdilla (van Bohemen, 2013)

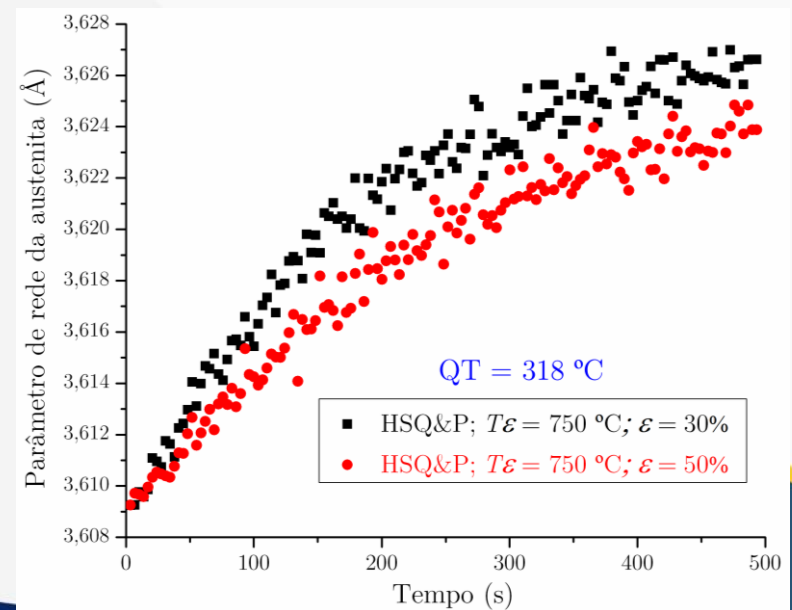
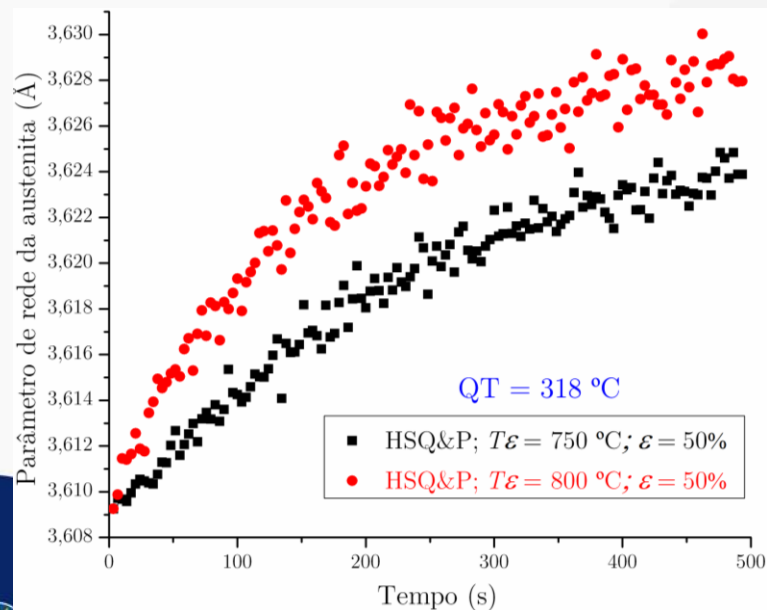
$$a_0^\gamma = \left(\frac{a^\gamma}{1 + \beta^\gamma T + \beta^\gamma \phi^\gamma \left[\exp \left(-\frac{T}{\phi^\gamma} \right) - 1 \right]} \right) \quad \begin{matrix} \beta^\gamma = 24.8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \\ \phi^\gamma = 280 \text{ K} \end{matrix}$$

Cálculo del contenido de C (Dyson and Holmes, 1970):

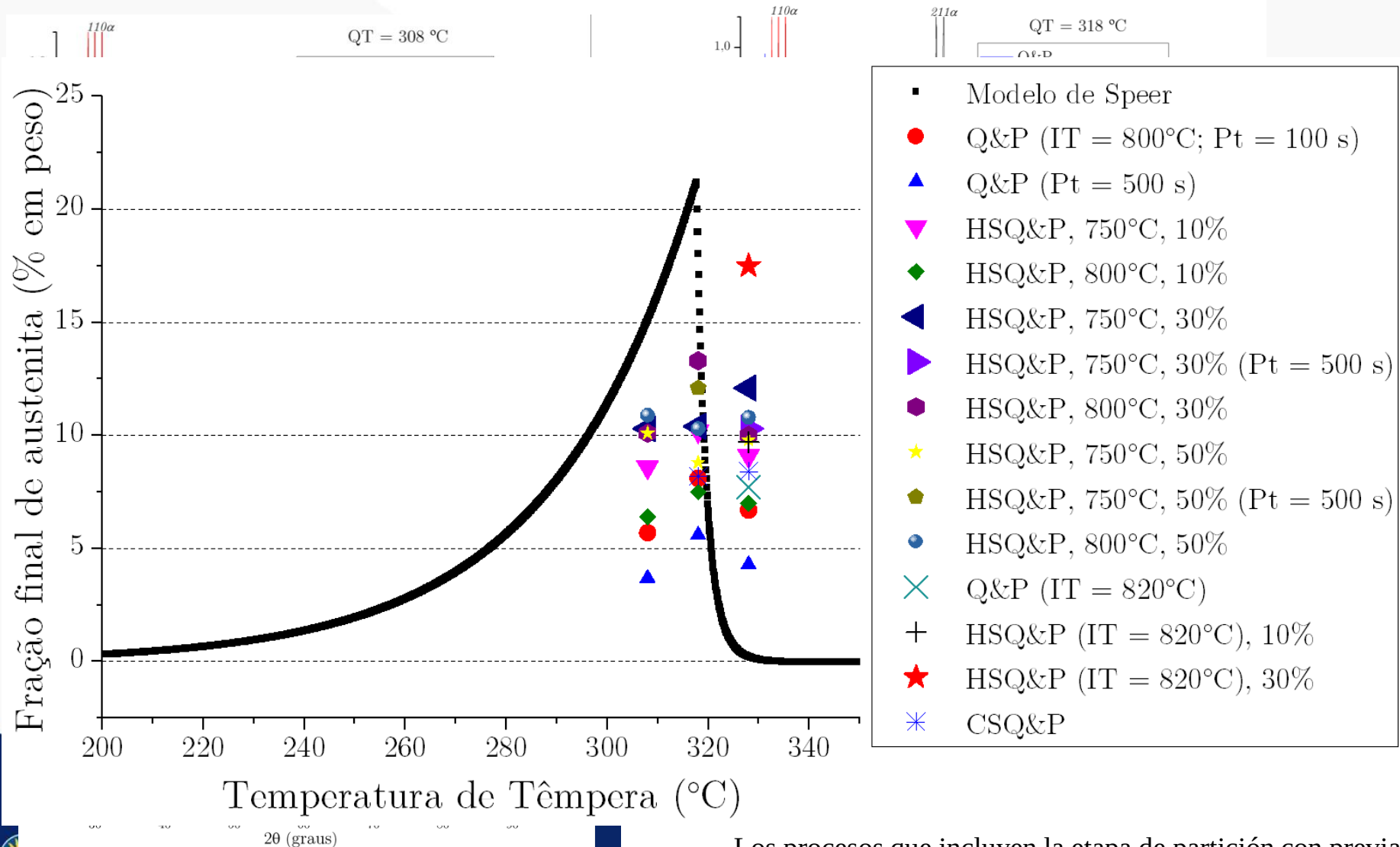
$$w_c^\gamma = \left(\frac{a^\gamma - 3.578 - 9.5 \times 10^{-4} \% w_{\text{Mn}}^\gamma - 5.6 \times 10^{-3} \% w_{\text{Al}}^\gamma}{3.30 \times 10^{-2}} \right)$$



$\uparrow \epsilon$ $\downarrow$ enriquecimiento en C en la γ
 $\uparrow T\epsilon$ $\uparrow$ enriquecimiento en C en la γ



Modelo de Speer *et al.* y resultados experimentales da V_γ



Los procesos que incluyen la etapa de partición con previa deformación en alta temperatura (los HSQ&P) presentan los mayores porcentajes de austenita retenida

MICROESTRUCTURA

Variaciones microestructurales MO y SEM

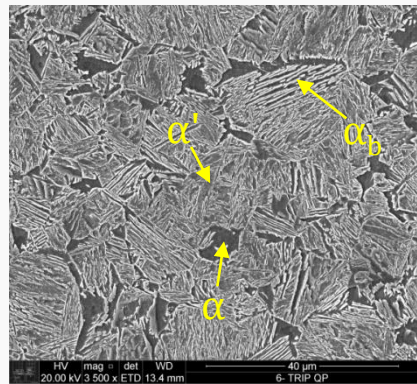
- Es posible obtener una gran variedad de microestructuras formadas por diversos microconstituyentes (martensita, ferrita, austenita retenida y bainita)

Q&P=318 °C

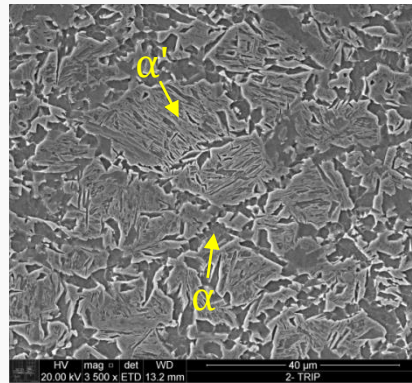
HS-750 °C-30%

HSQ&P-750 °C-30%-QT=318 °C

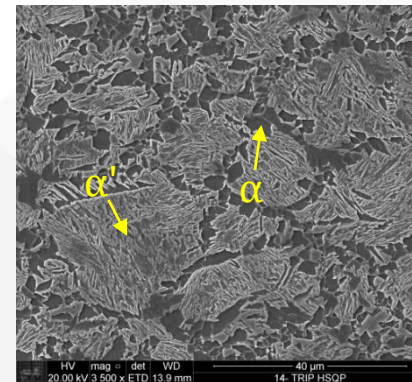
HSQ&P-750 °C-50%-QT=308 °C



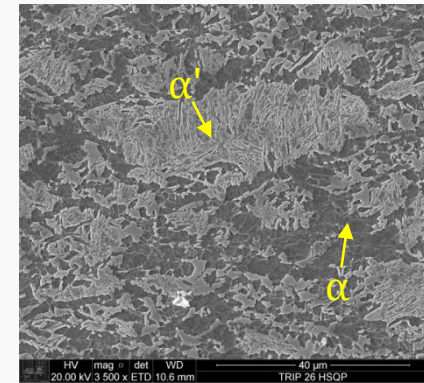
HV = 375 HV_{0,5}



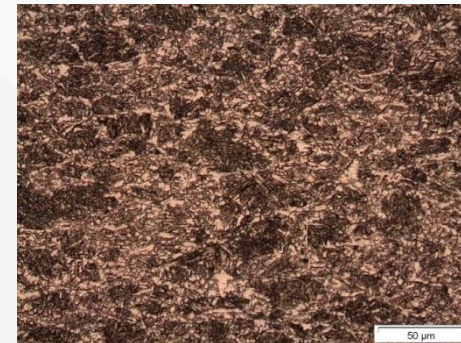
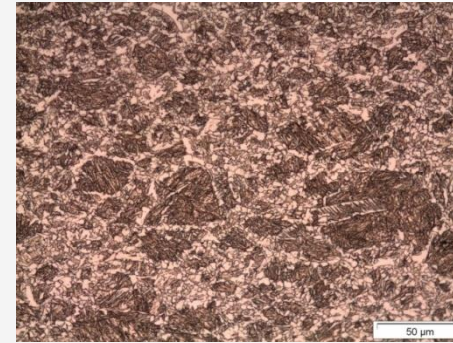
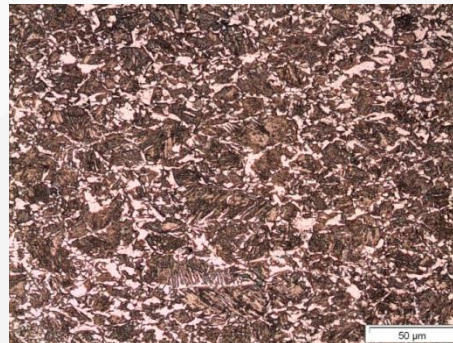
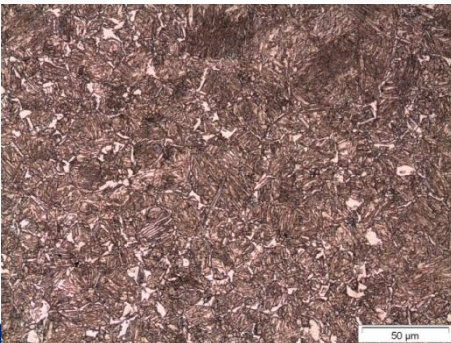
HV = 368 HV_{0,5}



HV = 307 HV_{0,5}



HV = 328 HV_{0,5}



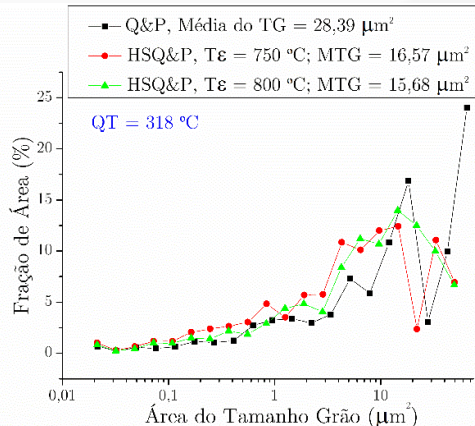
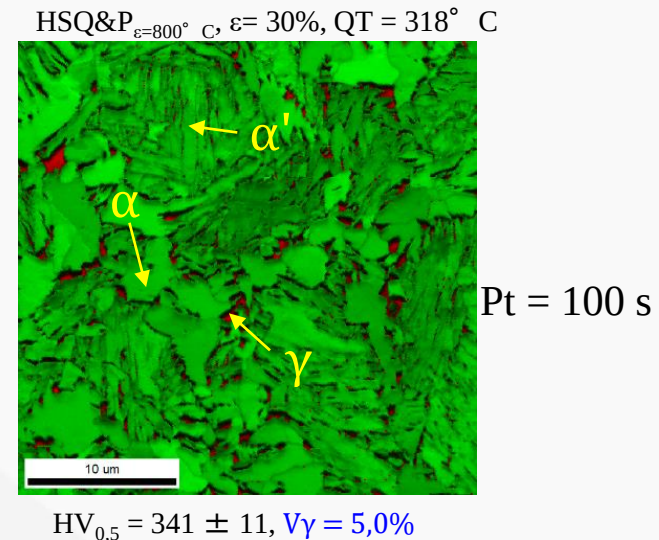
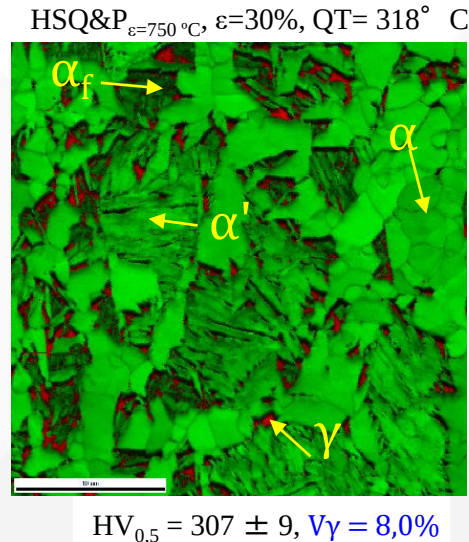
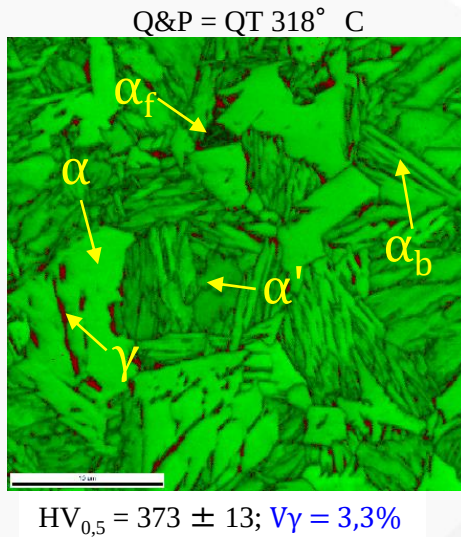
↑ %α ↑ %ε

Cinética de la nucleación de α es acelerada por la ε de la γ

- ↑ de la fuerza motriz causada por la E_e almacenada (facilita la nucleación de la α y reduce el periodo de incubación)
- Aceleración de la difusión de C en la γ
- Aumento de sitios de nucleación (↑ ΔG) en el interior de los granos de γ

Variaciones microestructurales EBSD

- La técnica de EBSD permite medir el área media del tamaño de grano, la cuantificación de fases, determinar la morfología y crear los mapas de identificación de las fases y del IQ.



Materials and Design 186 (2020) 108329

Contents lists available at ScienceDirect

Materials and Design

journal homepage: www.elsevier.com/locate/matdes

Development of a new generation of quench and partitioning steels: Influence of processing parameters on texture, nanoindentation, and mechanical properties

E.A. Ariza-Echeverri ^{a,*}, M. Masoumi ^b, A.S. Nishikawa ^{a,c}, D.H. Mesa ^d, A.E. Marquez-Rossy ^e, A.P. Tschiptschin ^a

^a Department of Metallurgical and Materials Engineering, University of São Paulo, Av. Prof. Mello Moraes, 2463, CEP 05508-900 São Paulo, SP, Brazil
^b Federal University of ABC, Center of Engineering, Modeling and Applied Social Sciences, Bangui, 09210-580 Santo André, SP, Brazil
^c Department of Materials Science and Engineering, Delft University of Technology, Mekelweg 2, Delft 2628 CD, the Netherlands
^d Mechanical Technology Program, Universidad Tecnológica de Pereira, Vereda La Julia, Pereira, Risaralda, Colombia
^e Deposition Science and Technology Group, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN 37830, USA

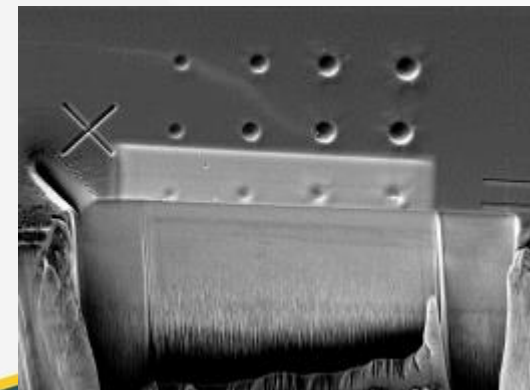
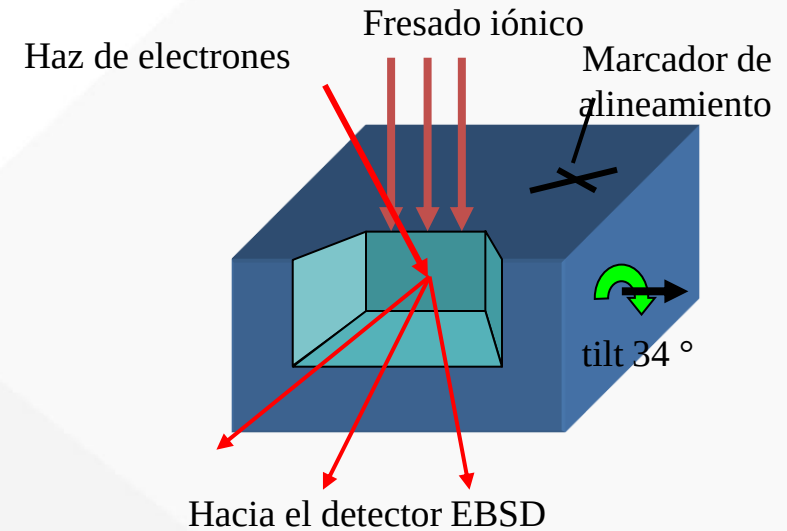
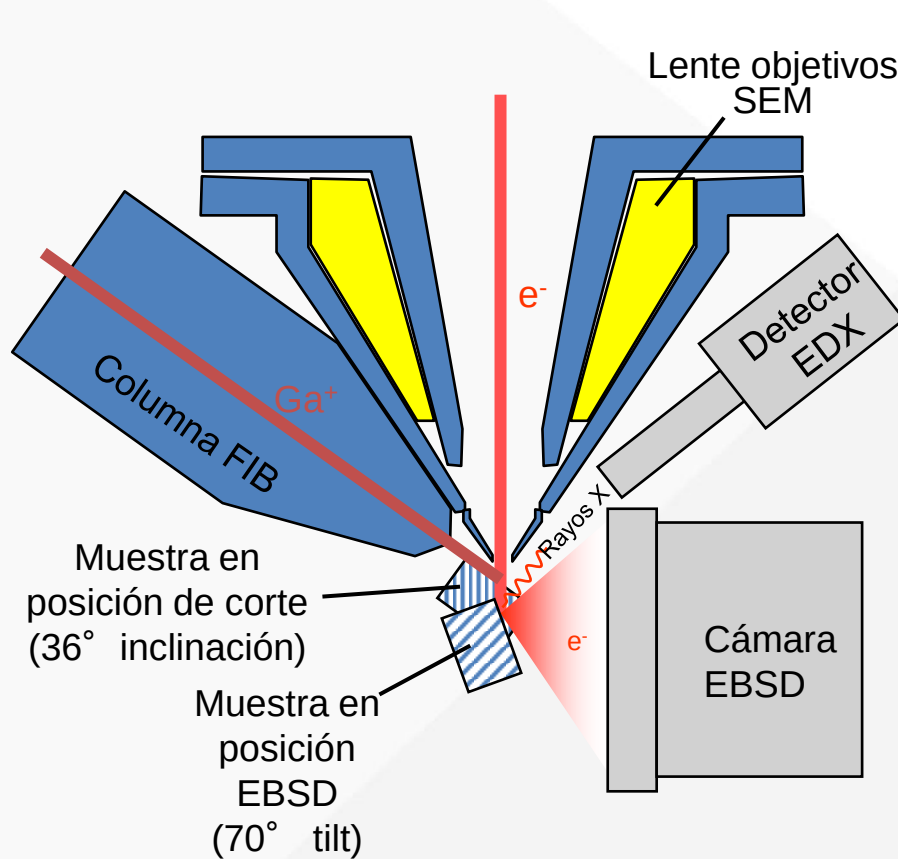
Permite analizar la influencia de la deformación en alta temperatura de la austenita previa a la etapa de Q&P sobre la microestructura final. Revelando refinamiento en los tamaños de los paquetes y bloques de martensita.

Laboratorio de preparación de muestras usando haz de iones focalizado

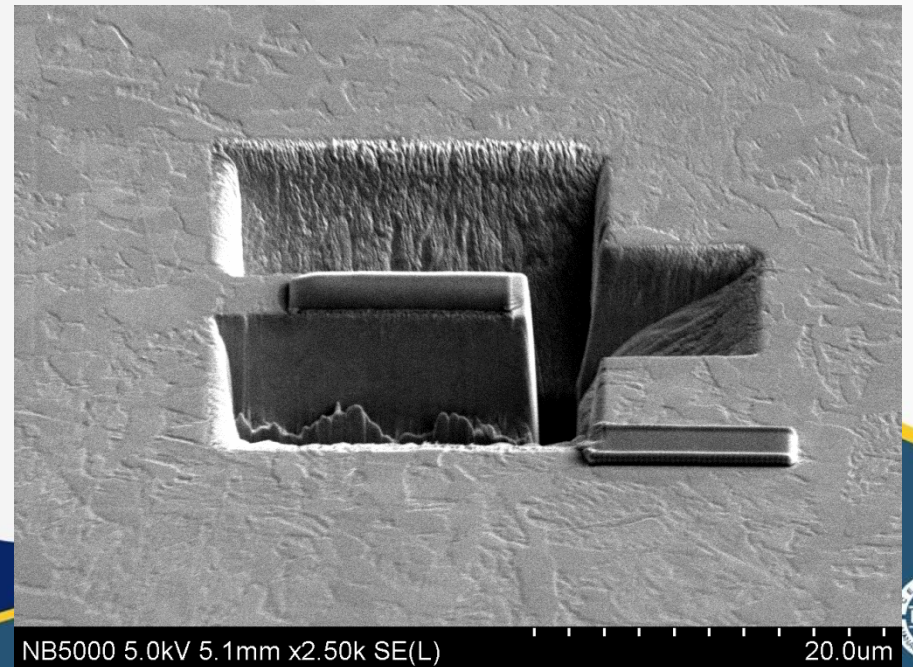
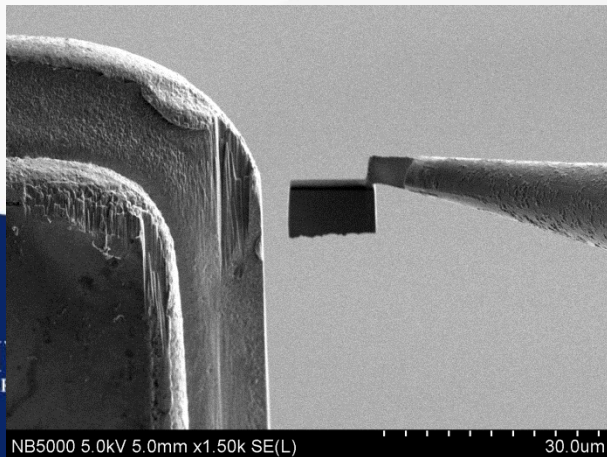
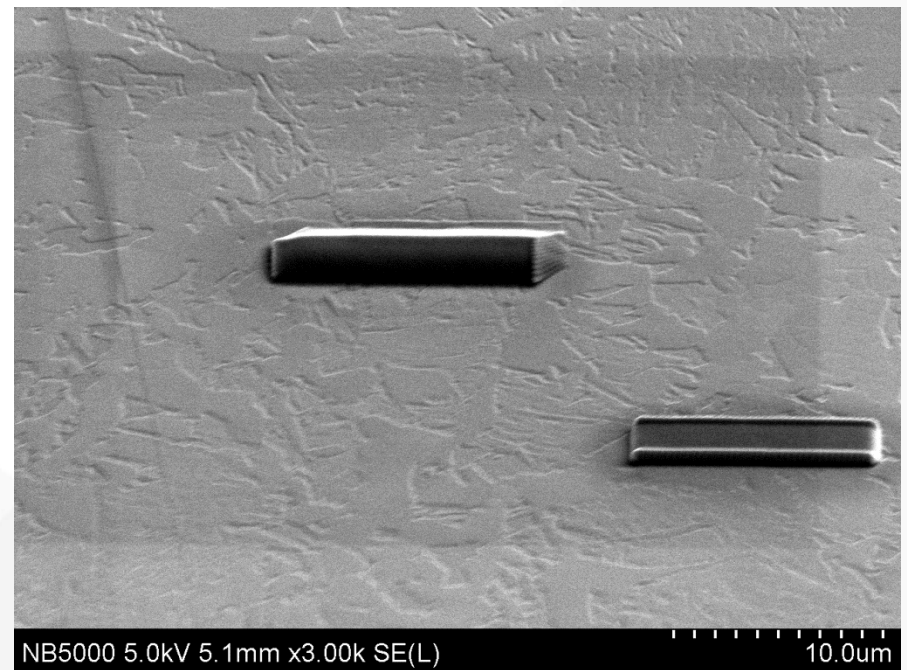
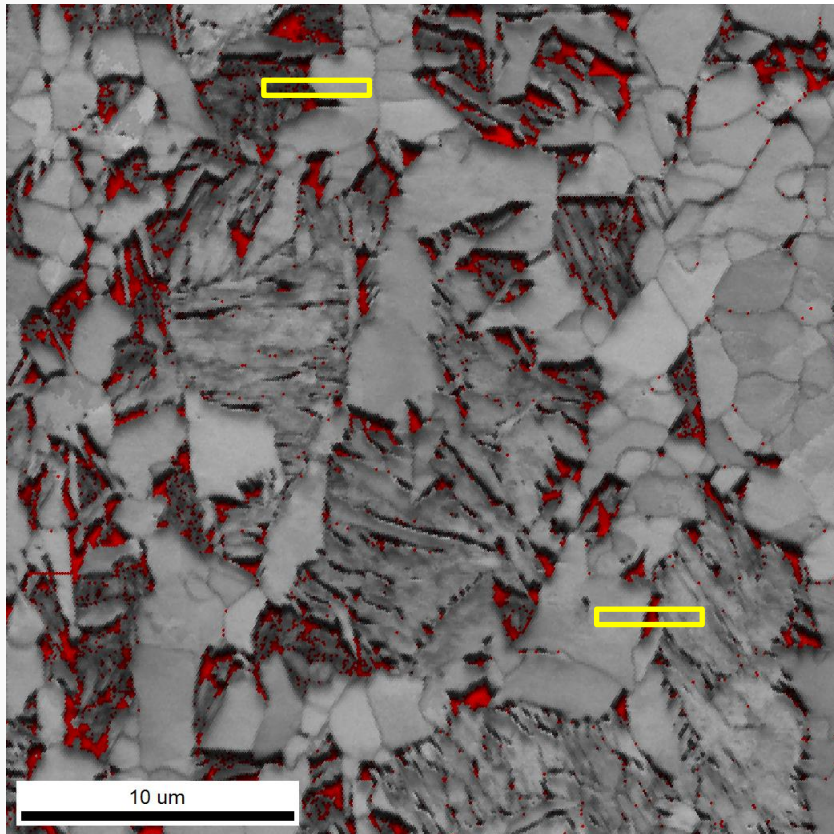


Principio de seccionamiento en serie y de orientación microscópica

Sistema de haz de iones focalizados (**FIB**)



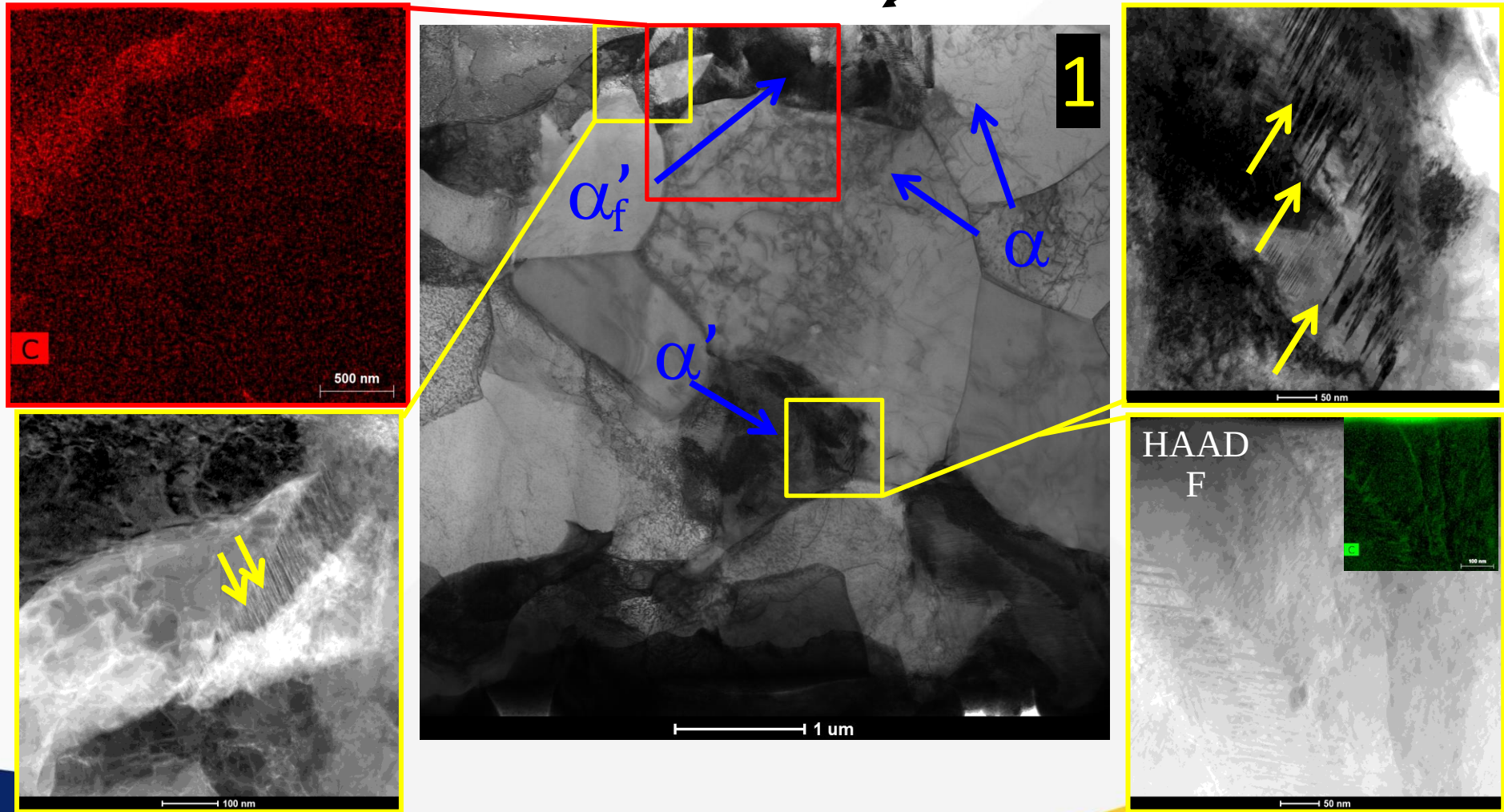
EBSD y STEM



HSQ&P (ϵ no isotérmica) -

EDS del Carbono

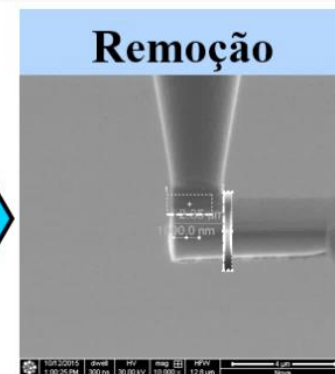
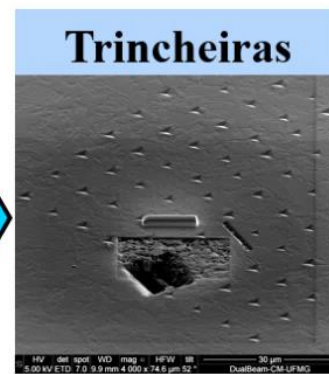
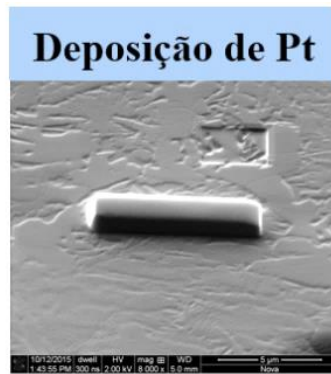
Superficie observada por EBSD



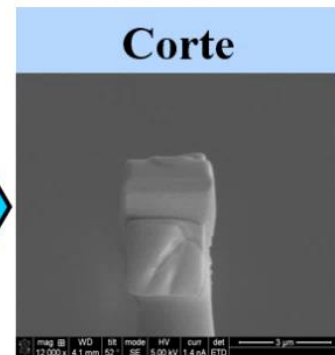
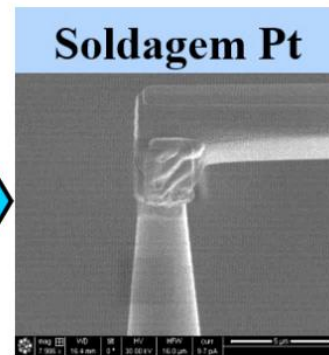
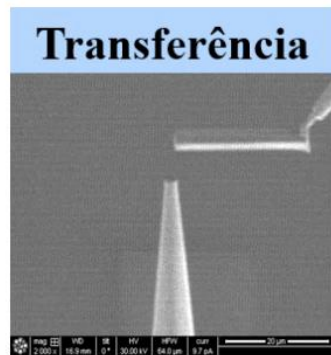
- Densidad de dislocaciones $\rightarrow$ acumulación de C
- Martensita maclada $\rightarrow$ relacionada con la transformación que ocurre en aceros con alta concentración de carbono

Preparación de CP – FIB/SEM → APT

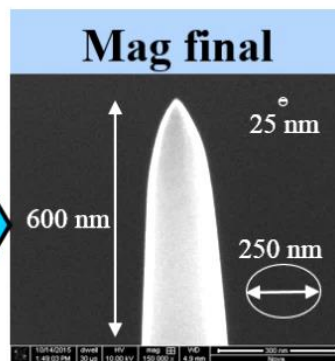
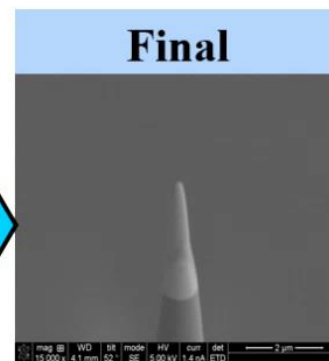
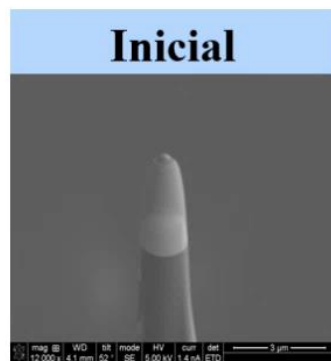
(1) Extração



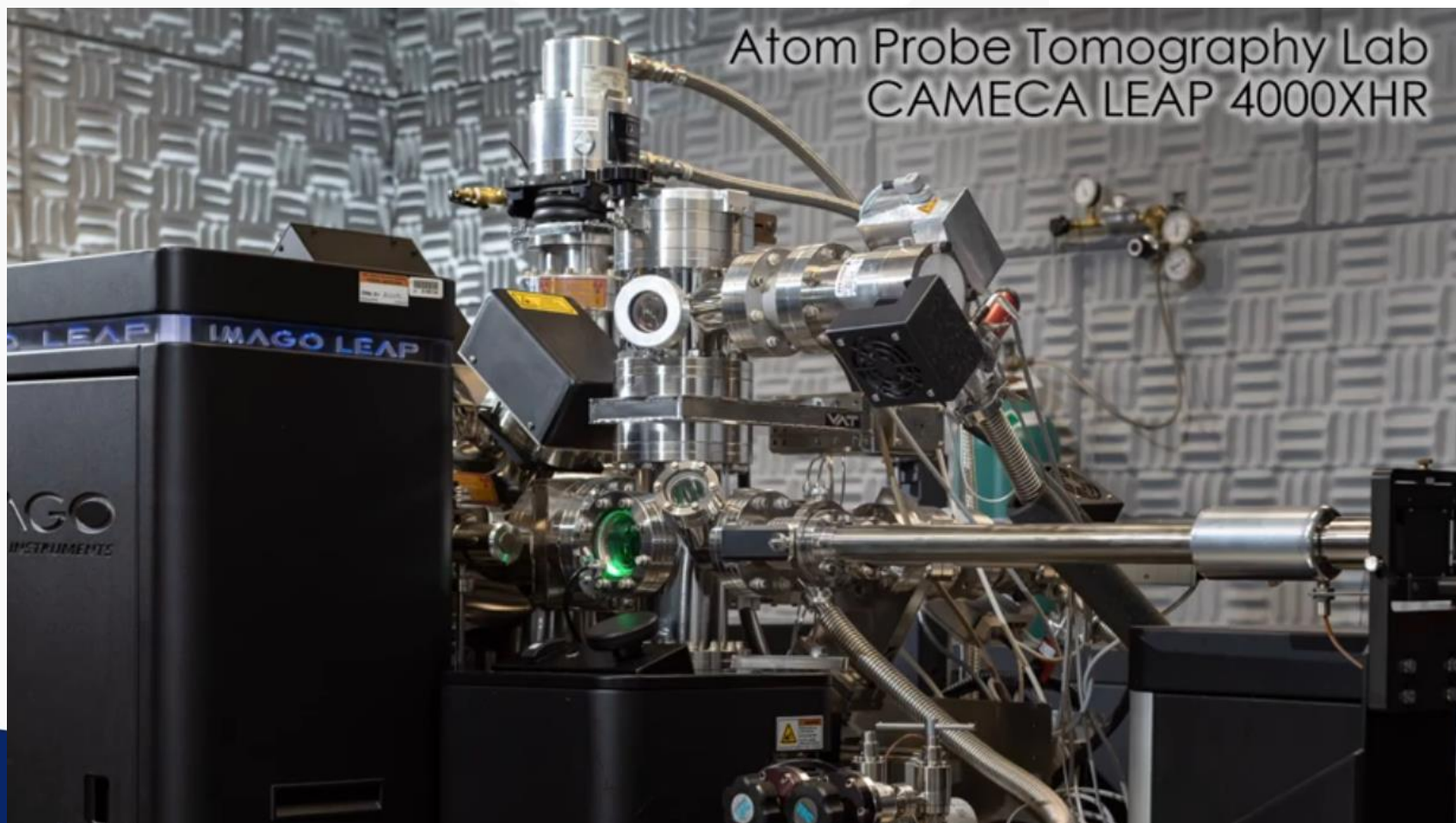
(2) Montagem



(3) Polimento da ponta



Tomografía por sonda atómica (APT) ORNL



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704

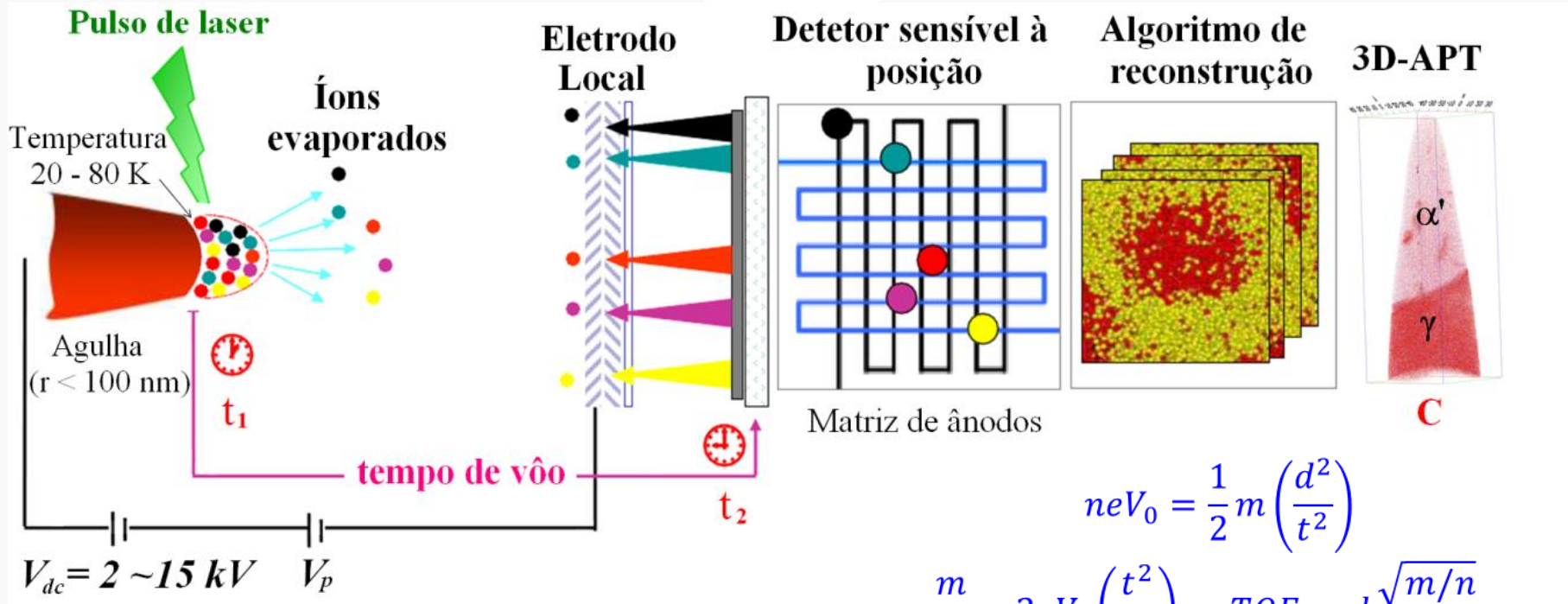


Acreditación Institucional
Internacional



Tomografia de sonda atômica (APT)

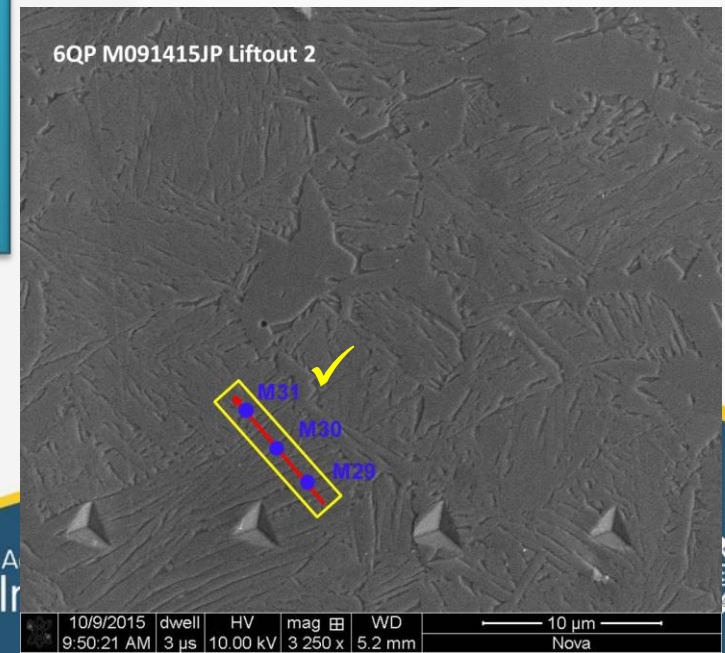
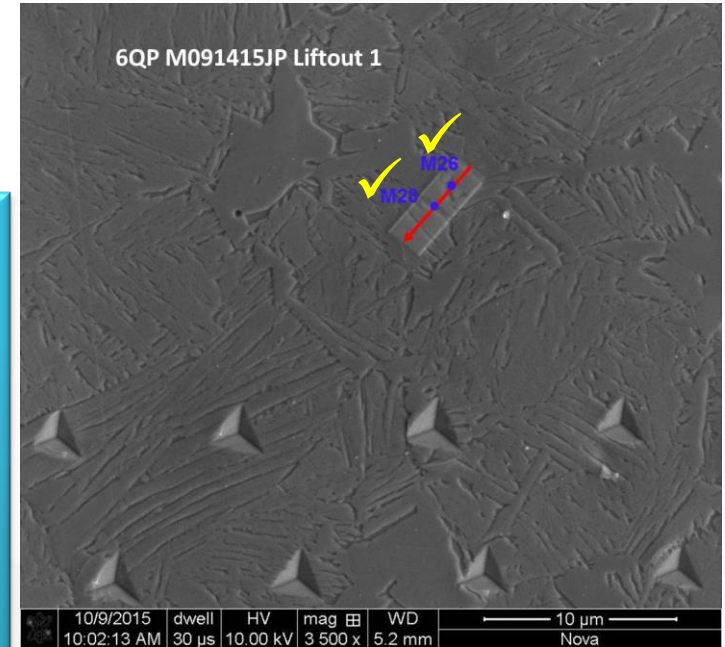
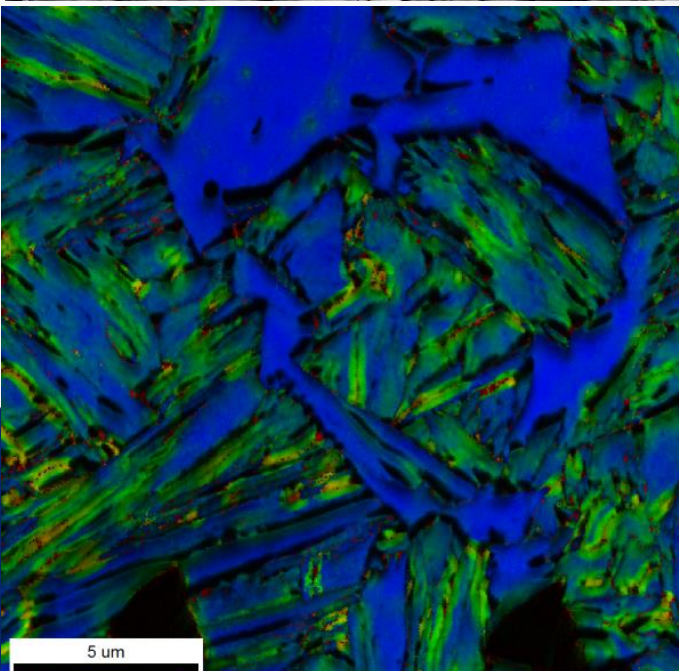
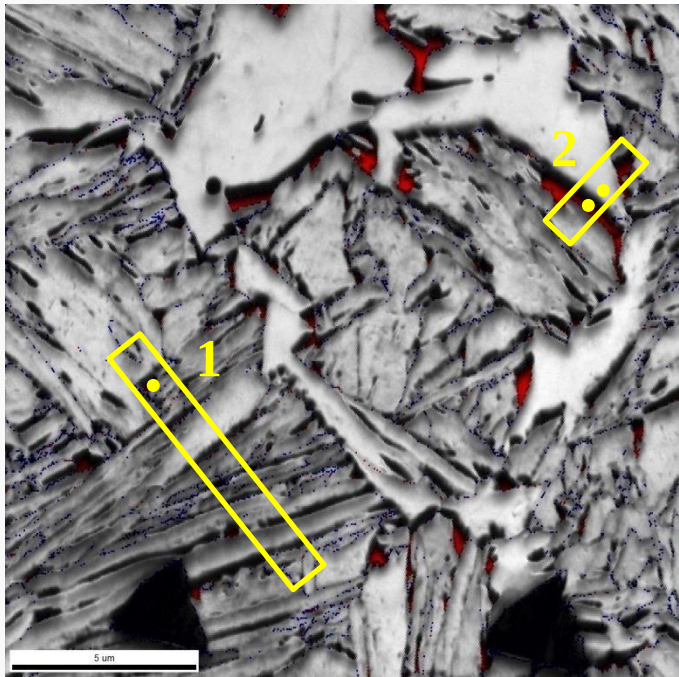
APT se basa en la evaporación de iones mediante la aplicación de un campo eléctrico (*Field Ion Evaporation*) y la combinación de la técnica de espectrometría de masas de tiempo de vuelo con microscopía de proyección puntual, utilizando el número atómico y los isótopos comunes para identificar el tipo de átomo y crear las imágenes 3D en escala atómica



Son usados tres métodos de cuantificación: iso-superfícies, proxigramas, volúmenes aislados y perfiles de líneas de composición normales a las interfaces

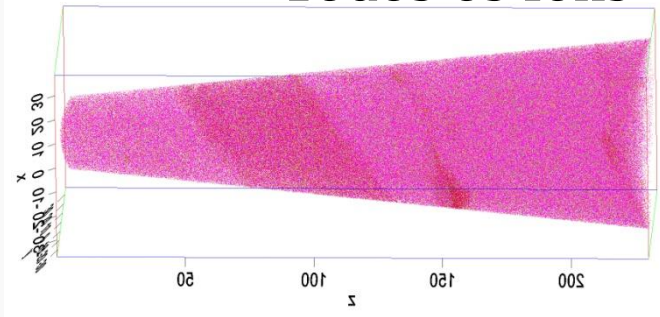
Q&P

Usando EBSD es posible medir e identificar los límites de grano para posteriores análisis por APT

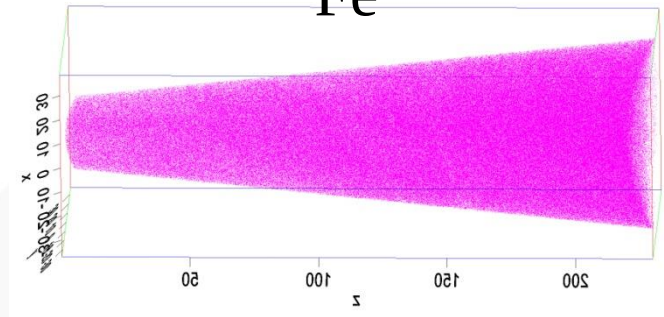


Q&P – interface γ/α' – Mapas de los átomos

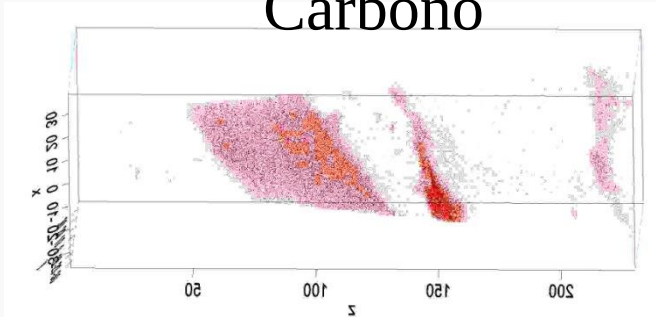
Todos os ions



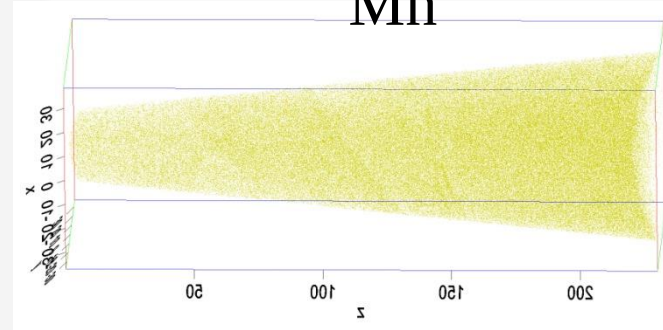
Fe



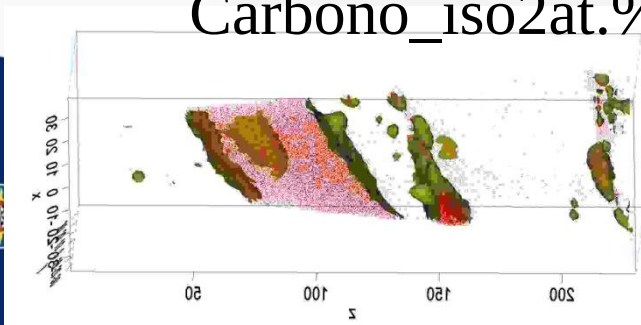
Carbono



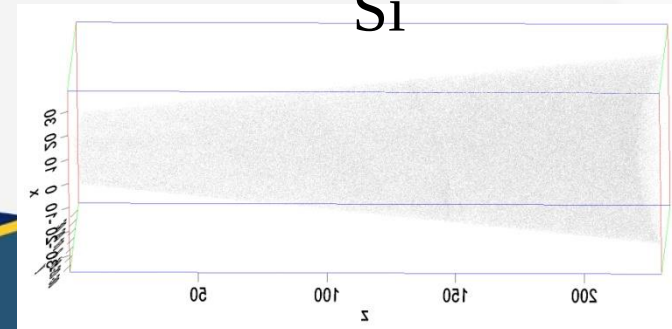
Mn



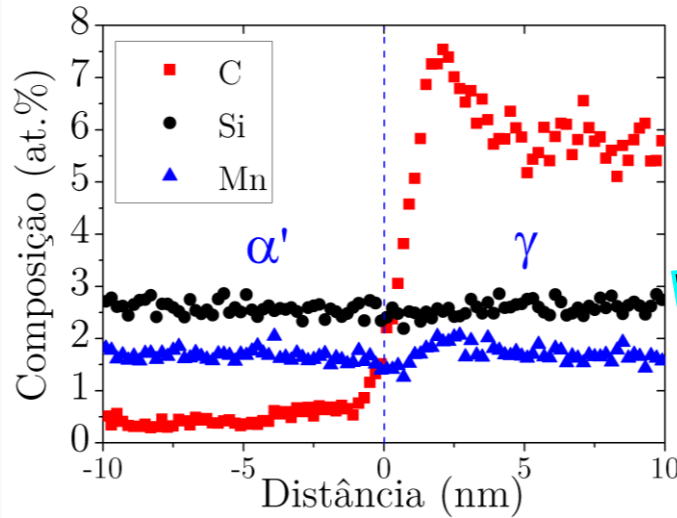
Carbono_iso2at.%C



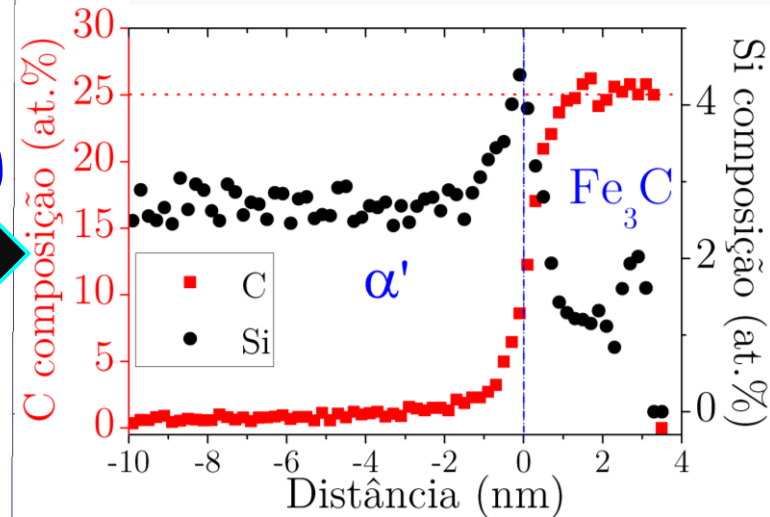
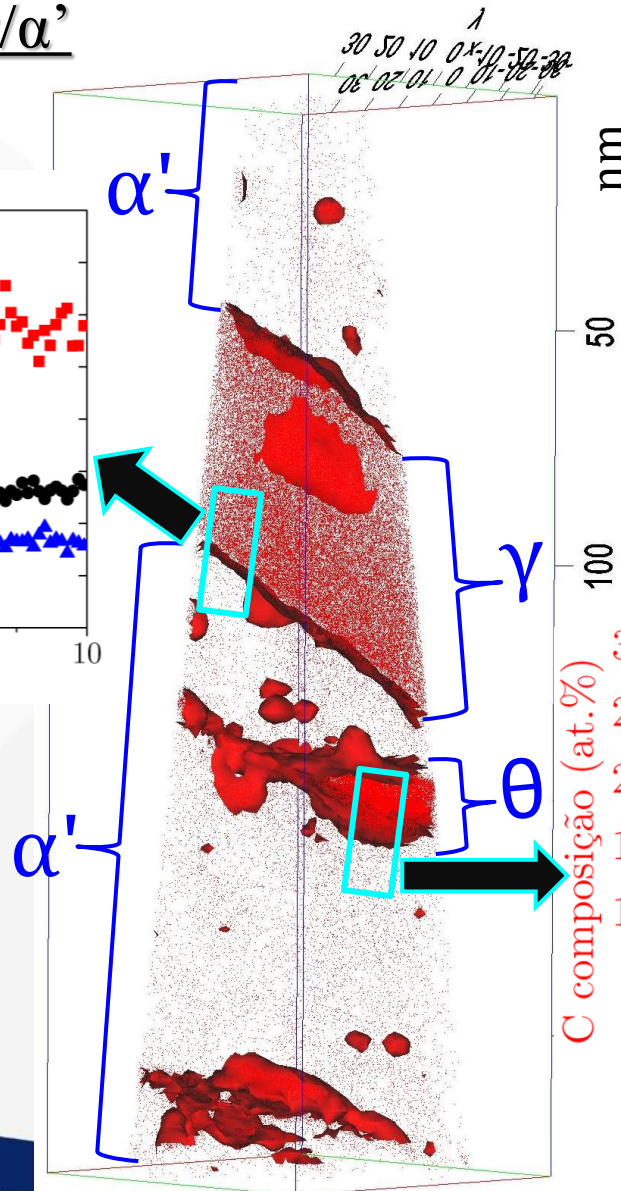
Si



Q&P – interface γ/α'



Fuerte evidencia de partición de carbono de martensita a austenita durante la etapa de partición



Evaluation of Carbon Partitioning in New Generation of Quench and Partitioning (Q&P) Steels



EDWAN ANDERSON ARIZA, JONATHAN POPLAWSKY, WEI GUO, KINGA UNOCIC, ANTONIO J. RAMIREZ, ANDRÉ P. TSCHITSCHIN, and SUDARSANAM SURESH BABU

La partición de carbono evidenciada en los proxigramas (histogramas de las líneas de composición normales a las interfaces) permite confirmar la identificación de fases y límites de grano

Nanodureza

Método de Oliver-Pharr:

$$H = \frac{P_{max}}{A(h_c)}$$

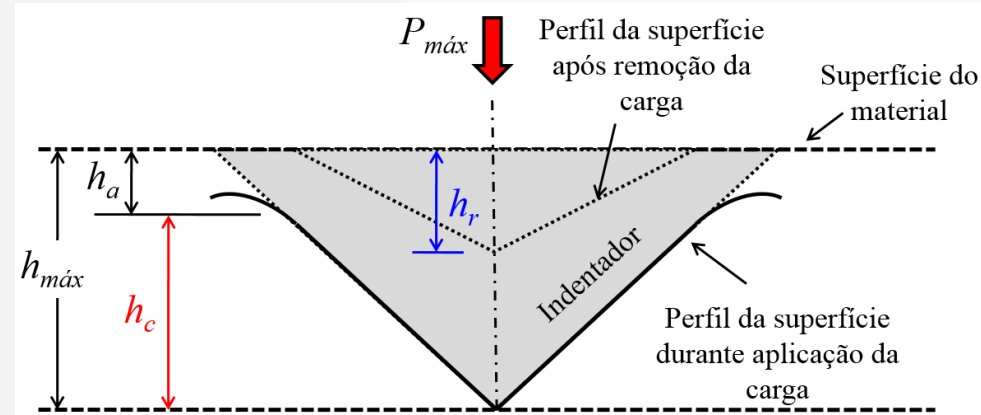
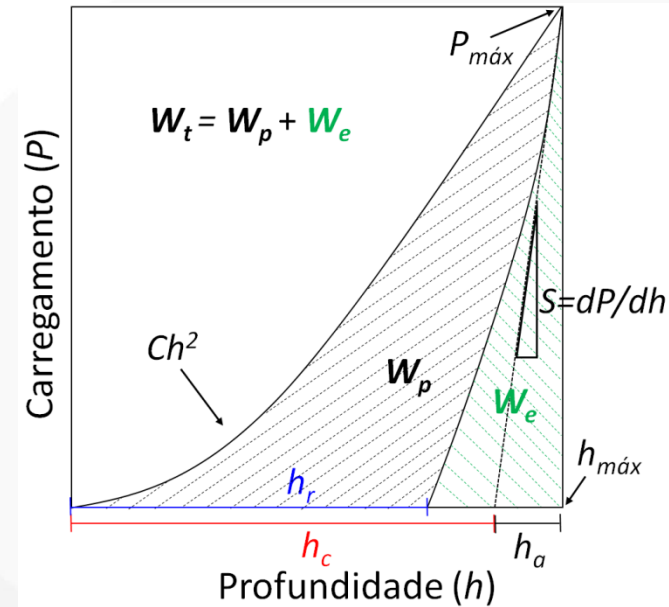
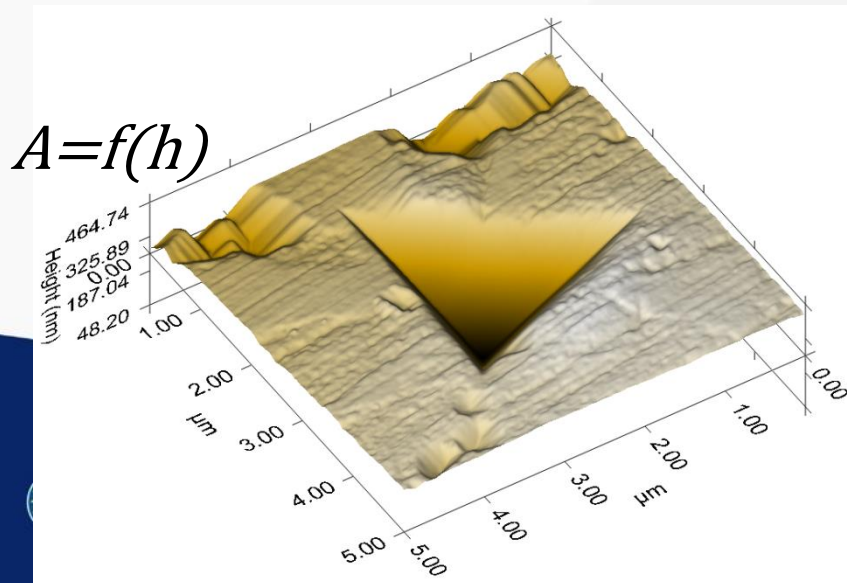
$$\frac{1}{E_r} = \frac{1 - \nu_b^2}{E_b} + \frac{1 - \nu_i^2}{E_i}$$

$$E_r = \frac{\sqrt{\pi}}{2\beta\sqrt{A(h_c)}} \times S$$

$$E_i = 1140 \text{ GPa}$$

$$\nu_i = 0,07 \quad \nu_b = 0,33$$

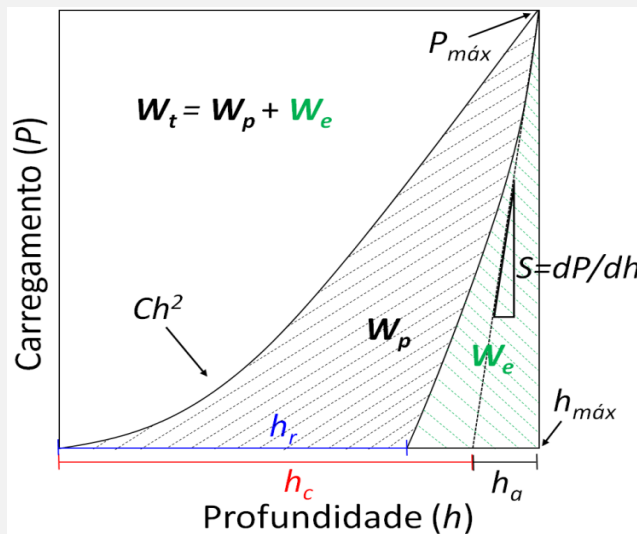
$$A(h_c) = 3\sqrt{3}(h_c)^2 \tan^2 \theta = 24,5h_c^2$$



Algoritmo Curva de carregamento → Propriedades mecânicas



- Oliver WC, Pharr GM. J Mater Res 1992; 7:1564
- Dao M, Chollacoop N, Van Vliet KJ, Venkatesh TA, Suresh S. Acta Mater 2001; 49:3899
- Bucaille JL, Stauss S, Felder E, Michler J. Acta Mater 2003; 51:1663
- Casals O, Alcalá J. Acta Mater 2005; 53:3545



Como ponto de partida, Dao et al. expressaram o carregamento durante o ensaio de indentação em função de:

$$C, h_r \left(\text{ou } \frac{W_p}{W_T} \right), h_m \left(\text{ou } P_m \right), \left. \frac{dP_u}{dh} \right|_{h_m} \rightarrow E^*, A_m, P_{ave}, \sigma_y, n$$

$$C = \frac{P}{h^2} = \sigma_r \prod_1 \left(\frac{E^*}{\sigma_r}, n \right) \rightarrow \frac{C}{\sigma_r} = \prod_1$$

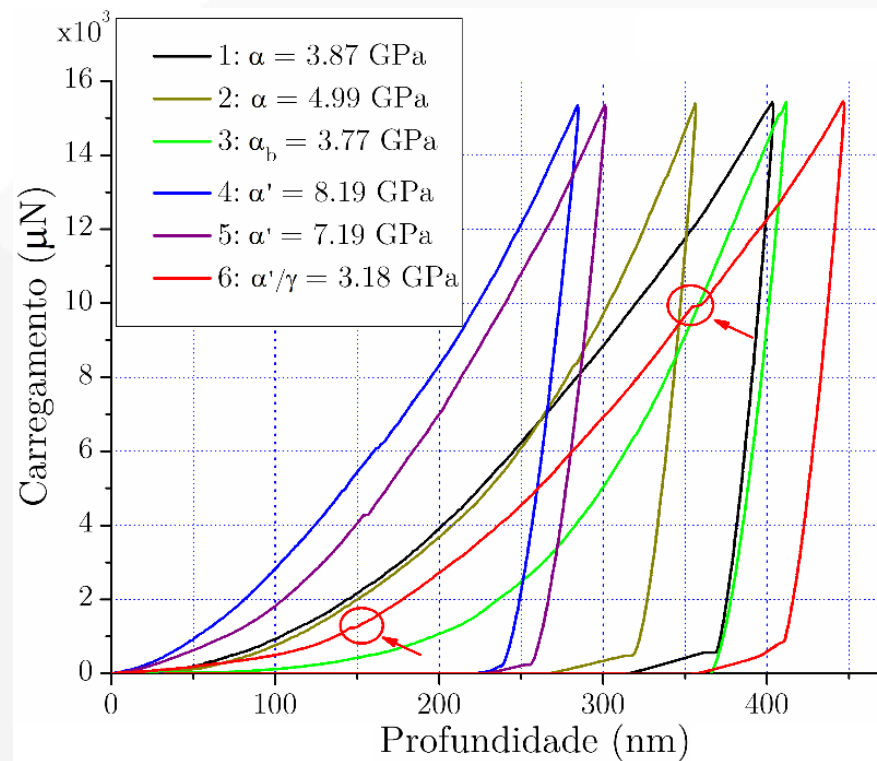
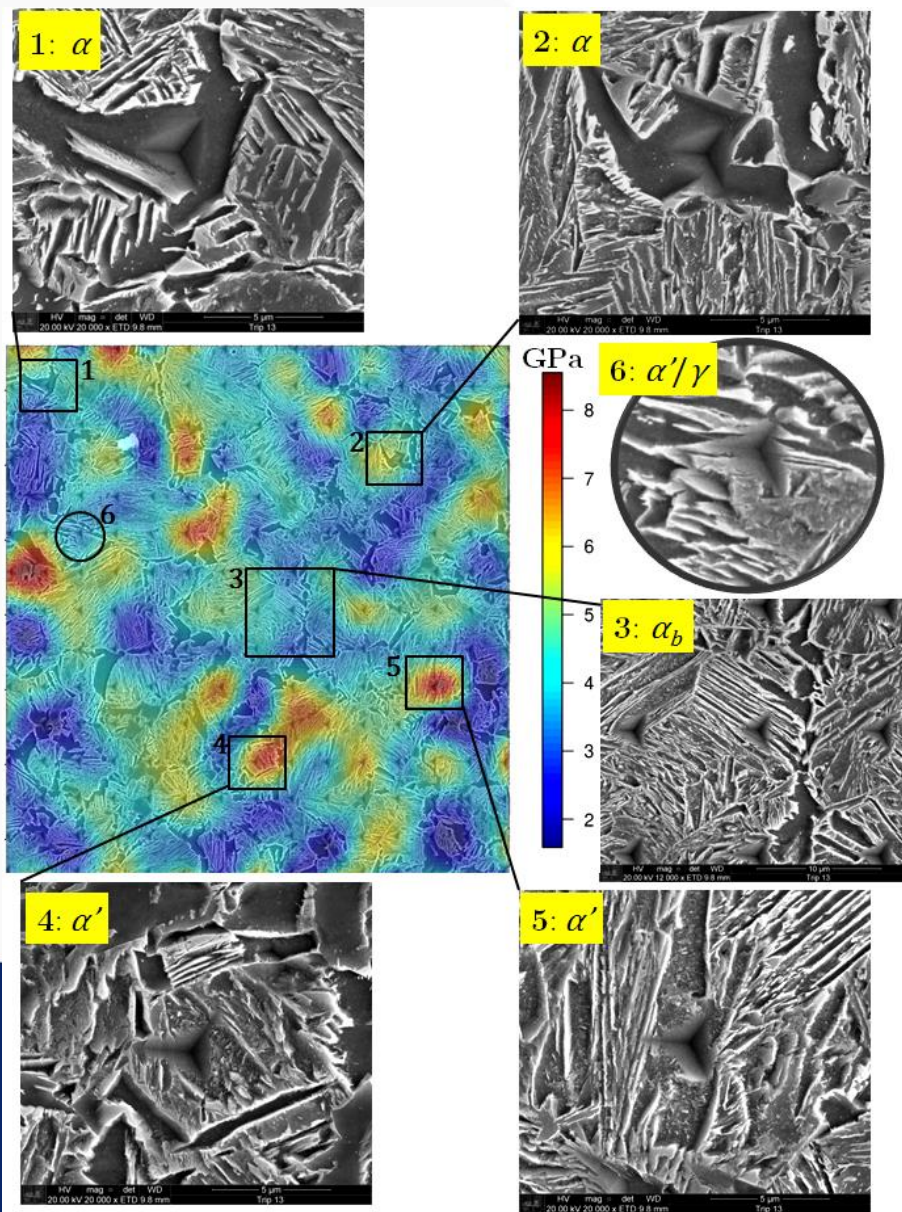
Descarregamento

$$P = B(h - h_r)^m$$

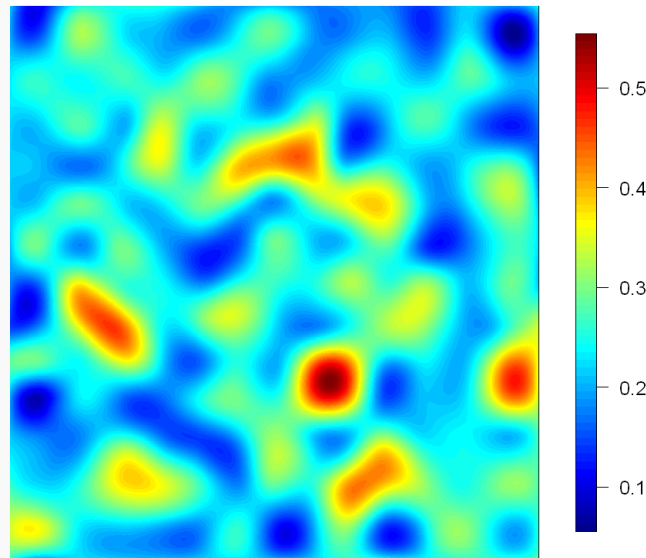
$$\frac{C}{\sigma_r}, n = \prod_2 \quad \frac{P_{ave}}{E^*} = \prod_4 \quad \frac{W_p}{W_T} = \prod_5 \left(\frac{h_r}{h_m} \right)$$

MICROESTRUCTURA Y PROPIEDADES MECÁNICAS

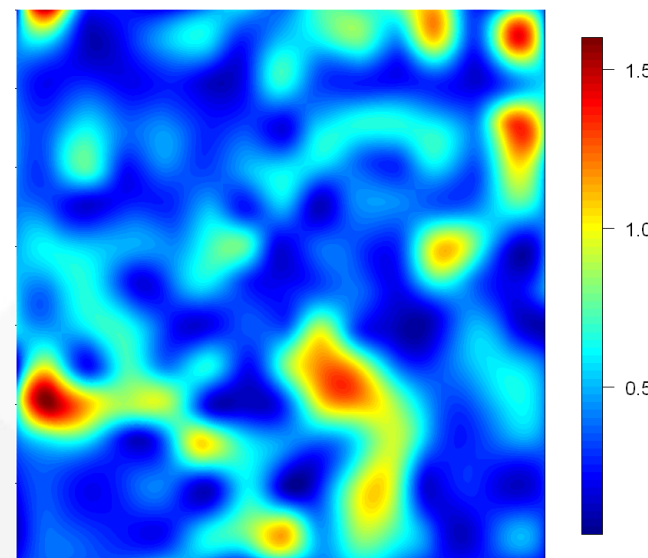
Nanodureza y algoritmo de conversión



Algoritmo inverso

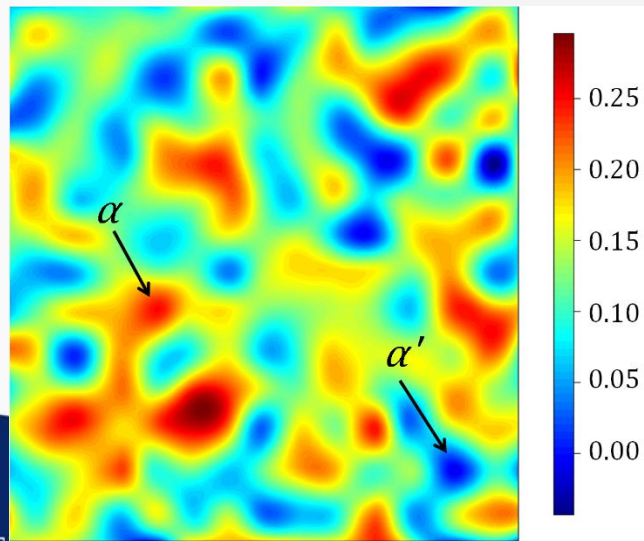


A-R

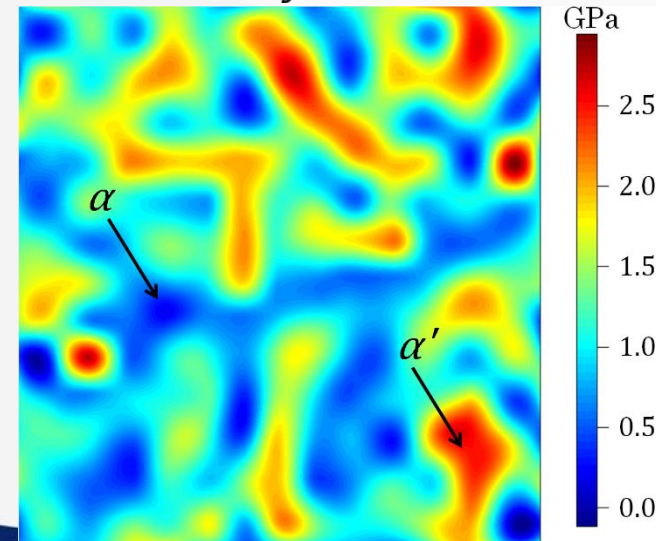


n

σ_y

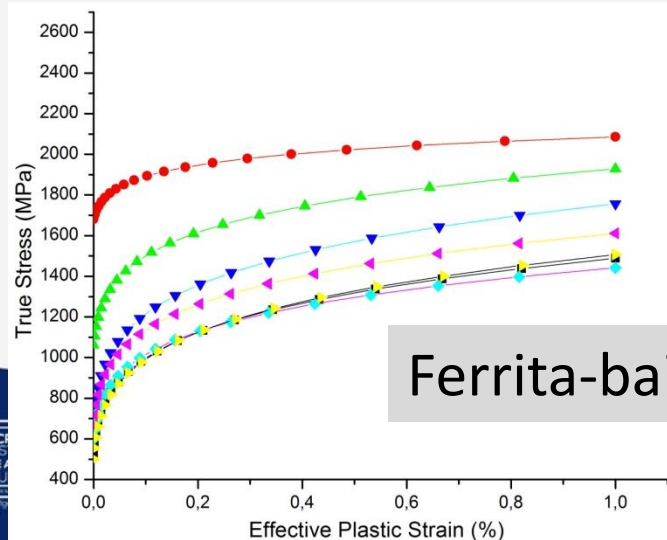
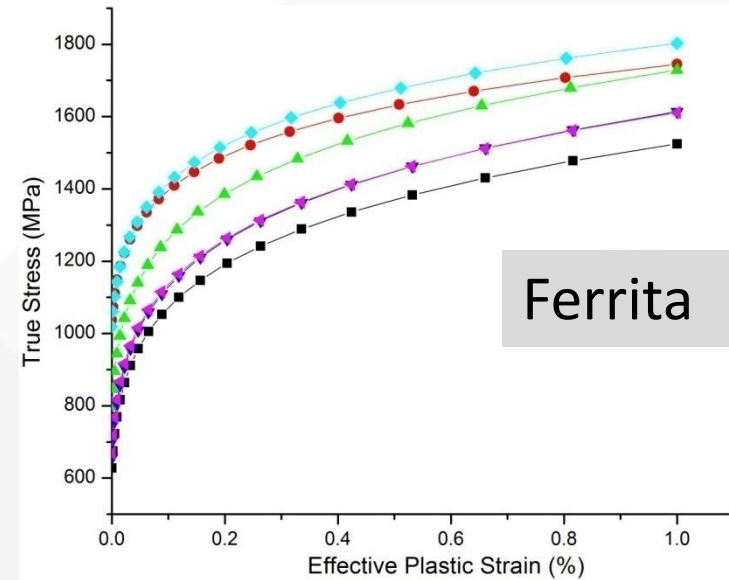
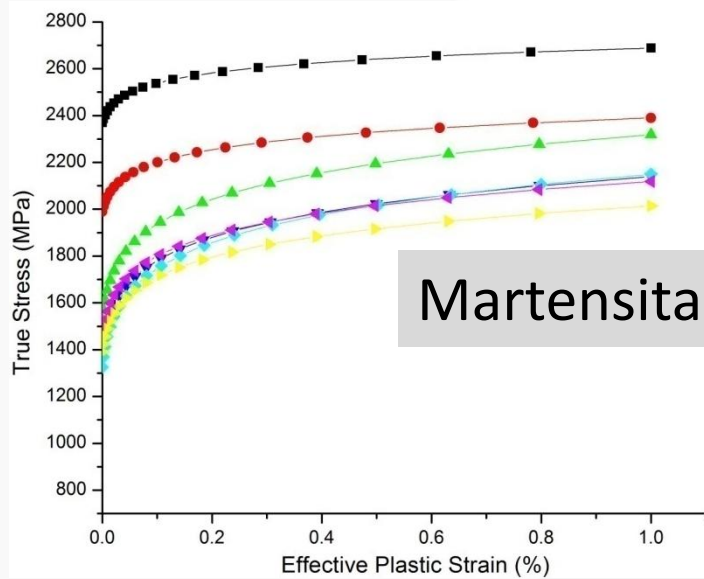


Q&P



PROPIEDADES MECÁNICAS

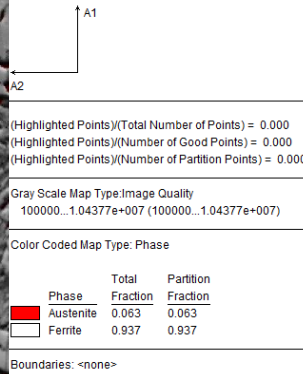
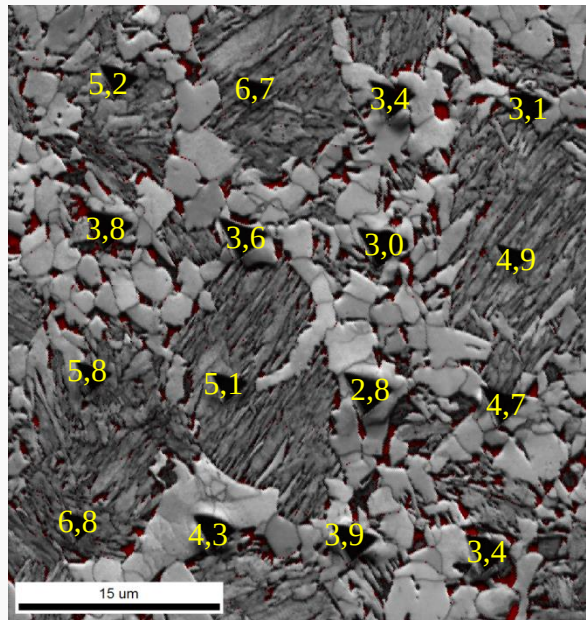
Algoritmo inverso – Propiedades elasto-plásticas (microconstituyentes)



ESTRUCTURA Y PROPIEDADES MECÁNICAS

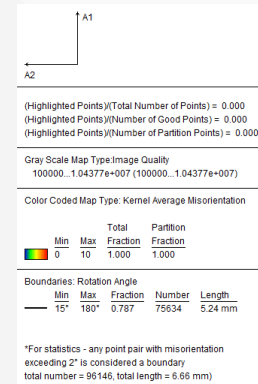
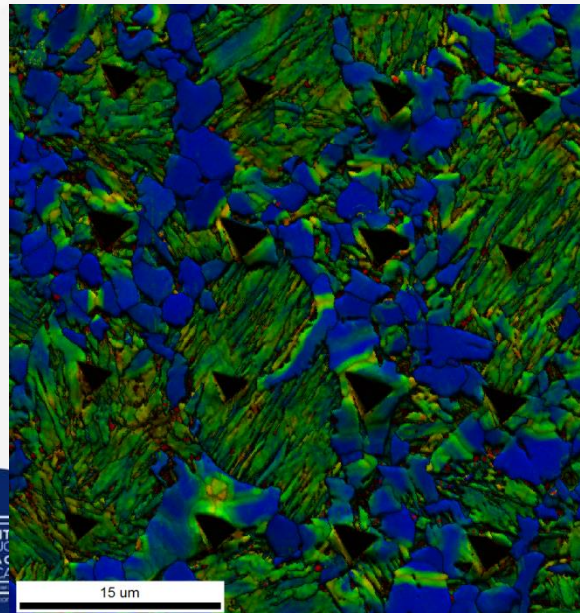
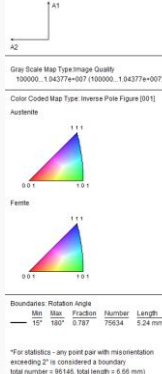
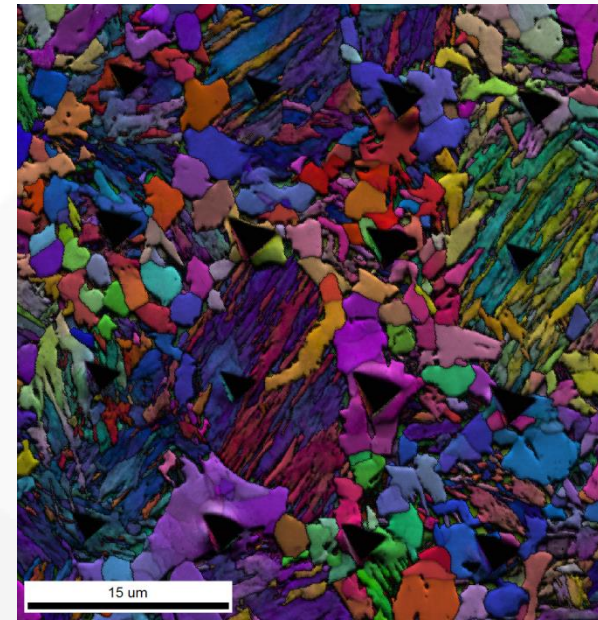
EBSD y Nanoindentación

HSQ&P- IT=800 °C; ϵ =800 °C; 30%; QT=328 °C; PT=400 °C; tP=100s

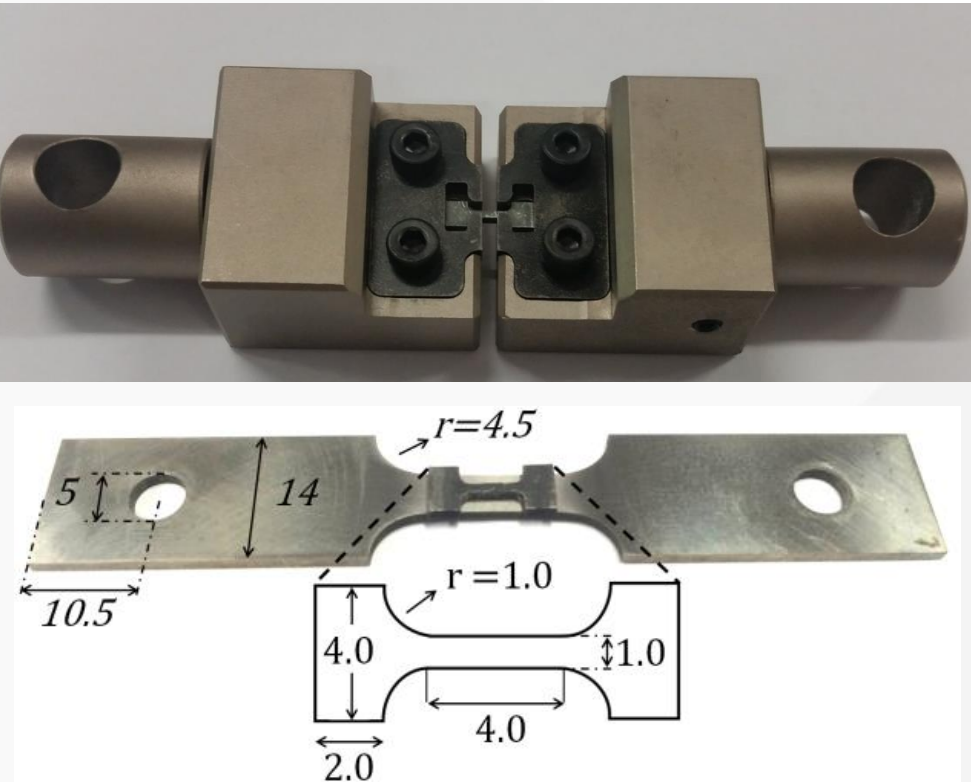


$$V_{\gamma} = 6,3\%$$

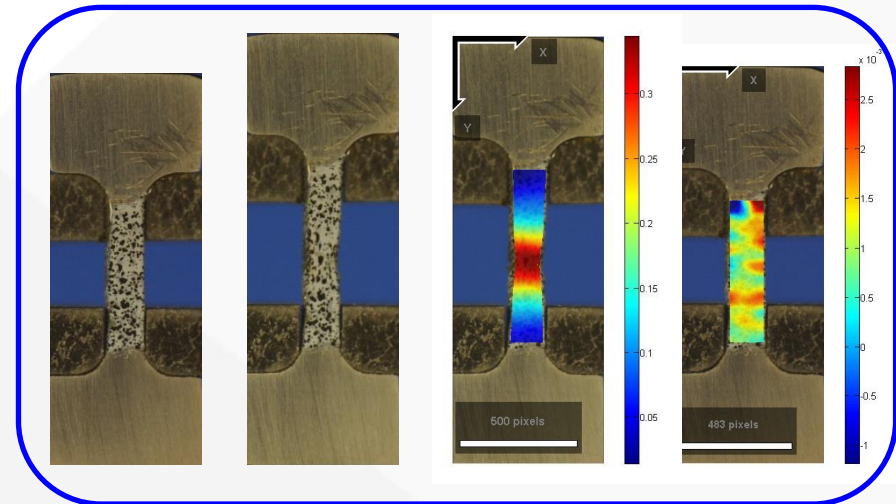
$$\alpha = 40,1\%$$



Ensaio mecânico em CPs de tamanho reduzido



Correlación de imagen digital - DIC

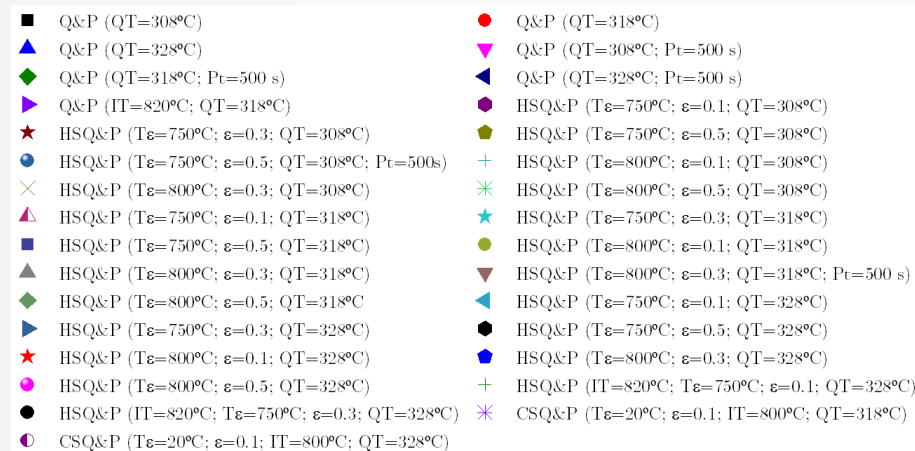
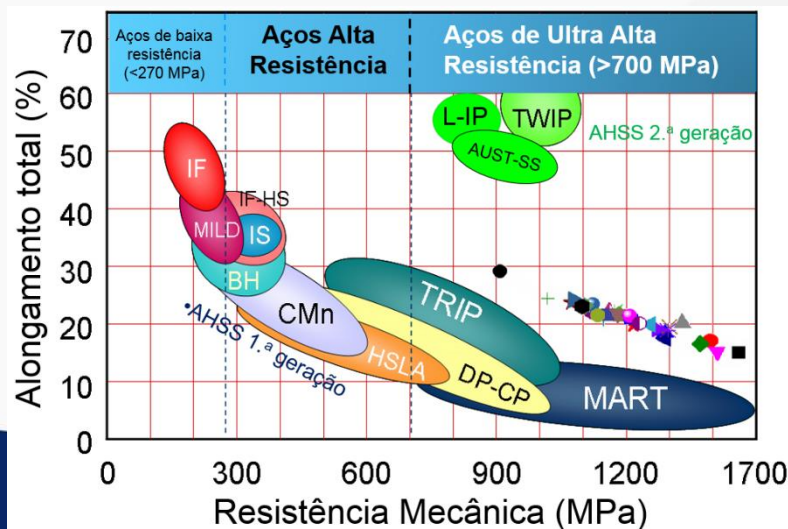
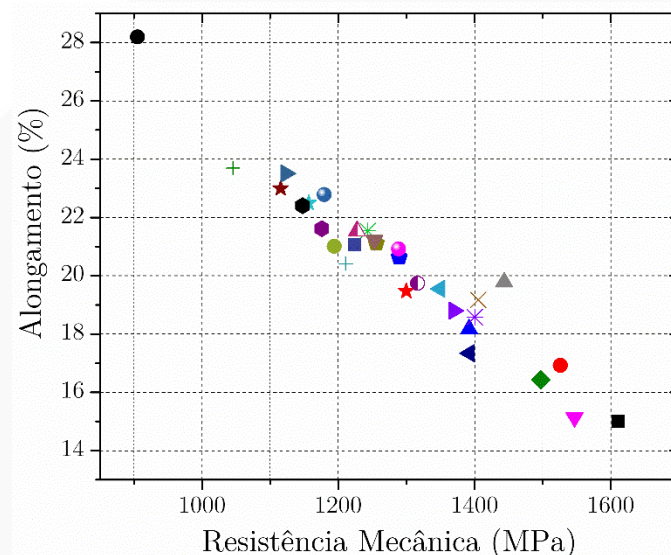
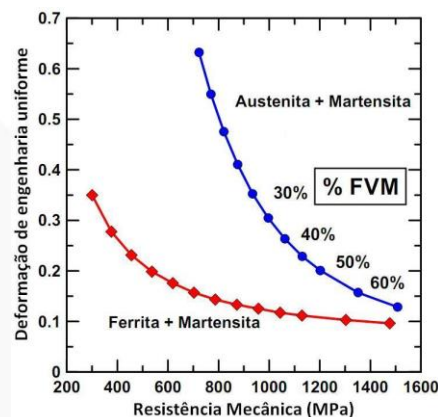


- Las dimensiones de los CPs *sub-size* satisfacen las condiciones de la norma ASTM (relación: longitud/ancho). Maquinado por electro-erosión a hilo.
- Método DIC: análisis de correlación matemática píxel por píxel, de la secuencia de imágenes obtenidas antes y después del alargamiento. Procesando usando el programa n-corr.

OBTENCIÓN DE ACEROS AVANZADOS DE LA 3ª GENERACIÓN

Estructura y propiedades mecánicas

Constituyente	UTS (MPa)	ϵ_u
Ferrita	300	0,3
Austenita	640	0,6
Martensita	2000	0,008



Consideraciones finales

- Importancia del estudio en multiescala de los materiales para la comprensión y el desarrollo de nuevos materiales.
- El aumento de resistencia mecánica y ductilidad es posible por medio de tratamientos térmicos y termomecánicos (Q&P y HSQ&P).
- La comprensión de la relación microestructura-propiedad mecánica-desempeño es fundamental para el diseño de componentes mecánicos, con propiedades mejoradas.
- Técnicas de caracterización avanzadas, modelado y simulación son necesarias para la comprensión de las relaciones atómicas, microestructurales, de procesamiento y mecánicas.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



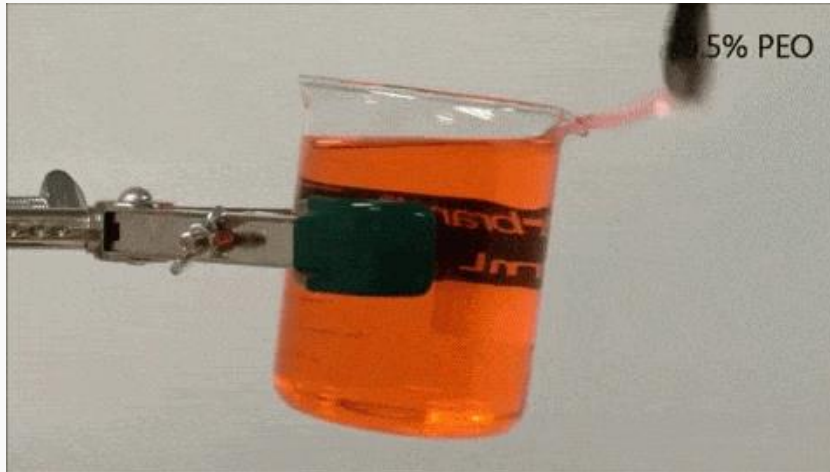
Caracterización reológica y térmica de fluido no-newtonianos. Fusión entre ciencia y aplicaciones tecnológicas en la industria

Ing. Luis Humberto Quitian Ardila

Rheology, Non-Newtonian Fluids, Thixotropic, Visco-elastoplastic fluid?

Do you know what they mean?
Why are they studied?
What are they for?





01 - CERNN

- Team Work
- Laboratories
- Research Lines
- Current Projects

02 – RHEOLOGY

- Origin of Rheology
- Classification Fluids
- Newton's law and Viscosity
- Non-Newtonian Fluids
- Measuring Instruments

03 – DRILLING FLUID

- Drilling process
- Drilling Fluid
- HPHT
- WBM and SBM

04 – QUESTIONS



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

FEDERAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGY – PARANÁ (UTFPR)



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

CERNN



Admilson Teixeira Franco

Flow of Non-Newtonian Materials
Computational Heat Transfer and
Fluid Mechanics



Cezar Otaviano Ribeiro
Negrão

Rheology of Time-Dependent
Materials
Compressible Transient Flows of
Non-Newtonian Fluids



Silvio Luiz De Mello
Junqueira

Transport Phenomena in Porous
Media



- ✓ 6 Researchers
- ✓ 21 PhD Students
- ✓ 9 MSc Students
- ✓ 30 Undergraduate Students

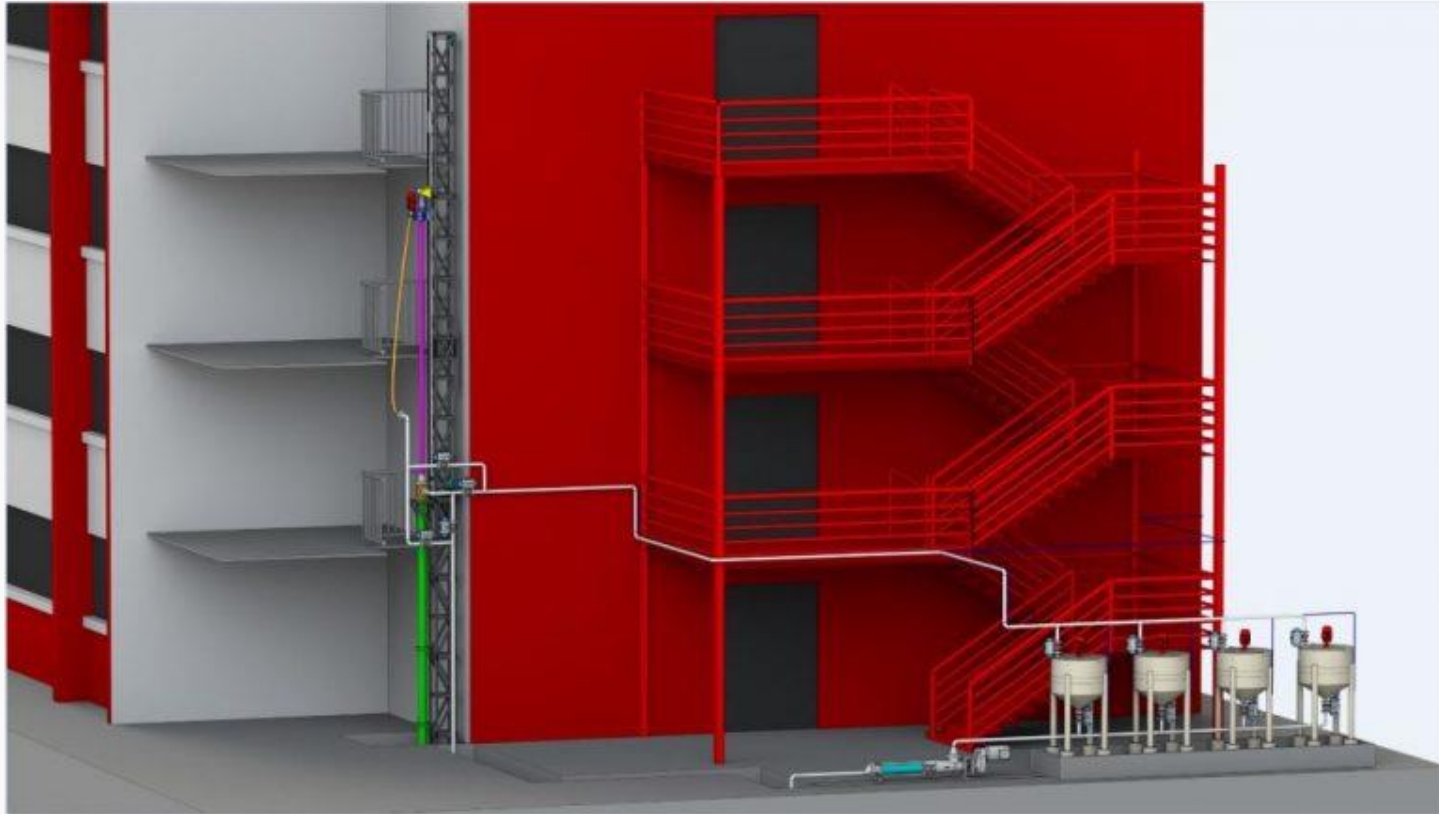
- 3 Technicians
- 10 Partners

Rheometry – Lab.

Rheological Characterization of Materials Characterization of Materials by using rheological measurements.

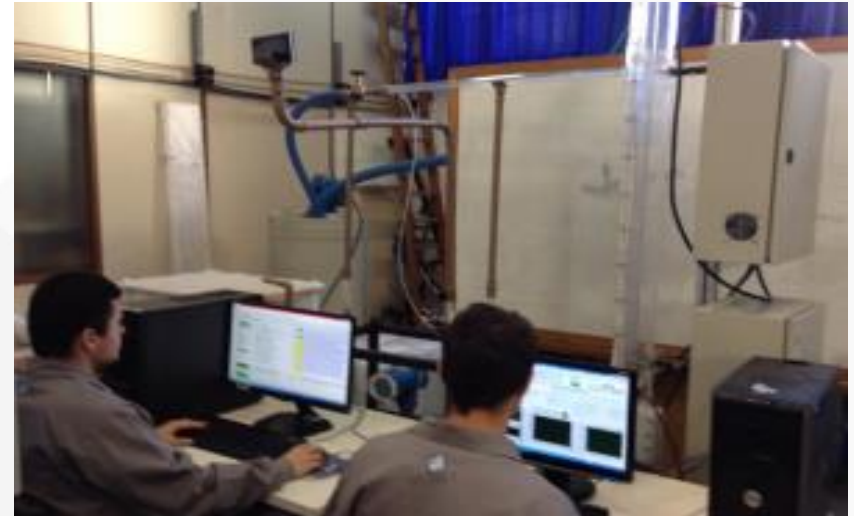


Laboratory of the Test Tower - LaTE



Non-Newtonian Fluid Flow Laboratory – LabFlow

Structured Fluids Laboratory - LaFE



Research Center for Rheology and Non-Newtonian Fluids

Research Lines

- Flow and Rheology of Semi-Solid Lubricants
- Particulate Flow with Non-Newtonian Fluids
- Visualization and Computational Fluid Dynamics of Viscoplastic Materials Flows
- Reactive Particulate Flows Applied to Fouling
- Transport Phenomena in Porous and Fractured Media
- Crystallization Rheology and Thermodynamics
- Drilling Column Movement Dynamics
- Biphasic Liquid-Solid Flow
- **Drilling Fluids Rheology at High Pressures and High Temperatures (HPHT)**



Some CERNN works

4 Patents

Dispositivo para Sensoriamento Eletrônica do Grau de Incrustação por Coque

Bombardelli, C.; Franco, A.T.; Negrão, C.O.R. Dispositivo para Sensoriamento Eletrônica do Grau de Incrustação por Coque. 2005, Brasil. Patente: Modelo de Utilidade. Número do registro: MU85014788, data de

Método de Controle da Perda Espontânea de Calor em uma Cavidade Aberta com Parede Vertical Aquecida.

Lugarini, A.S.; Franco, A.T.; Junqueira, S.L.M. Método de Controle da Perda Espontânea de Calor em uma Cavidade Aberta com Parede Vertical Aquecida. 2015, ração. Número

Método para Reinício de Escoamento de Fluidos Gelificados

Kroetz, F. M.; Rosso, N.; Carvalho, P. H.; Barreira, E.M.; Negrão, C.O.R. Método para Reinício de Escoamento de Fluidos Gelificados. 2016, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro:...

Dispositivo dissipador de calor por redes de microcanais.

Lugarini, A.S.; Franco, A. T. Dispositivo dissipador de calor por redes de microcanais. 2017, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020170144291, título: "Dispositivo dissipador de calor por redes de..."

2 Software

Viscoplastic LBM

Viscoplastic LBM. Simulação de alto desempenho aplicada ao escoamento de materiais viscoplásticos. Aplicação: Escoamento interno (em tubos ou canais) ou de corpos imersos (sedimentação), com os modelos reológicos mais comuns...

StartOil

StartOil – Simulação do Reinício do Escoamento de Petróleos Parafinicos Gelificados Aplicação: Simulação do reinício de escoamento de petróleo parafinico gelificado. Registro: Sem registro

Current Projects

- Estudos de tópicos avançados em hidráulica de perfuração de poços
- Reinício de Escoamento de Petróleos Parafínicos Gelificados – Fase 3
- Estudo numérico e experimental do processo de formação de torta através do empacotamento de partículas
- Estudo numérico e experimental da previsão dos parâmetros de injeção de partículas visando o tamponamento de fraturas
- Estudo do escoamento de fluido não newtoniano com partículas sólidas
- Avaliação do Método de Lattice Boltzmann aplicado à modelagem da convecção natural em meio poroso bi-disperso
- Reinício de Circulação de Óleos Parafínicos Gelificados em Tubulações
- Modelagem Matemática e Avaliação Experimental de Fenômenos Transitórios em Hidráulica de Perfuração
- Arraste da coluna de perfuração na presença de cascalhos
- Avaliação Experimental do Reinício de Escoamento de Petróleos Parafínicos Gelificados
- Estudo Experimental e Numérico da Dinâmica de Fluidos de Perfuração
- Estudo do Comportamento Reológico de Fluidos de Perfuração

Drilling Fluids Rheology at High Pressures and High Temperatures (HPHT)

- Estudos de tópicos avançados em hidráulica de perfuração de poços
- Modelagem Matemática e Avaliação Experimental de Fenômenos Transitórios em Hidráulica de Perfuração
- Arraste da coluna de perfuração na presença de cascalhos
- Estudo Experimental e Numérico da Dinâmica de Fluidos de Perfuração
- Estudo do Comportamento Reológico de Fluidos de Perfuração

What is rheology?

rheo – to flow
logos – science
ology – the study of

- Rheology is the study of the flow of materials that behave in an interesting or unusual.
- Rheology is the study of the deformation and flow of matter under the influence of applied stress (The American Society of Rheology, 1929).



Origin of Rheology

“THE STUDY OF THE FLOW” (MACOSKO; LARSON, 1994).

The origin of rheology began due to the developing and using complex materials with different flow properties,



The main interest are restricted to industrially relevant materials.



- Food Industry
- Oil & Gas Industry
- Polymer Industry
- Care and Health Industry



- **Foods**

- Emulsions (mayonnaise, ice cream)
- Foams (ice cream, whipped cream)
- Suspensions (mustard, chocolate)
- Gels (cheese)

- **Biofluids**

- Suspension (blood)
- Gel (mucin)
- Solutions (spittle)

- **Personal Care Products**

- Suspensions (nail polish, face scrubs)
- Solutions/Gels (shampoos, conditioners)
- Foams (shaving cream)

- **Electronic and Optical Materials**

- Liquid Crystals (monitor displays)
- Melts (soldering paste)

- **Pharmaceuticals**

- Gels (creams, particle precursors)
- Emulsions (creams)
- Aerosols (nasal sprays)

- **Polymers**



Fluids can be divided into two categories according to their behavior:
Newtonian and Non-Newtonian.

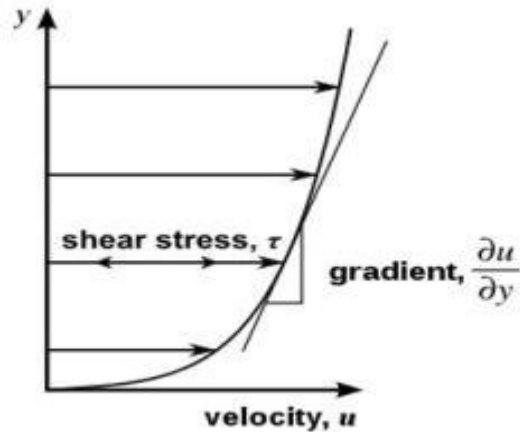
Newtonian



Non-Newtonian



Newton's law and Viscosity



Viscosity, $\tau = \mu \frac{du}{dy}$

Where,

μ = Dynamic viscosity |

τ = Shear stress = F/A

$\frac{du}{dy}$ = Rate of shear deformation



Newton's law of viscosity, where there is a constant proportionality ratio between the shear stress and the shear rate, being only a function of the material, at some specific temperature and pressure.

Non-Newtonian Fluids

Fluids whose viscosity only depends on the shear rate are known as **Generalized Newtonian Fluids**.

The fluids that depend on time are called **Time-Dependent Fluids**.

The materials that exhibit the behavior of both a viscous fluid and an elastic solid, presenting recovery and structural relaxation effects are known as **Viscoelastic**.

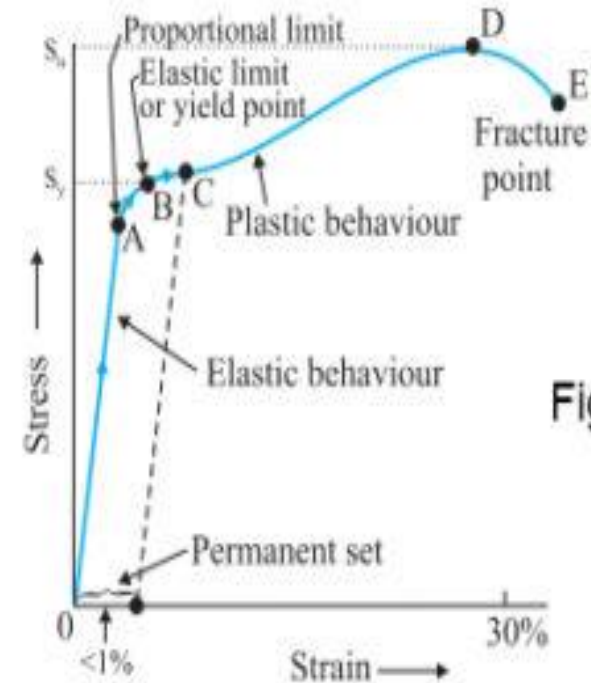


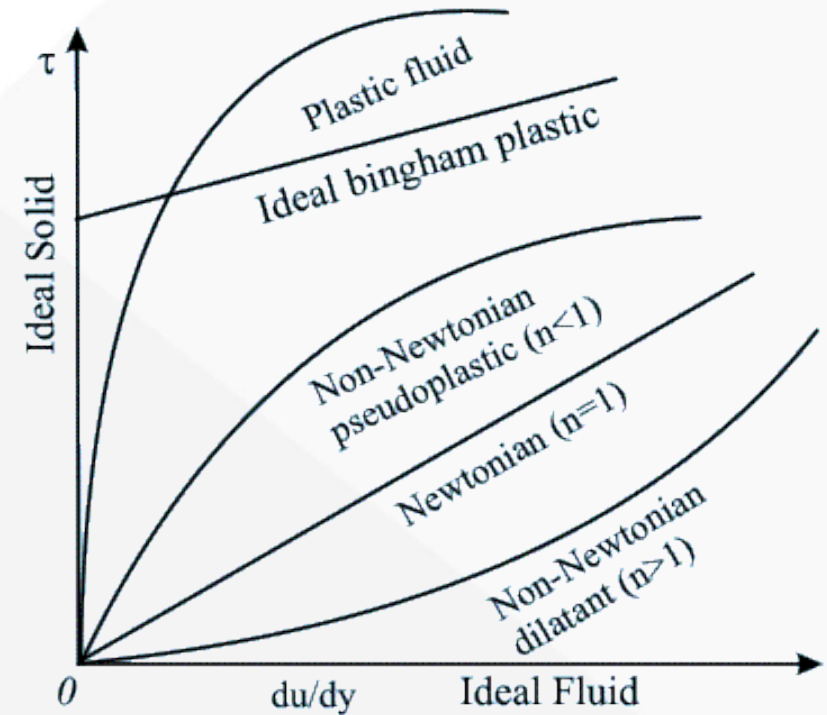
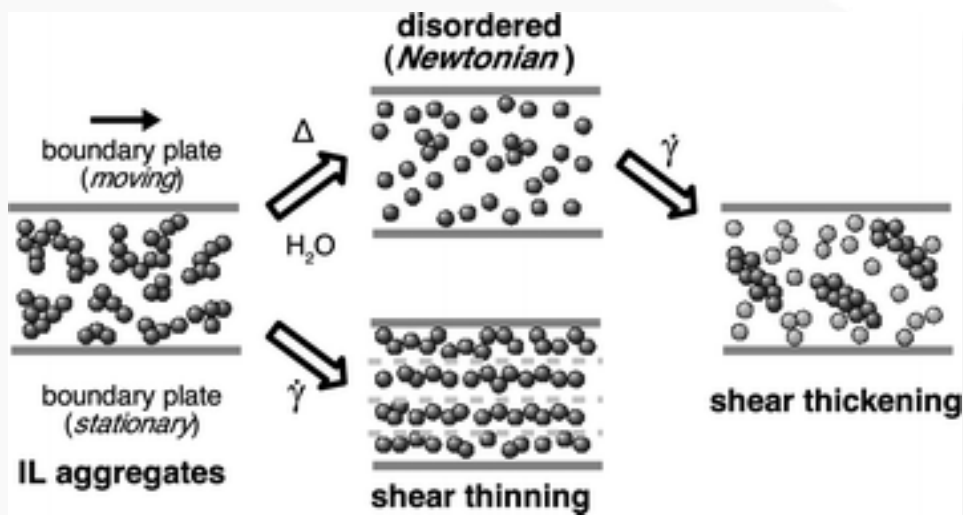
Fig. 1

$$\begin{aligned} \underline{\tau} &= \tau_0^B + \eta_B (\dot{\underline{\gamma}}) & \text{for } |\underline{\tau}| > \tau_0^B \\ \dot{\underline{\gamma}} &= 0 & \text{for } |\underline{\tau}| < \tau_0^B \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{\tau} &= \tau_0^H + m (\dot{\underline{\gamma}})^n & \text{for } |\underline{\tau}| > \tau_0^H \\ \dot{\underline{\gamma}} &= 0 & \text{for } |\underline{\tau}| < \tau_0^H \end{aligned}$$

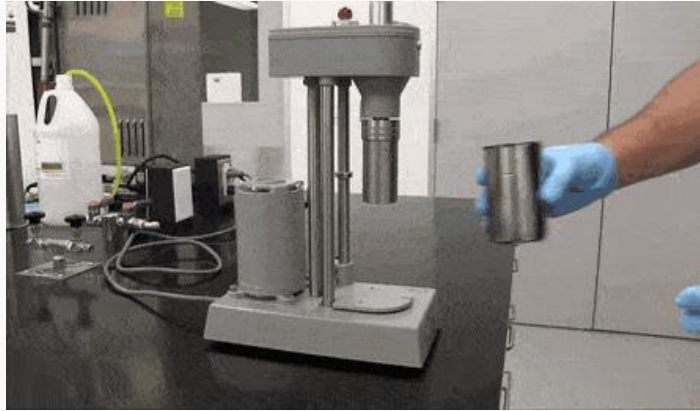
$$\eta(\dot{\underline{\gamma}}) = m \underline{\dot{\gamma}}^{n-1}$$

Generalized Newtonian Fluids

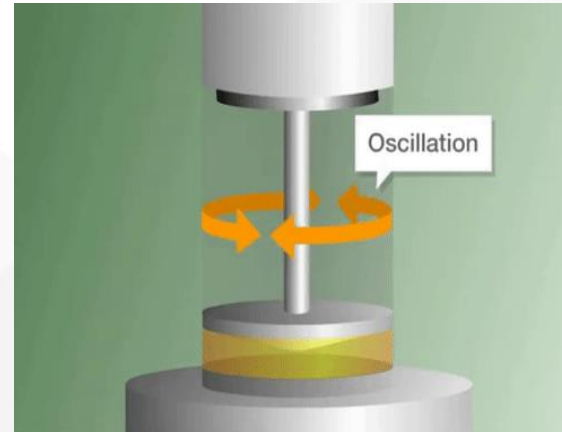


Measuring Instruments

Viscometer



Rheometer



Differences

Least expensive (\$ 2,000 to \$ 10,000) - Most expensive (\$ 50,000 to \$ 350,000)

Less accurate - More accurate

Viscosity - Viscosity, flow reset, viscoelasticity, thixotropy

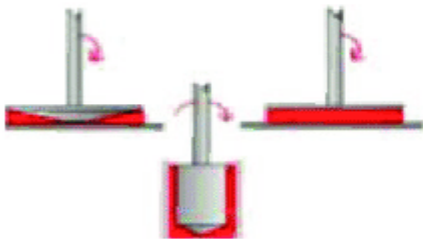
Less rosy - More robust

Industry - Laboratory

Rheometer

TYPES OF RHEOMETERS

Rotational



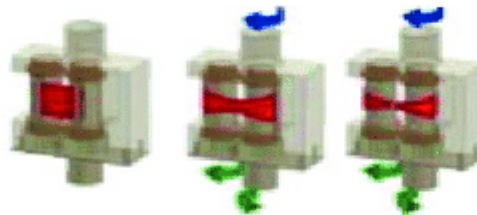
ROTATIONAL RHEOMETERS

For viscoelastic properties

Rotary motion

Plate geometry: most common for thermoplastic melts

Extensional



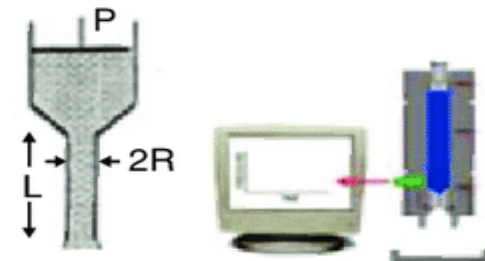
EXTENSIONAL RHEOMETERS

For elongational viscosity (high viscosity materials)

Rotating drum

Extensional flows: very sensitive to crystallinity & polymer long-chain branching

Capillary



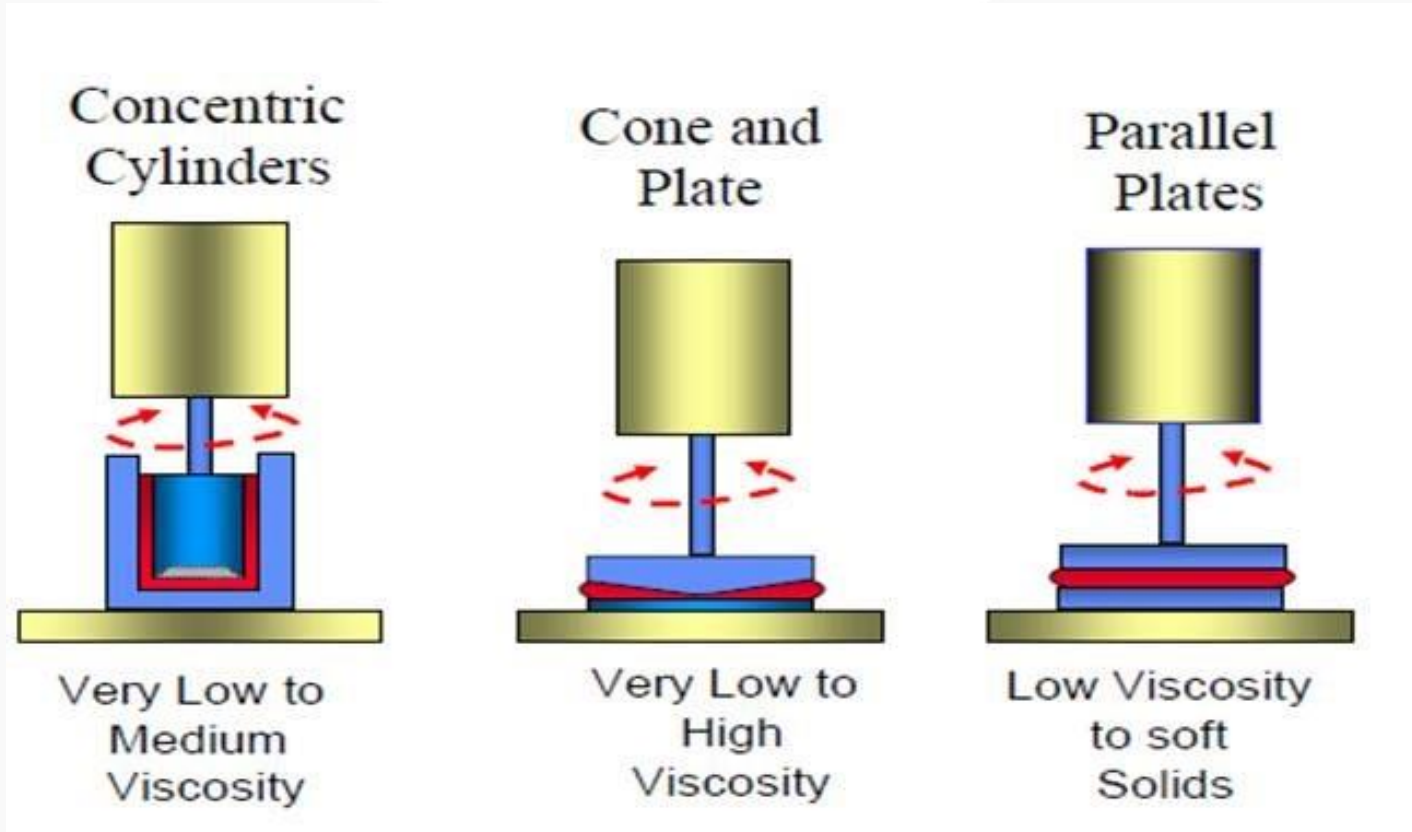
CAPILLARY RHEOMETERS

For viscous properties

Capillary action

Capillary flow: Flow through a narrow space. Different piston speeds (shear rates) applied. Viscosity changes tracked relative to shear rates.

Rheometer

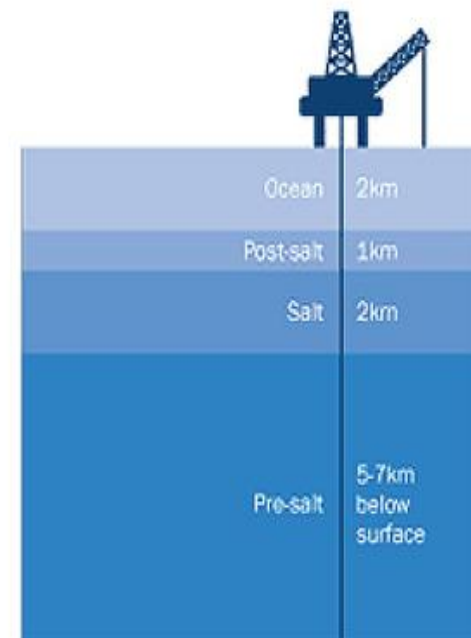
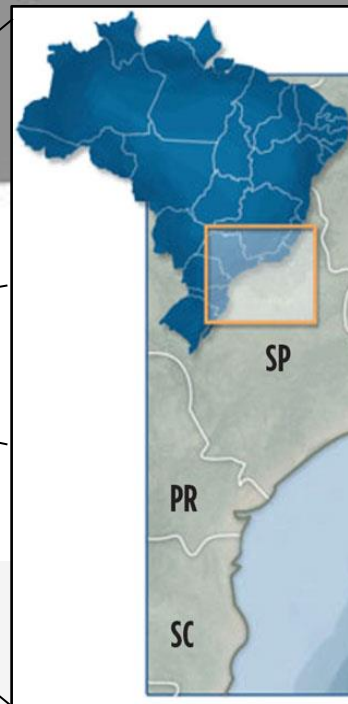


✓ The World Economy

Oil & Gas industry responsible for approximately 2.5 % of the world's Gross Domestic Product (GDP) and represents one-third of humanity's primary energy supply.

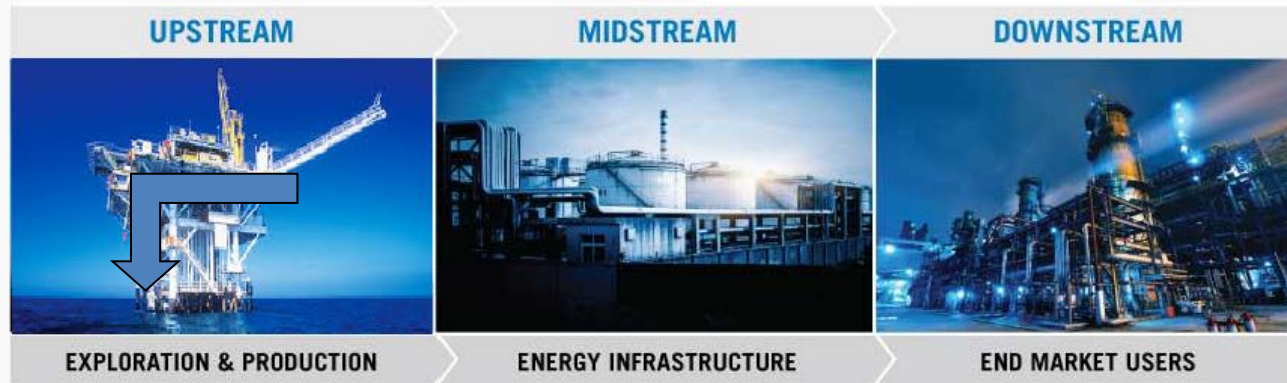


✓ Offshore Well Exploration



HPHT zones in its future wells in the Pre-Salt region, in Santos, Campos, and Espírito Santo basins.

✓ Oil & Gas Industry



DRILLING WELL

✓ Drilling Fluid

Complex mixtures of liquids, solids, and, in some cases, gases, which may assume suspension, colloidal dispersion, or emulsion aspects, depending on the chemical composition, and physical state of its components.

Classification of Drilling Fluid

- Water-based drilling fluids
- Oil-based drilling fluids
- Pneumatic fluid

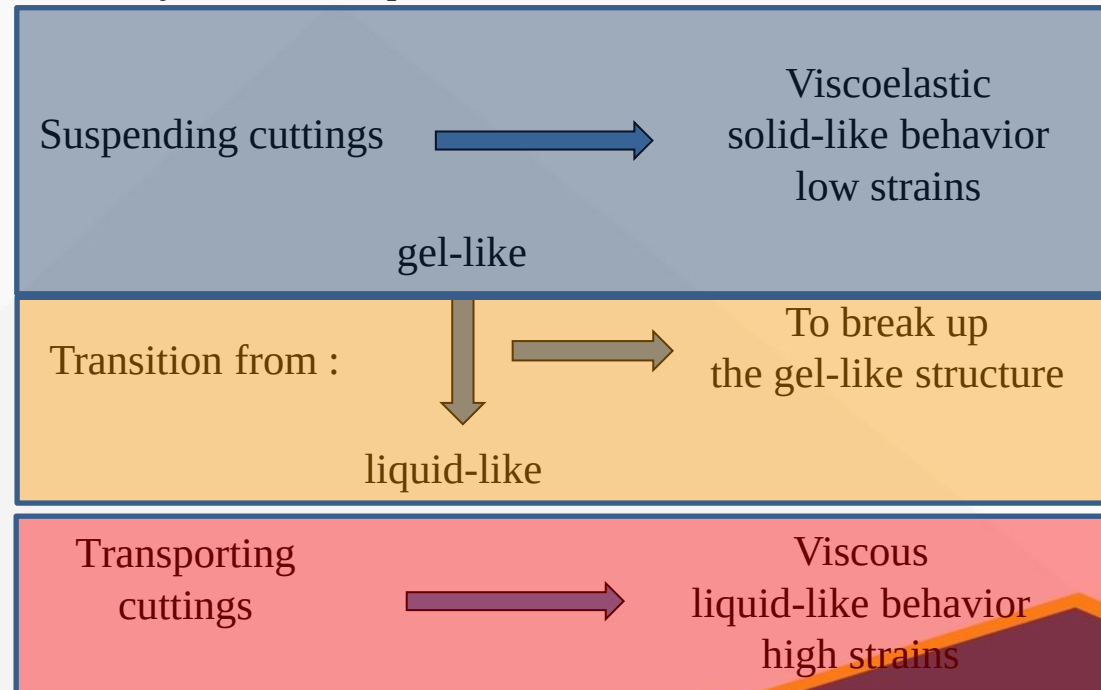
WATER-BASED DRILLING FLUIDS



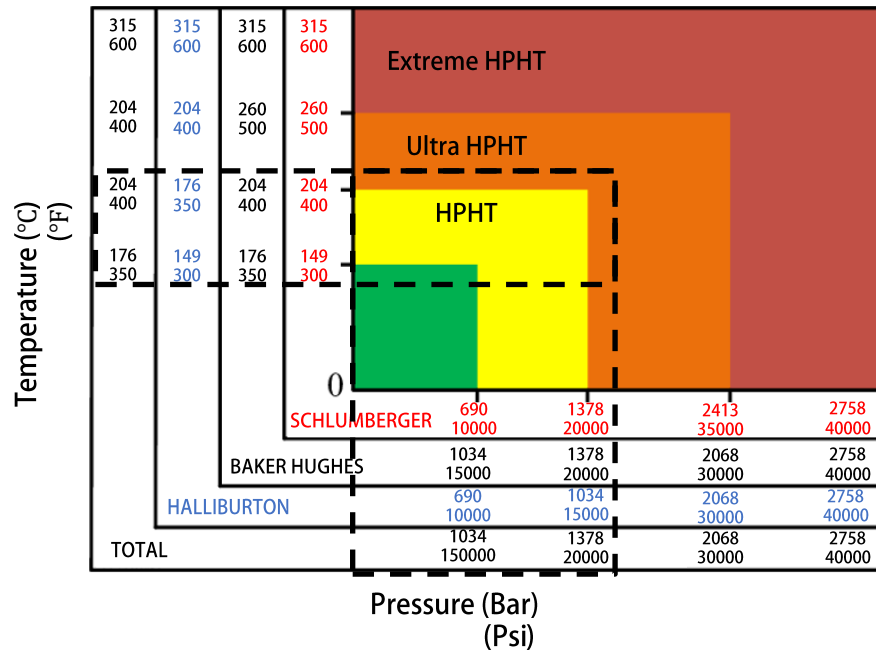
✓ Functions



- ✓ Clear the hole by transporting drilled cuttings to the Surface
- ✓ Suspending during stops operational
- ✓ Balance formation pressures in the wellbore to minimize the risk of well-control issues
- ✓ Support and stabilize the walls of the wellbore
- ✓ Cool and lubricate the drill-string and bit
- ✓ Transmit hydraulic horsepower to the bit



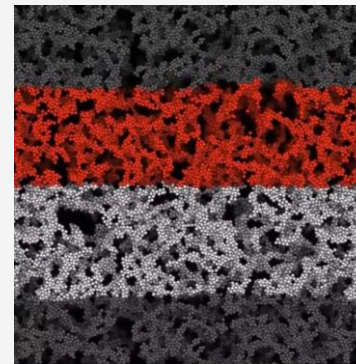
✓ HPHT Conditions



According Marinescu et al. (2014) the operational issues drilling HPHT wells are:

- ✓ Thermal degradation.
- ✓ Fluid loss.
- ✓ Insufficient Equivalent Circulating Density.
- ✓ High solid content.

Suspending cuttings



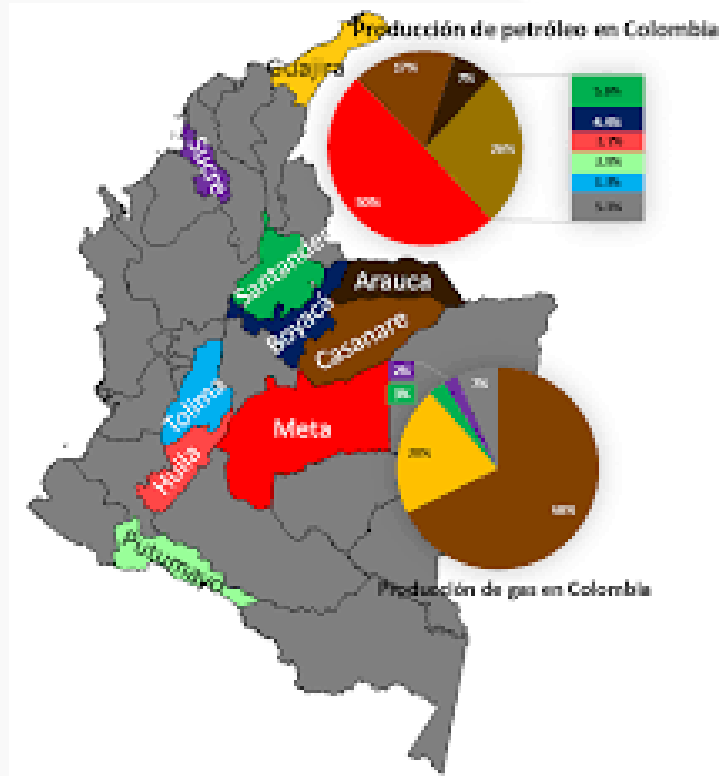
High Temperature



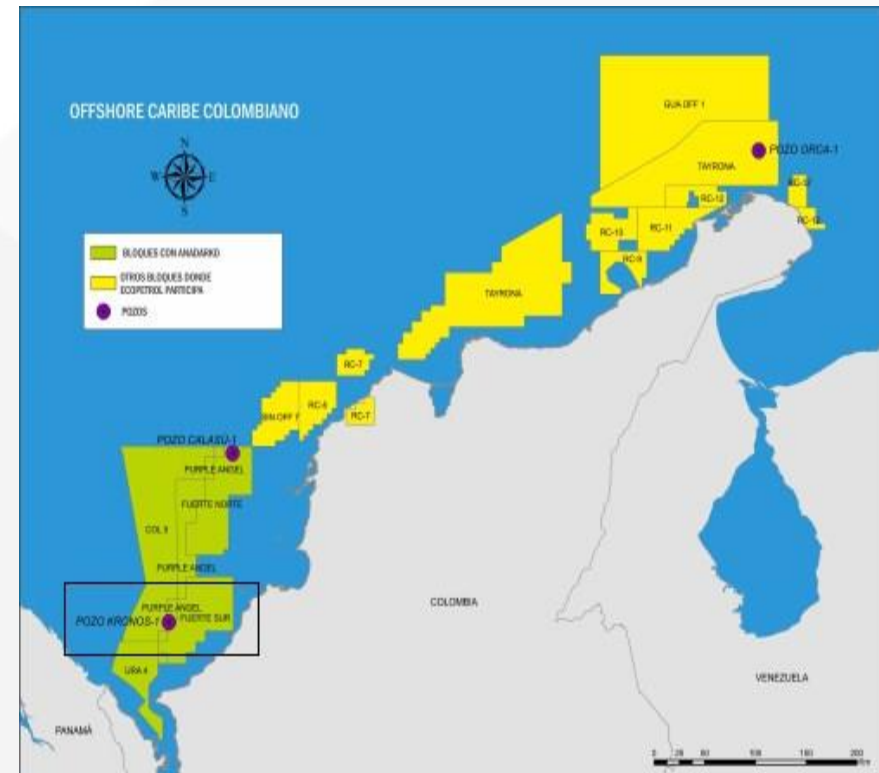
Viscoelastic
solid-like behavior

Drilling in Colombia

➤ Onshore



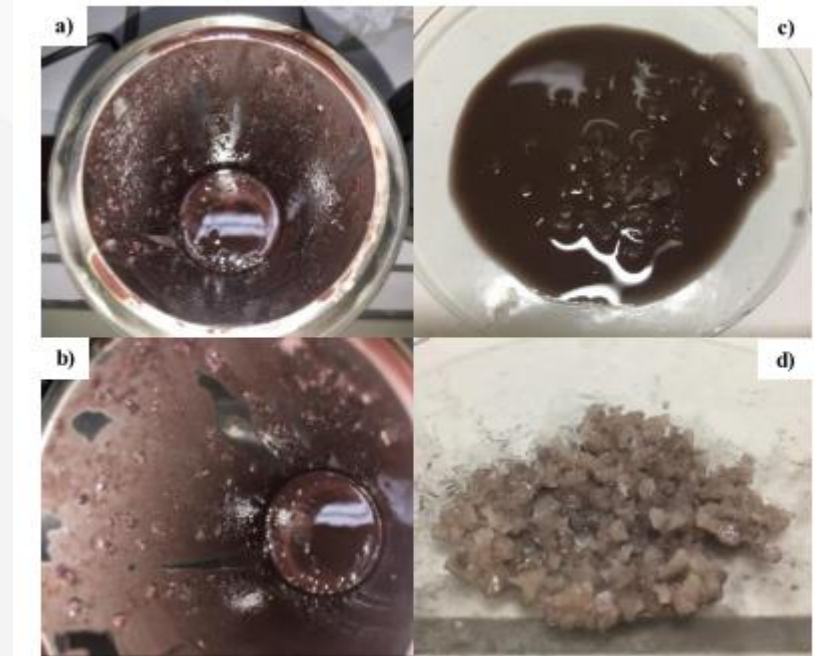
➤ Offshore



- ✓ Water-based drilling fluid with Xanthan Gum and Limestone.



- ✓ Olefin-based drilling fluid with organophilic clay



Xanthan gum

Industries That Have Benefited from Hydrocolloids Production and Marketing

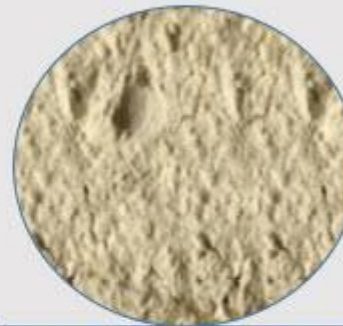
Guar Gum Powder



Cassia Gum Powder



Sesbania Gum Powder



Food Industry



Oil Industry



Paper Industry



Anton Paar MCR 702TD



Normal Configuration.

Temperaturas 4 a 70 °C at atmospheric pressure.

- Sandblasted coaxial cylinder 20 mm and 1 mm gap

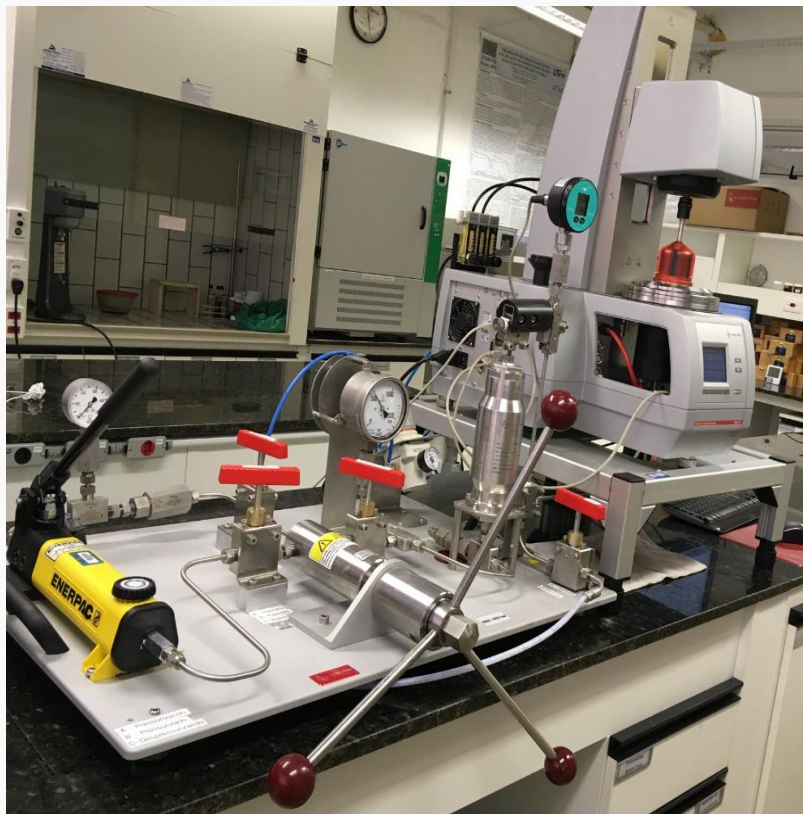


Pressure Cell C-ETD 300/PR 1000

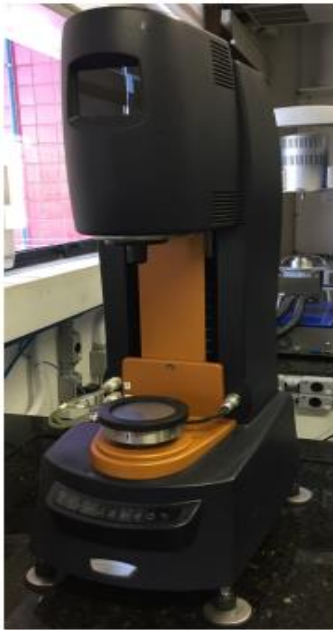
Pressure Cell Configuration.

Temperaturas 90 a 125°C and pressure 10 a 800 bar

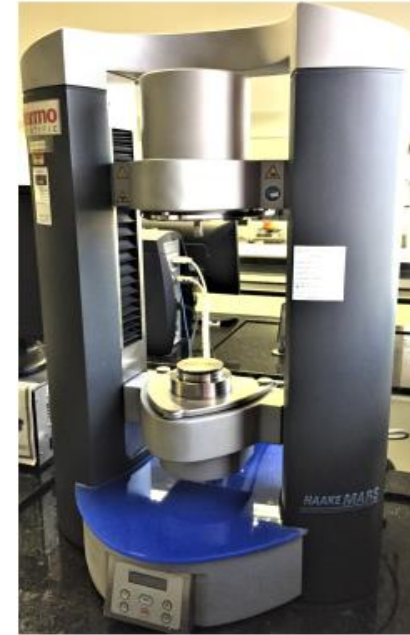
- Helical profile coaxial cylinder 20 mm and 1 mm gap



TA Instrument DHR 3



Haake Mars III





Roller Oven and Cell aging Fann

- Aging temperatura 55 to 125°C



Differential Scanning Microcalorimetry μDSC7 Evo.

- 20 to 110 °C at 1 °C/min

Why do we characterize a drilling fluid?

FEBRUARY 01 2009

Importance of Drilling Fluids' Rheological and Volumetric Characterization to Plan and Optimize Managed Pressure Drilling Operations

B. Demirdal ; J.C. Cunha

J Can Pet Technol 48 (02): 8–14.

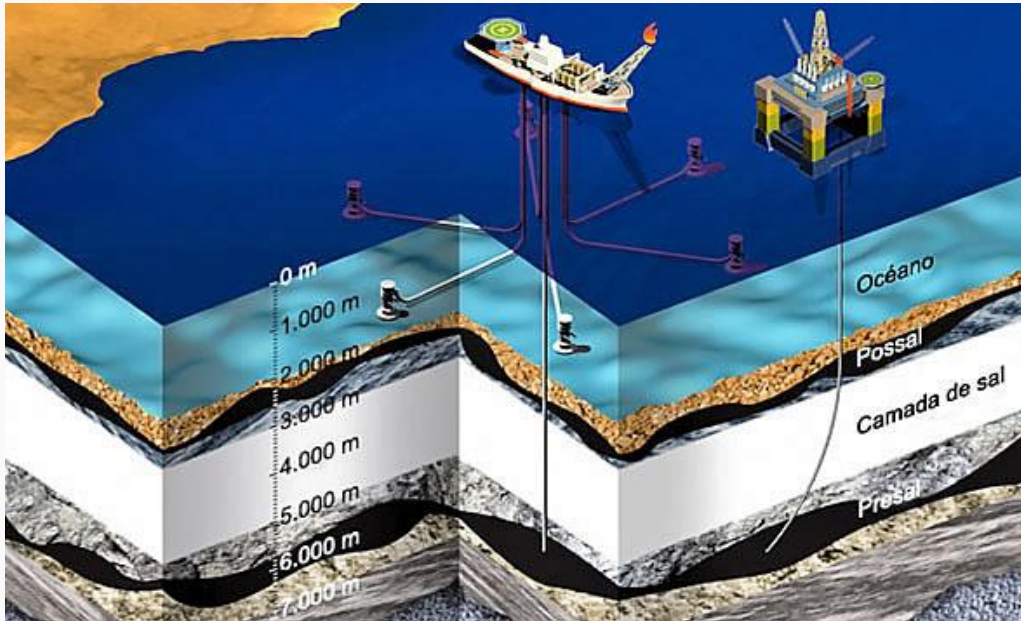
Paper Number: PETSOC-09-02-08-TB

<https://doi.org/10.2118/09-02-08-TB> [Article history](#) 

- Know properties
- Behavior true to well conditions
- Operational improvement points
- Reformulation according to geological conditions
- Design well hydraulics projects
- Predicting and modeling behaviors during drilling
- Cost analysis

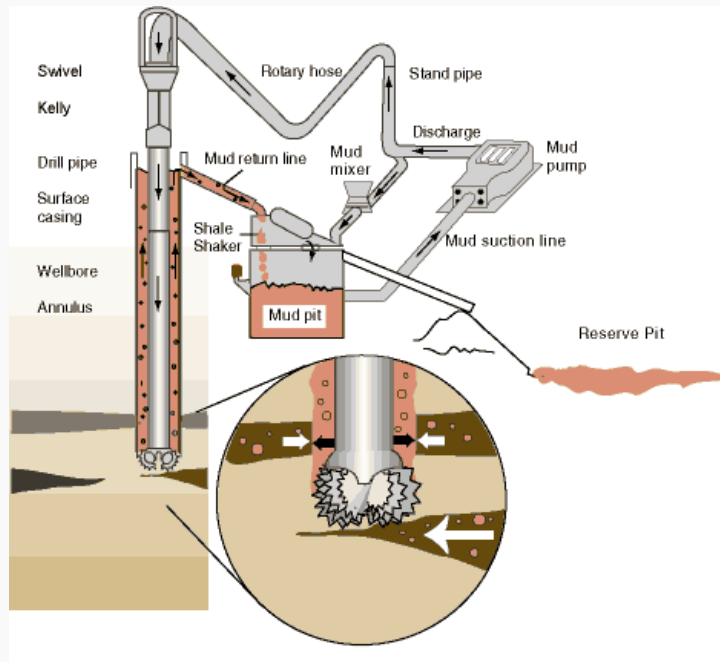
What problems do we need to solve?

Two essential problems: **Brazilian pre-salt** and **HPHT conditions**.



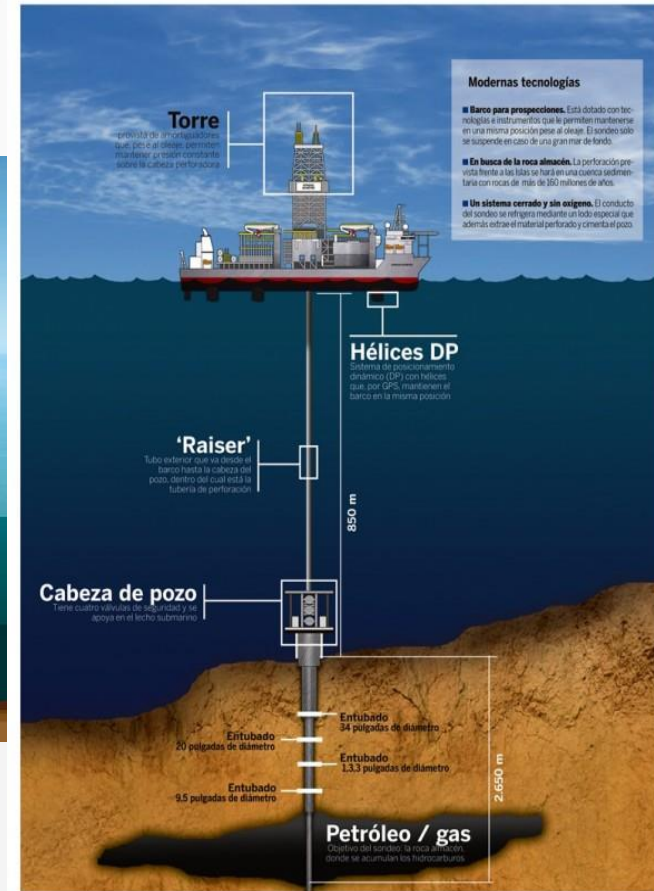
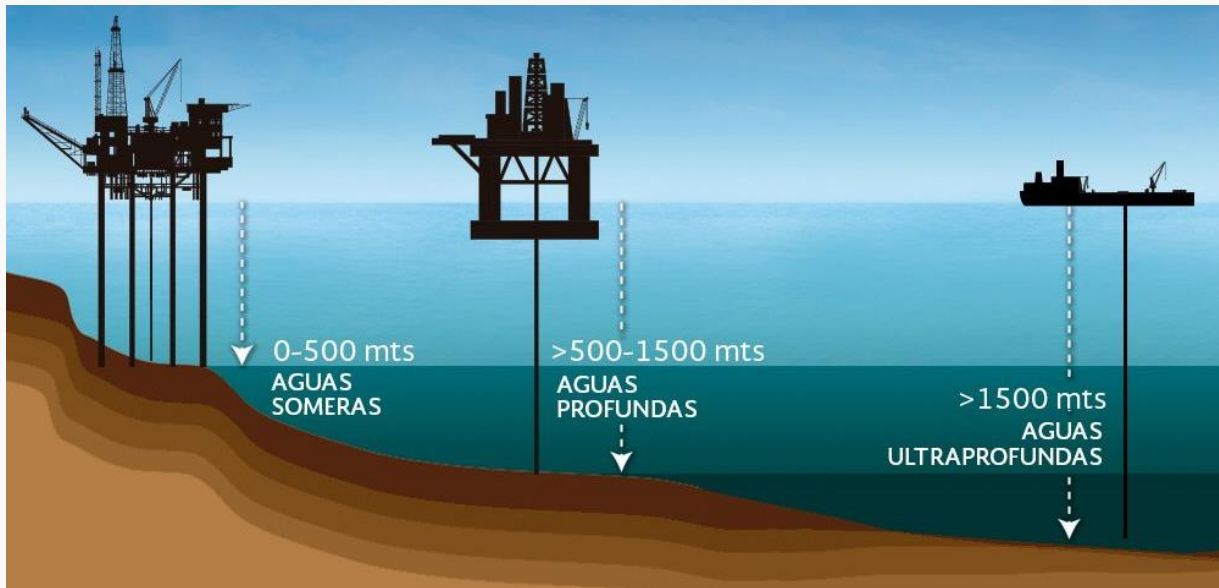
What problems do we need to solve?

Two essential problems: **Brazilian pre-salt** and **HPHT conditions**.



- Kick
- Blowout

Offshore drilling platform equipment?



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Vigencias por seis años.



Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

Offshore drilling platform equipment?



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



ACREDITACIÓN
INSTITUCIONAL
DE ALTA CALIDAD
MULTICAMPUS
Por 400 hrs. 14/03/2018 al 23/03/2020
Vigencias por seis años.



Acreditación Institucional
Internacional



QS STARS
RATED FOR EXCELNÉE



ISO 9001
SC4289-1



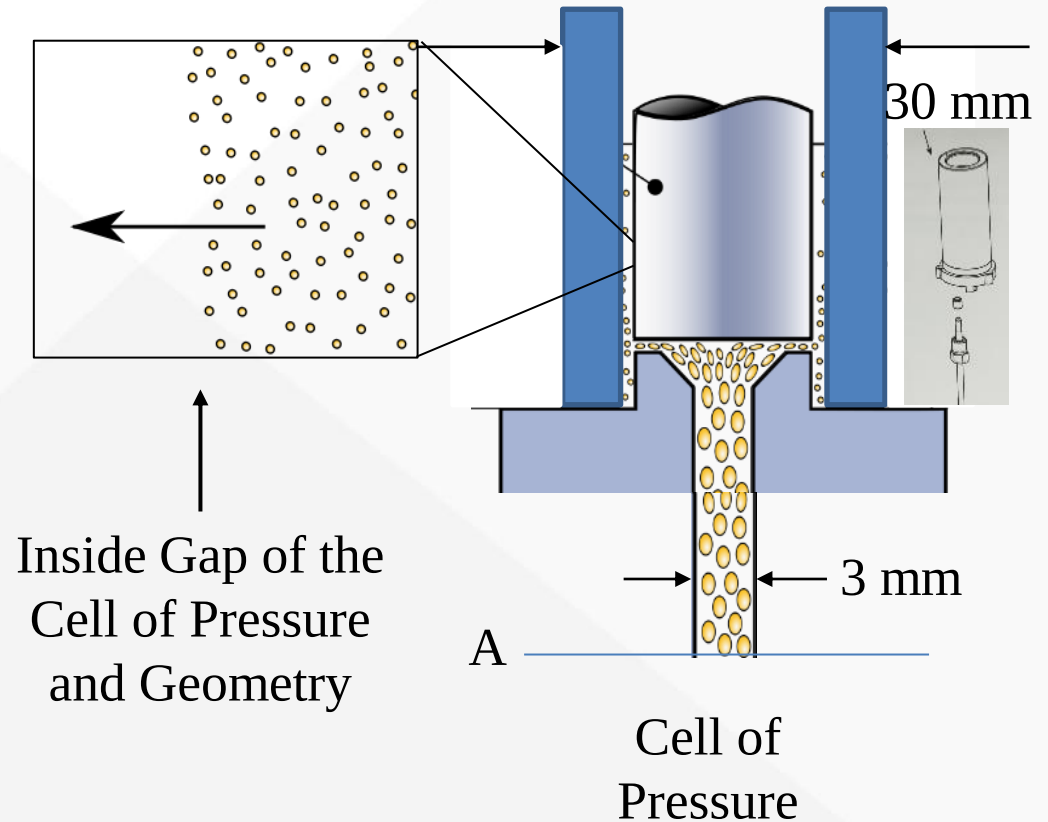
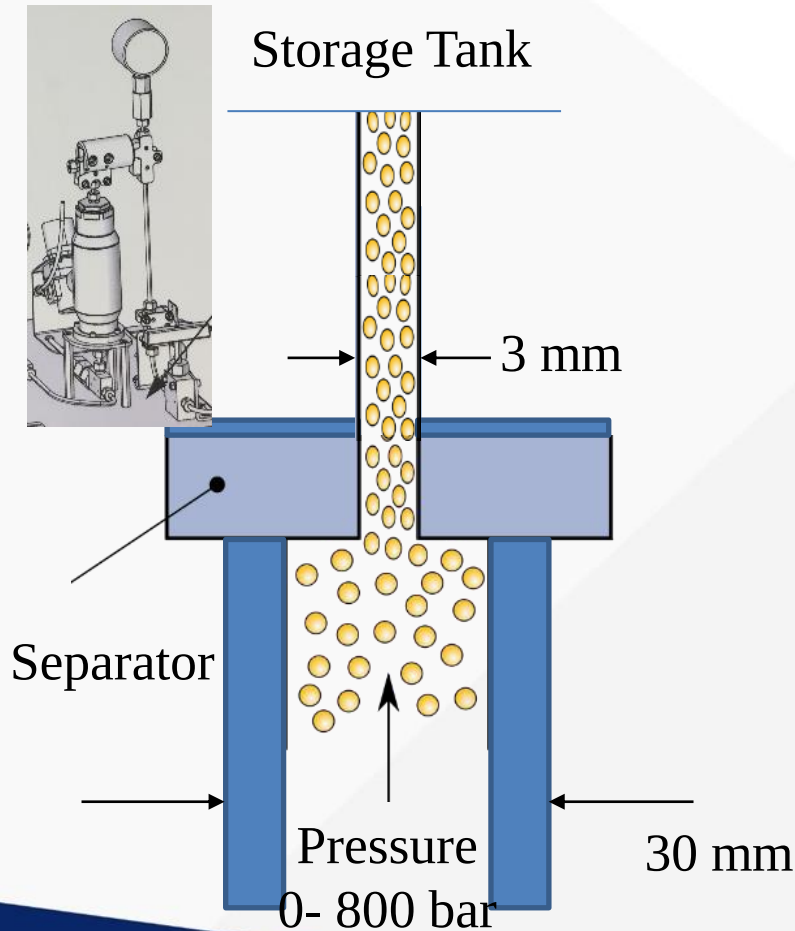
CERTIFIED
IqNet
MANAGEMENT SYSTEM

Temperature Effects

➤ Flow curves obtained a decrease in shear stress with increasing temperature and conserved their shear-thinning behavior.



Temperature and Pressure Effects



- ✓ Fitting of Viscosity Dependence as a Function of Pressure, Temperature and Shear Rate with MTF Model

The WLF model was used to fit the temperature effect.

$$\eta(\dot{\gamma}, T) = \left[1.15 \cdot 10^{-\left(\frac{136.54 (T - 4)}{12306 + (T - 4)} \right)} \right] \cdot \dot{\gamma}^{n-1}$$

The WLF model used the power-law model's consistency coefficient as the apparent viscosity of the fluid as a function of temperature.

The correlation coefficient (R^2) for reference temperature of 4 °C was 0.96 provided the best fit.

- ✓ Fitting of Viscosity Dependence as a Function of Pressure, Temperature and Shear Rate with MTF Model

$$\eta(\dot{\gamma}, P) = 0.97 + 0.003 \cdot \left(\frac{\text{EXP}(-0.006 \cdot P) - 1}{-0.006} \right) \cdot \dot{\gamma}^{n-1}$$

Correlation coefficient (R^2) of 0.90

With an increase in pressure and its consistency coefficient a gain on the structure's rigidity was observed

✓ Fitting of Viscosity Dependence as a Function of Pressure, Temperature and Shear Rate with MTF Model

$$\log\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right) = -\left(\frac{c_1^{00} \cdot (T - T_0 - \theta(P))}{c_2(P) + (T - T_0 - \theta(P))}\right)$$

$$\theta(P) = c_3(P) \ln\left(\frac{1 + c_4 P}{1 + c_4 P_0}\right) - c_5(P) \ln\left(\frac{1 + c_6 P}{1 + c_6 P_0}\right)$$

$$c_1^{00} = \frac{B''}{2,303 f_0}; c_2(P) = \frac{f_0}{\alpha_v(P)}; c_3(P) = \frac{1}{k_e \alpha_v(P)}; c_4 = \frac{k_e}{k_e^*}; c_5(P) = \frac{1}{k_\phi \alpha_v(P)}; c_6 = \frac{k_\phi}{k_\phi^*}$$

Supposition:

The data are assumed following the PVT study carried out by Hermoso (2017) for drilling fluids.

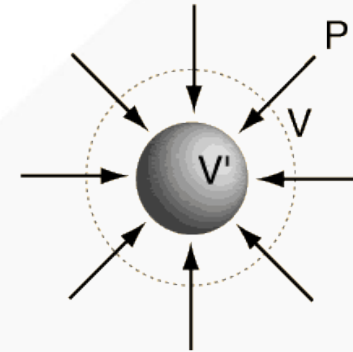
- ✓ B'' is a constant assumed as 0.5
- ✓ F_0 is the fractional free-volume at T_0 is assumed as 0.1.
- ✓ $T_0 = 55^\circ\text{C}$ and $P_0 = 1$ bar, finally $\eta_0 = 0.031$ Pa.s

Reference values for fit FMT model.

f_0	0.1
B	0.5
T_{ref}	55 °C
η_{ref}	0.031 Pa.s
P_{ref}	1 bar

- ✓ Fitting of Viscosity Dependence as a Function of Pressure, Temperature and Shear Rate with MTF Model

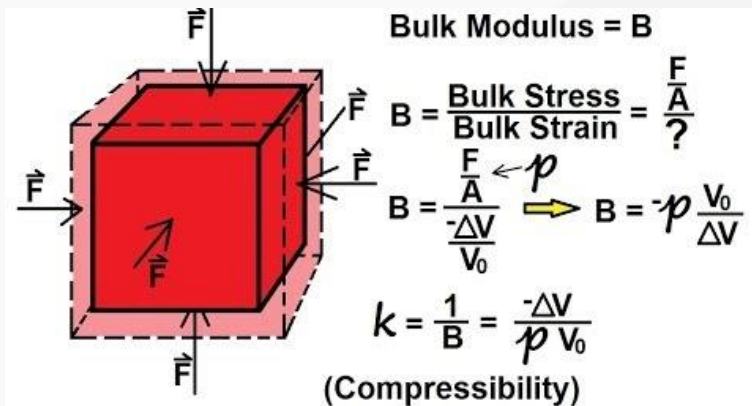
The FMT model's predicted viscosity values were plotted from 0 to 1000 bar for three temperatures, which are shown by the dashed black line.



Bulk modulus:

$$B = \frac{\Delta P}{\Delta V/V}$$

P = pressure
V = volume



Rheometry Laboratory (LabReo)-UTFPR



Contact: +55 (41) 3279-6890 | cernn-ct@utfpr.edu.br
luis.2019@alunos.utfpr.edu.br
quitianuis@gmail.com
cernn.ct.utfpr.edu.br



Contact: +55 (41) 3279-6890 / +57 (31) 6850-2815
cernn-ct@utfpr.edu.br

luis.2019@alunos.utfpr.edu.br

quitianuis@gmail.com

cernn.ct.utfpr.edu.br

**LinkedIn QR
Code:**



<https://forms.gle/2HA9o5ovG9WT3SaA6>





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Vigencias por seis años.



Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Diseño para manufactura rápida. Camino hacia la mejora del desempeño y ventaja por complejidad

Ph. D. Carlos Alberto Narváez Tovar

Contenido



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

1. Definición de manufactura rápida
2. Ventaja por Complejidad
3. Herramientas computacionales de diseño
4. Caso de Estudio



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Vigencia por seis años



Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

La manufactura aditiva (AM)



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Proceso de unir materiales, usualmente capa por capa, para fabricar piezas a partir de la información de un modelo CAD 3D. (ISO/ASTM 52900:2015)



Flujo de proceso de una fase



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

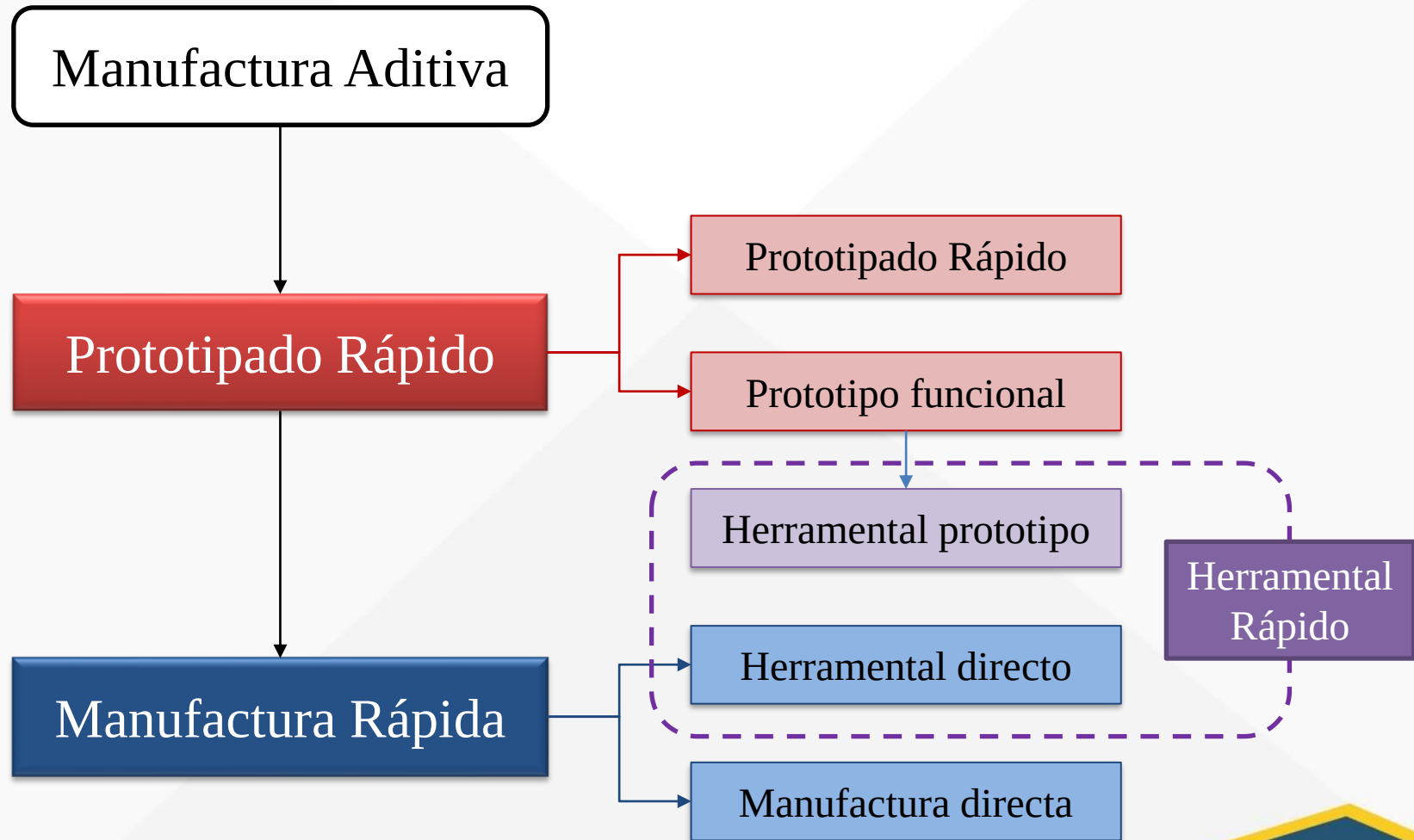


TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

Aplicaciones de la AM [1]



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

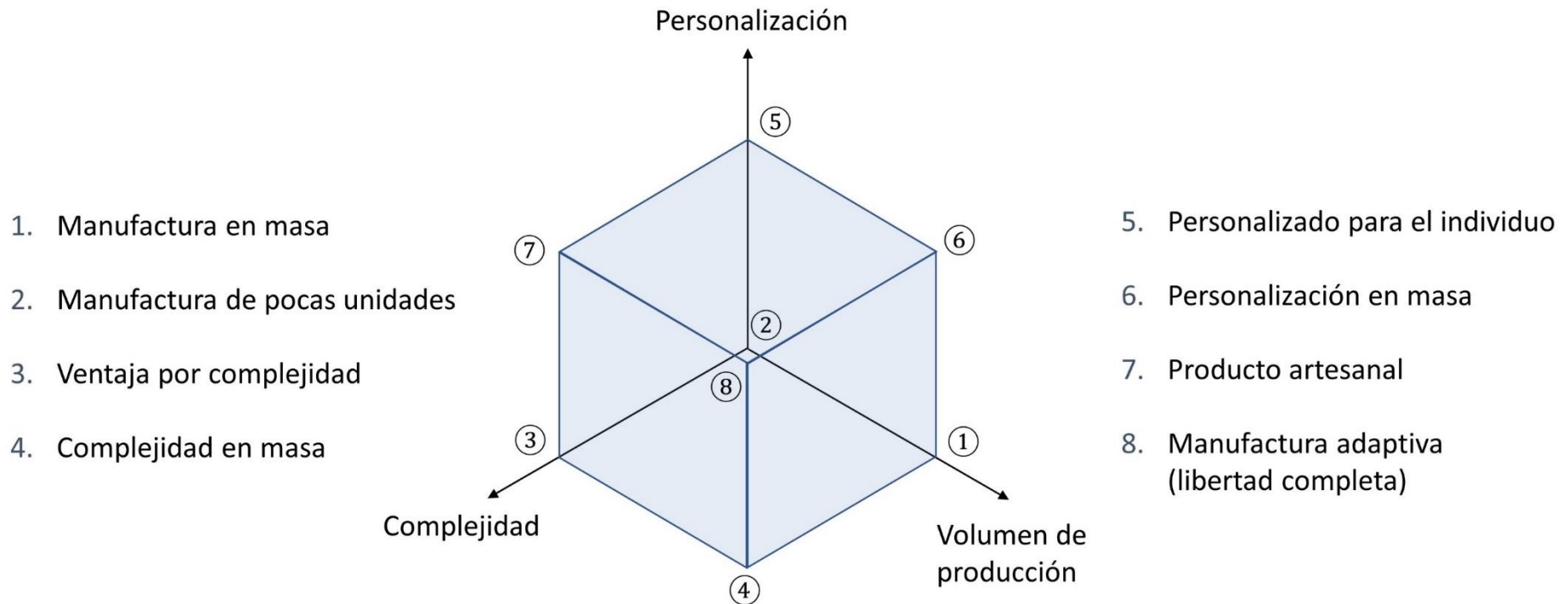


TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

Mapa de productos manufacturados [2]



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

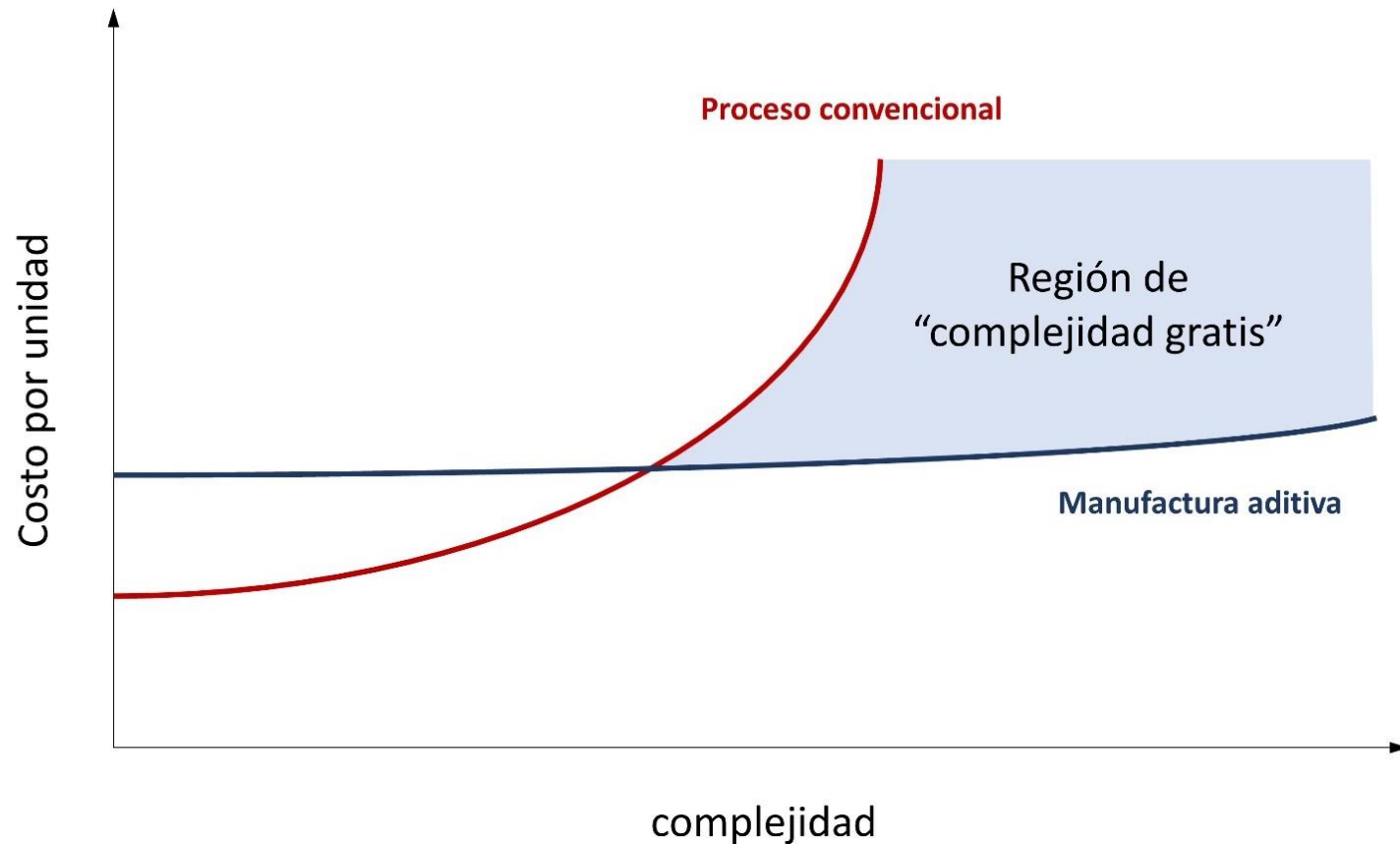


TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

Complejidad gratis



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

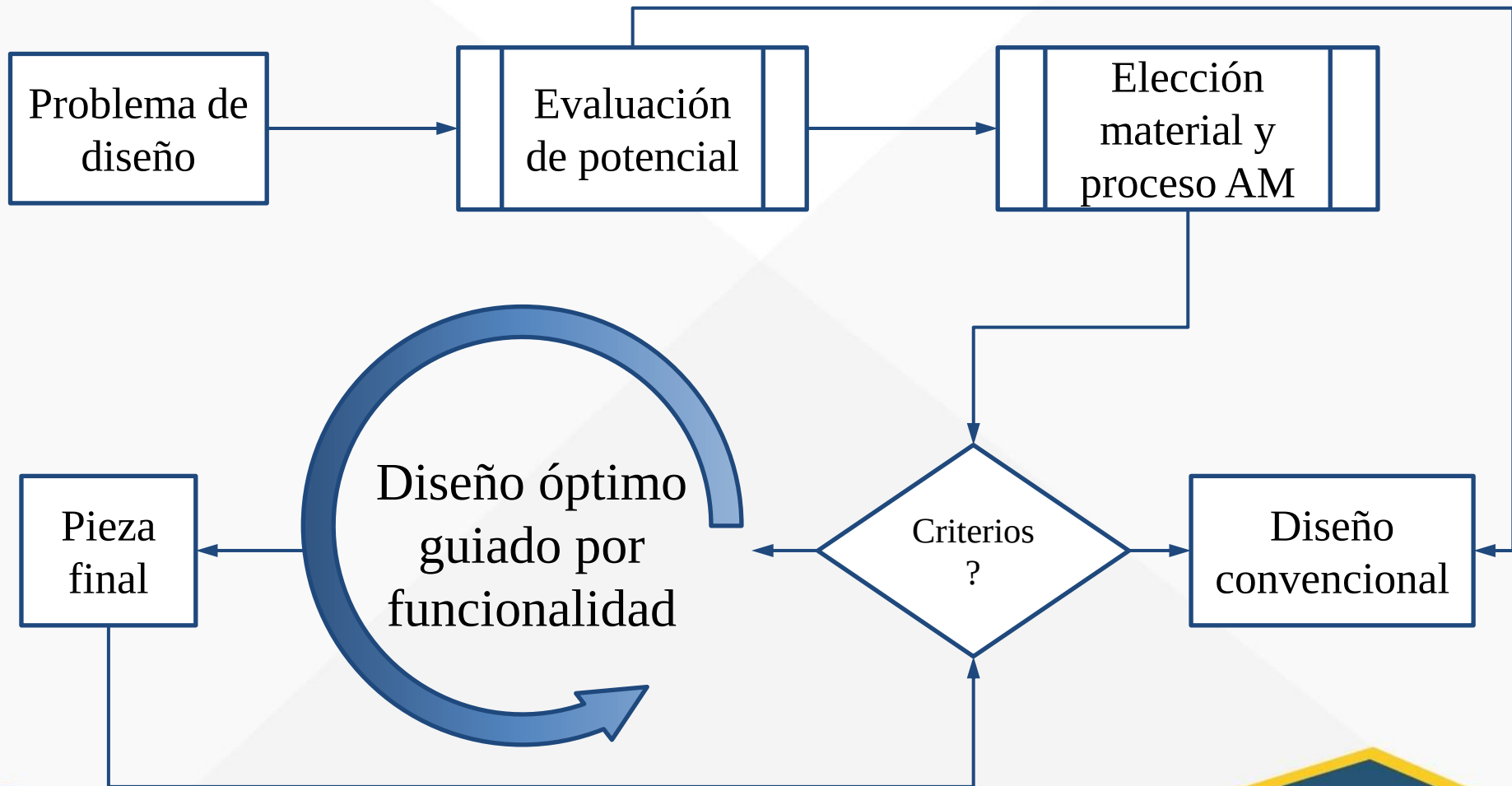
Design for Additive Manufacturing (DfAM) should “maximize product performance through the synthesis of shapes, sizes, hierarchical structures, and material compositions, subject to the capabilities of AM technologies” [3]



Estrategia DfAM [4]



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Vigencias por seis años



Acreditación Institucional
Internacional

TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA



Instructions: Mark one for each category for the part you plan to print. Check daggers and stars first, then scores

Clatton: The Design for Additive Manufacturing Worksheet, by Joran W. Booth, 2015. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International license. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>

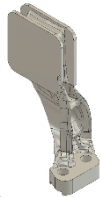
Herramientas de diseño



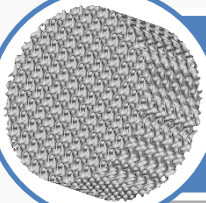
UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Optimización topológica



Diseño generativo



Estructuras Celulares



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Vigencias por seis años



Acreditación Institucional
Internacional

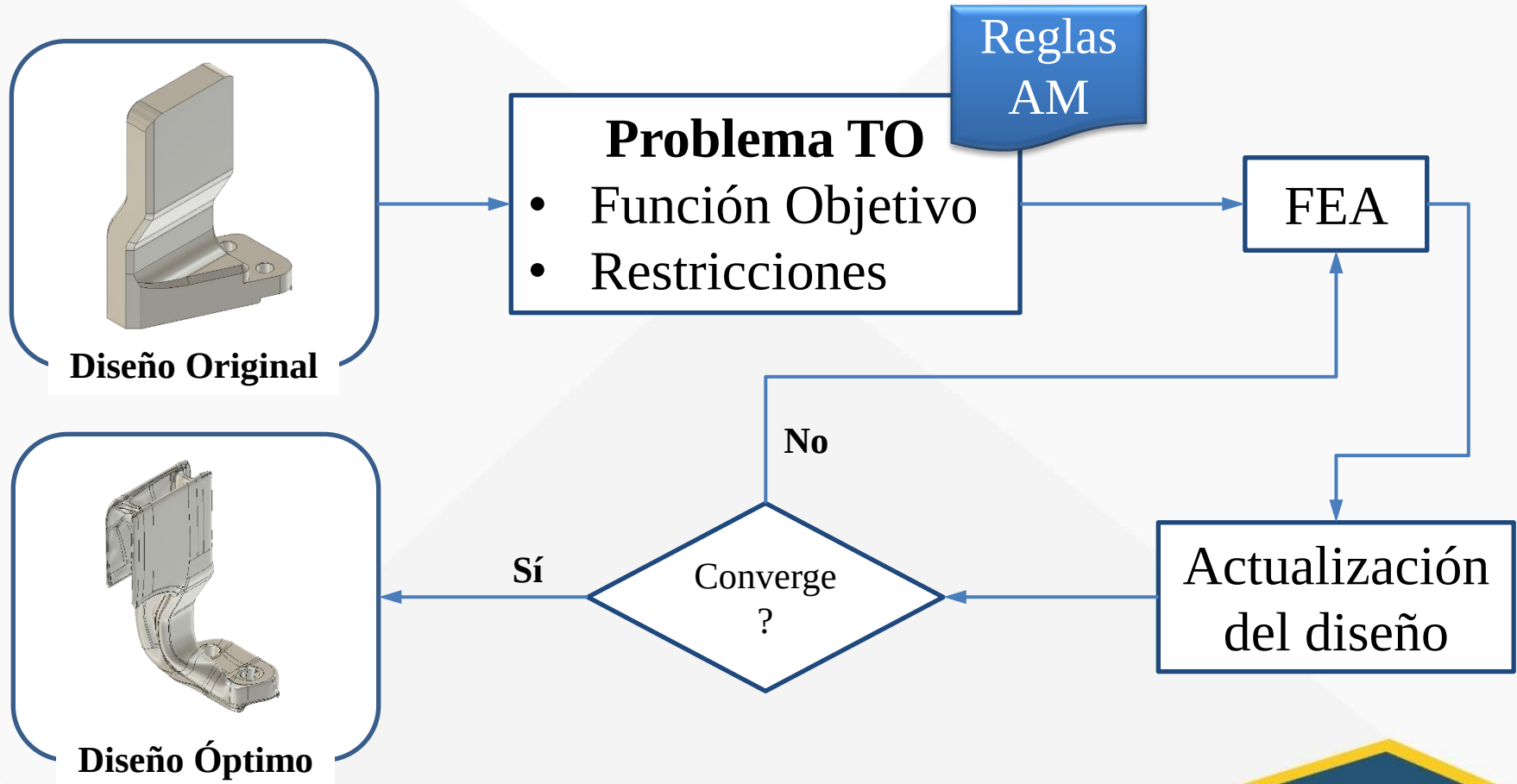
TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA



Optimización Topológica (TO)



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

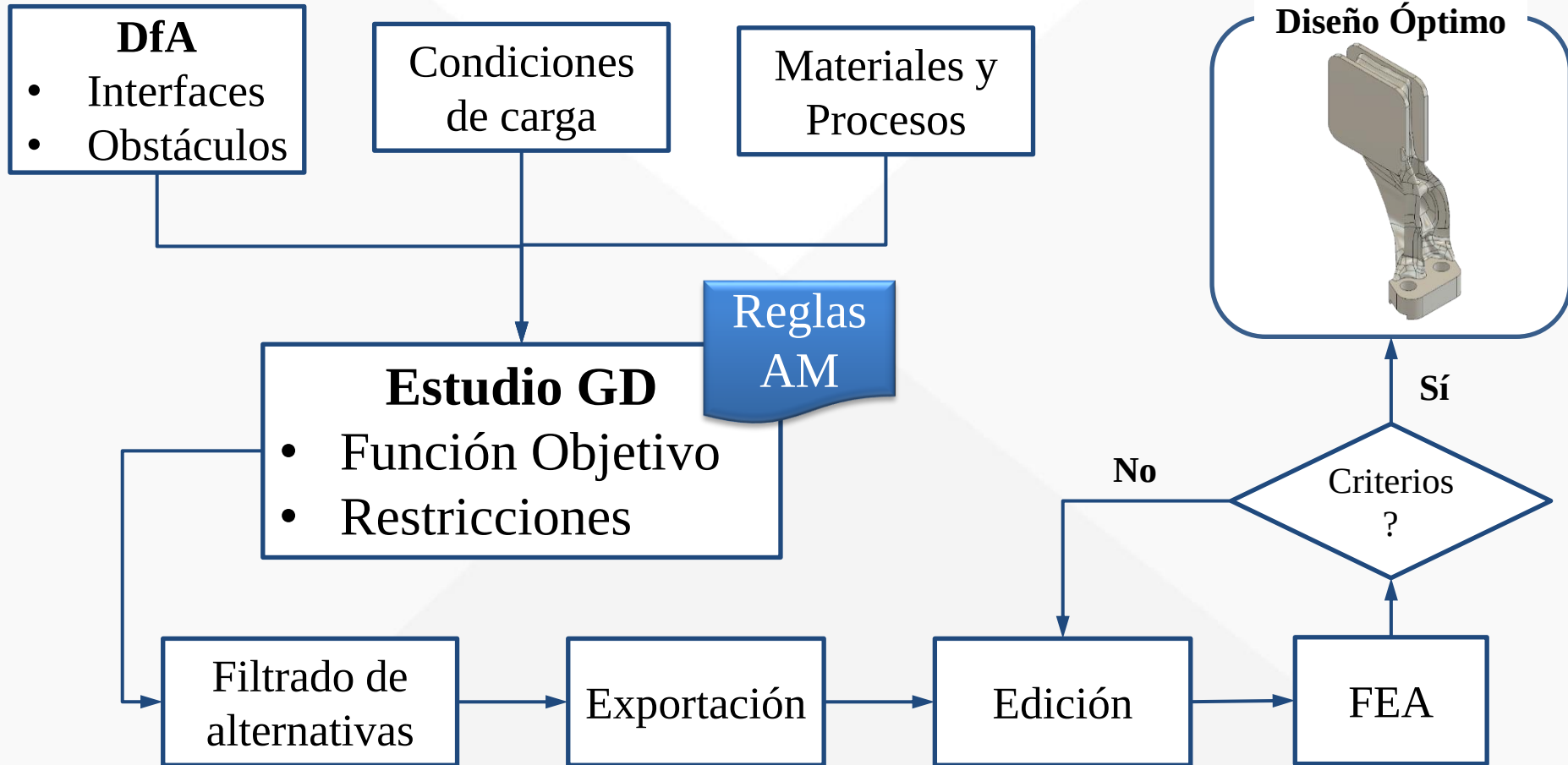


TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

Diseño Generativo (GD)



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

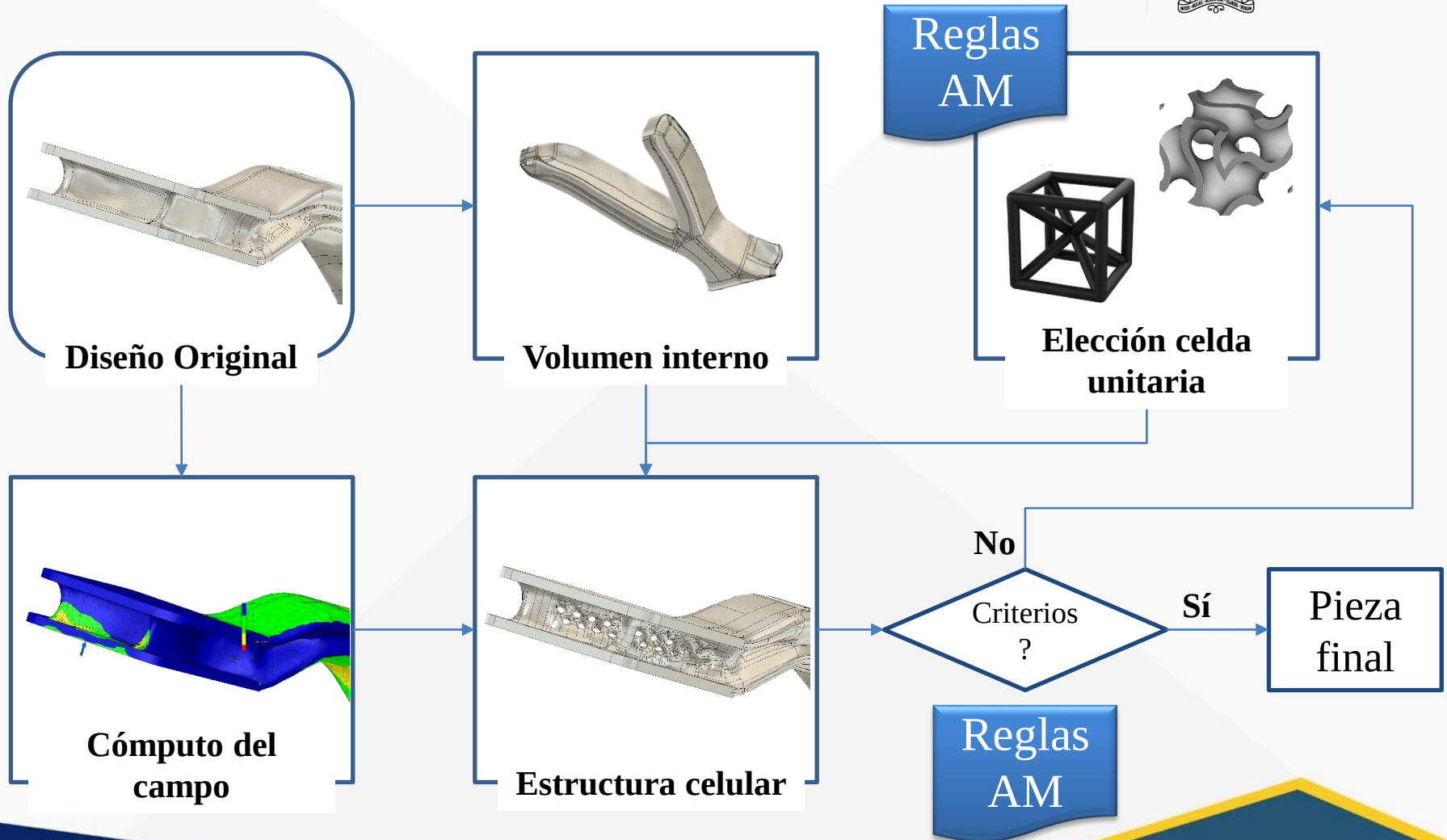
TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA



Estructuras Celulares guiadas por campo



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

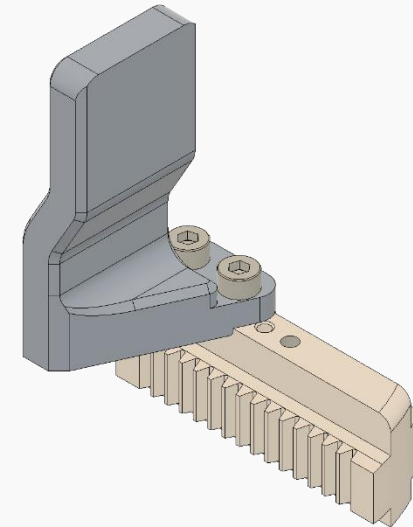
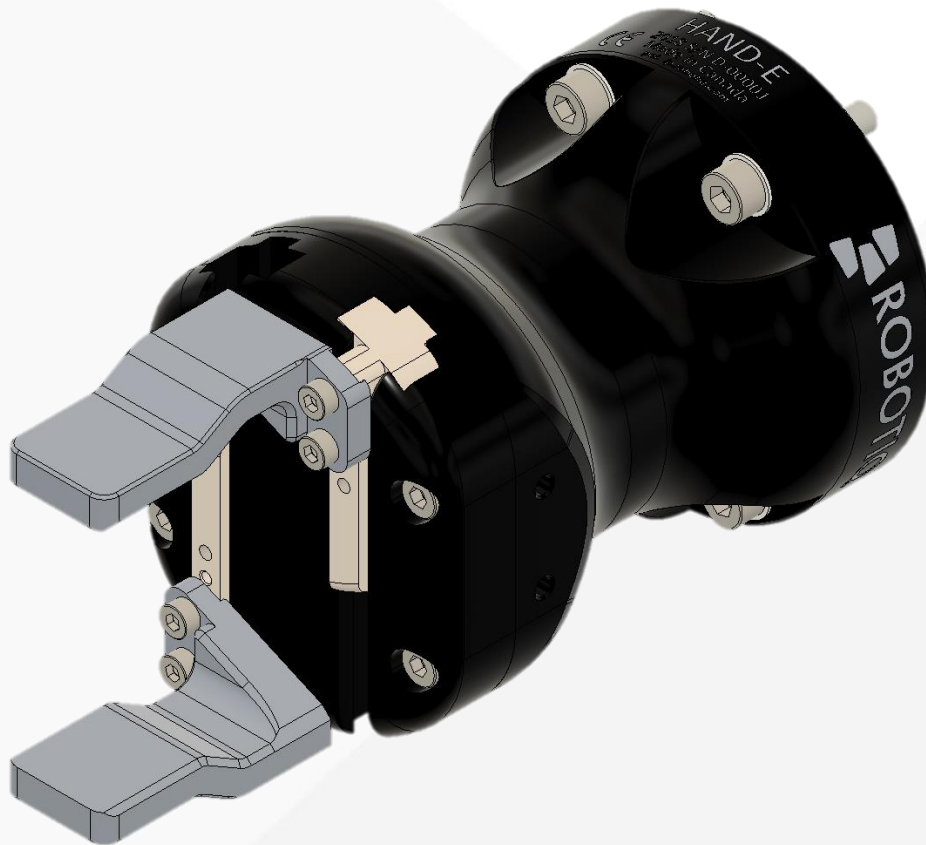


TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

Caso: Dedo de Brazo Robótico



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Material: Aluminio
Proceso: Mecanizado CNC

Robotiq Hand-E [6]



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

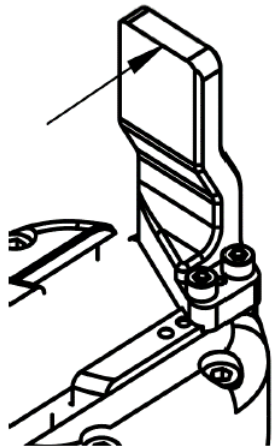
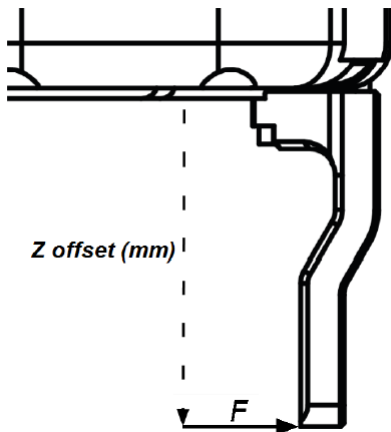


TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

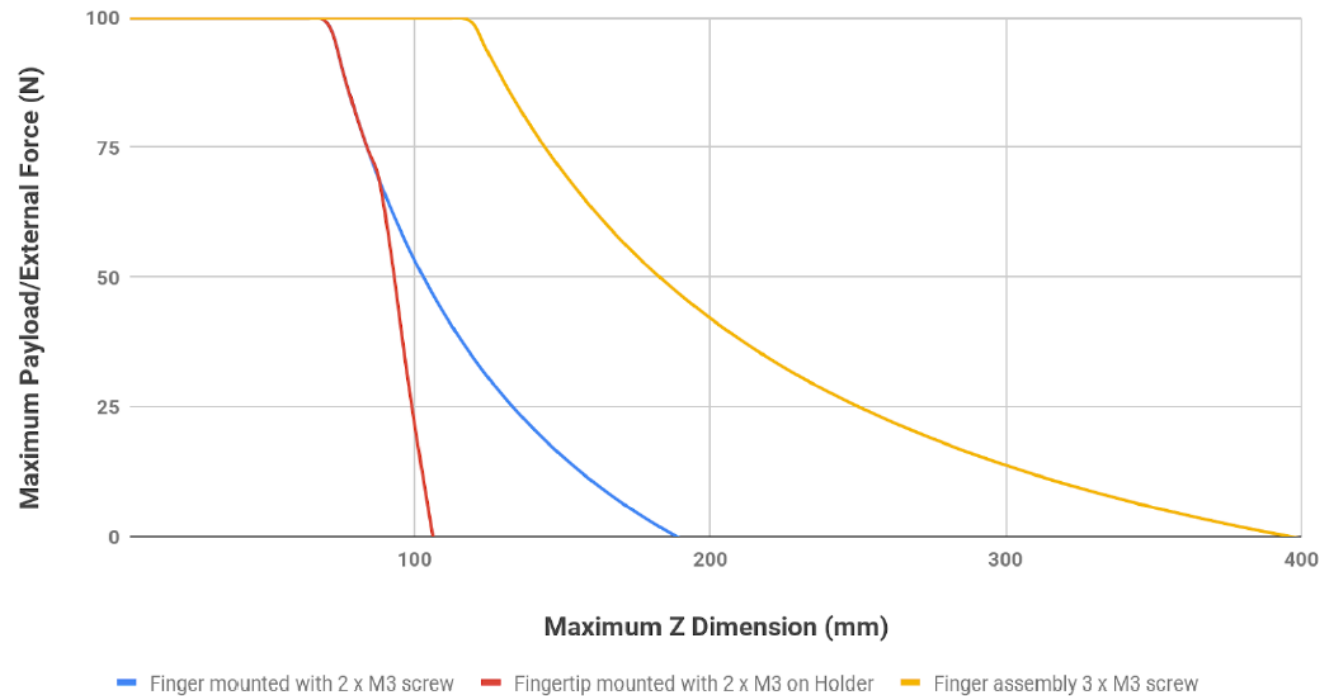
Condiciones de carga [7]



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Hand-E: Maximum Payload/External Force vs Custom Finger (Z-Offset)



UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

Worksheet del diseño original



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Design for Additive Manufacturing

A quick method for reducing the number of printing and prototyping failures, by Joran Booth
Instructions: Mark one for each category for the part you plan to print. Check daggers and stars first, then scores

Mark One	Complexity	Mark One	Functionality	Mark One	Material Removal	Mark One	Unsupported Features	Sum Across Rows	Totals
☒	The part is the same shape as common stock materials, or is completely 2D 	☒	Mating surfaces are bearing surfaces, or are expected to endure for 1000+ of cycles 	☐	The part is smaller than or the same size as the required support structure 	☐	There are long, unsupported features 	x5 =	
☒	The part is mostly 2D and can be made in a mill or lathe without repositioning it in the clamp 	☒	Mating surfaces move significantly, experience large forces, or must endure 100-1000 cycles. 	☐	There are small gaps that will require support structures 	☐	There are short, unsupported features 	x4 =	
☒	The part can be made in a mill or lathe, but only after repositioning it in the clamp at least once 	☐	Mating surfaces move somewhat, experience moderate forces, or are expected to last 10-100 cycles 	☐	Internal cavities, channels, or holes do not have openings for removing materials 	☐	Overhang features have a sloped support 	1 x3 =	3
☐	The part curvature is complex (splines or arcs) for a machining operation such as a mill or lathe 	☒	Mating surfaces will move minimally, experience low forces, or are intended to endure 2-10 cycles 	☒	Material can be easily removed from internal cavities, channels, or holes 	☒	Overhanging features have a minimum of 45deg support 	3 x2 =	6
☐	There are interior features or surface curvature is too complex to be machined 	☐	Surfaces are purely non-functional or experience virtually no cycles 	☐	There are no internal cavities, channels, or holes 	☐	Part is oriented so there are no overhanging features 	x1 =	
Mark One	Thin Features Thin features will almost always break Some walls are less than 1/16" (1.5mm) thick Walls are between 1/16" (1.5mm) and 1/8" (3mm) thick Walls are more than 1/8" (3mm) thick 	Mark One	Stress Concentration Interior corners must transition gradually Interior corners have no chamfer, fillet, or rib Interior corners have chamfers, fillets, and/or ribs Interior corners have generous chamfers, fillets, and/or ribs 	Mark One	Tolerances Mating parts should not be the same size Hole or length dimensions are nominal Hole or length tolerances are adjusted for shrinkage or fit Hole and length tolerances are considered or are not important 	Mark One	Geometric Exactness Large, flat areas tend to warp The part has large, flat surfaces or has a form that is important to be exact The part has medium-sized, flat surfaces, or forms that are should be close to exact The part has small or no flat surfaces, or forms that need to be exact 		+
								2 x5 =	10
								2 x3 =	6
								x1 =	
									25

Starred Ratings
 * Consider a different manufacturing process
 + Strongly consider a different manufacturing process

Total Score
 33-40 Needs redesign
 24-32 Consider redesign
 16-23 Moderate likelihood of success
 8-15 Higher likelihood of success

Overall Total **25**

PURDUE Engineering

REID DESIGN LAB
Research in Engineering and Interdisciplinary Design

Citation: The Design for Additive Manufacturing Worksheet by Joran W. Booth, 2015. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonDerivatives 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>.

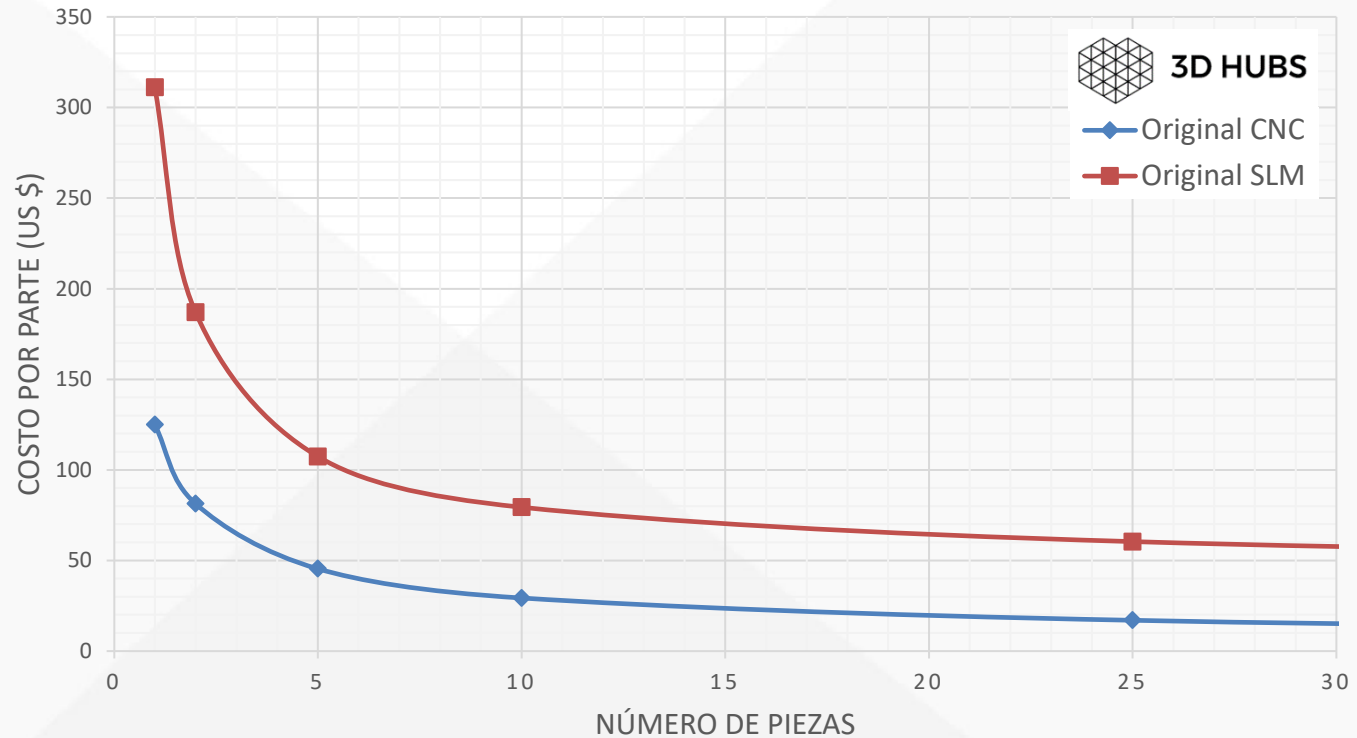
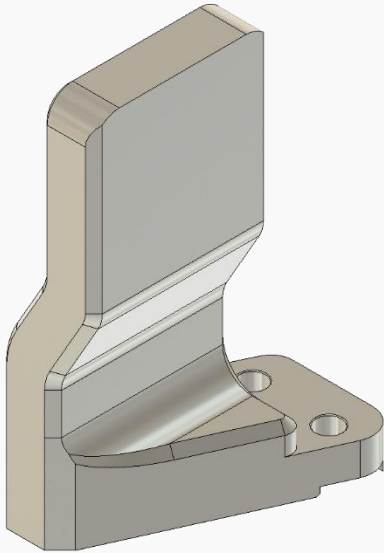
Considere
rediseñar la pieza

Escenario 1: Sin DfAM



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Diseño Original



Comparativa de costo por unidad - lote de dos piezas [\$ USD]

Mecanizado CNC - Aluminio	Fusión selectiva láser – AlSi10Mg
81,36	187



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

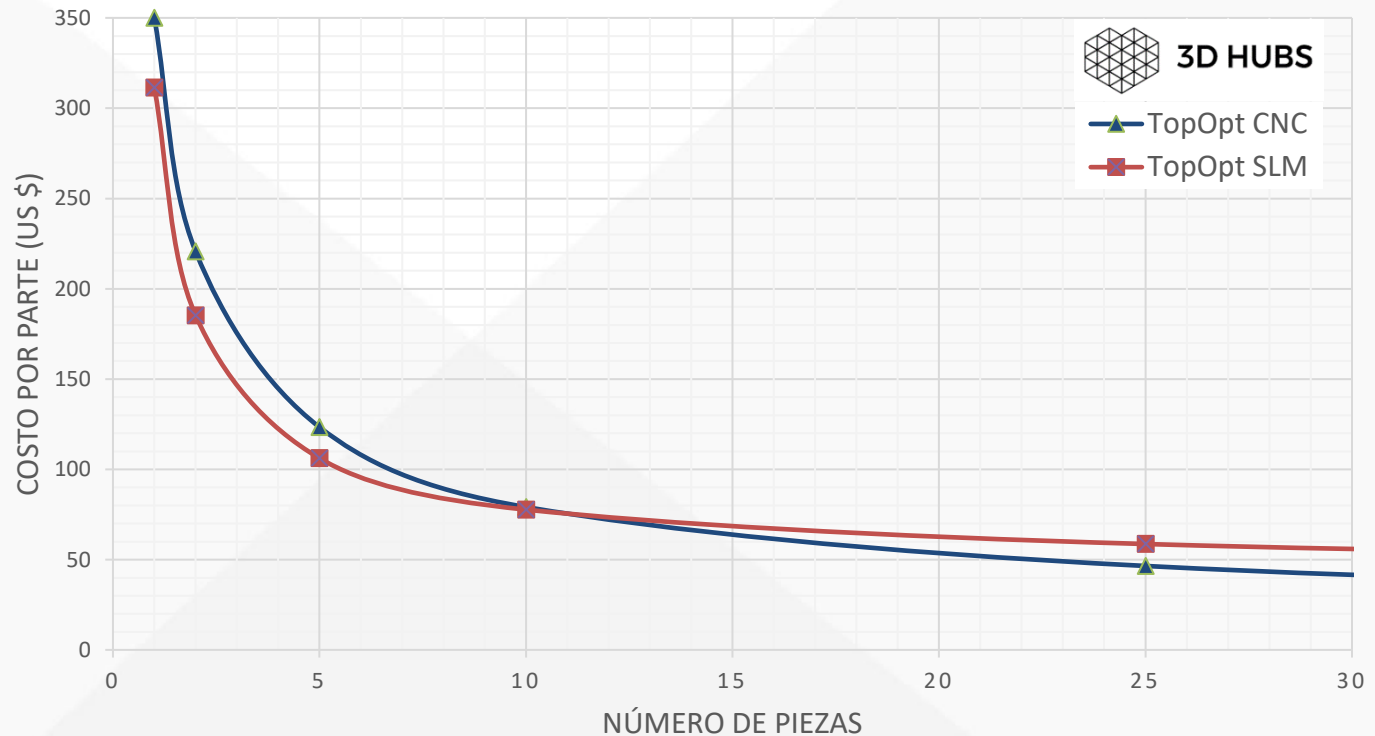


Escenario 2: DfAM TO



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Diseño Óptimo
(70% Off)



Comparativa de costo por unidad - lote de dos piezas [\$ USD]

Mecanizado CNC - Aluminio	Fusión selectiva láser – AlSi10Mg
220,64	185,22



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

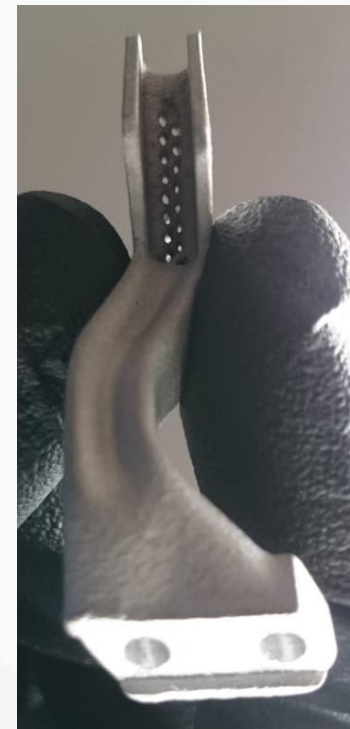
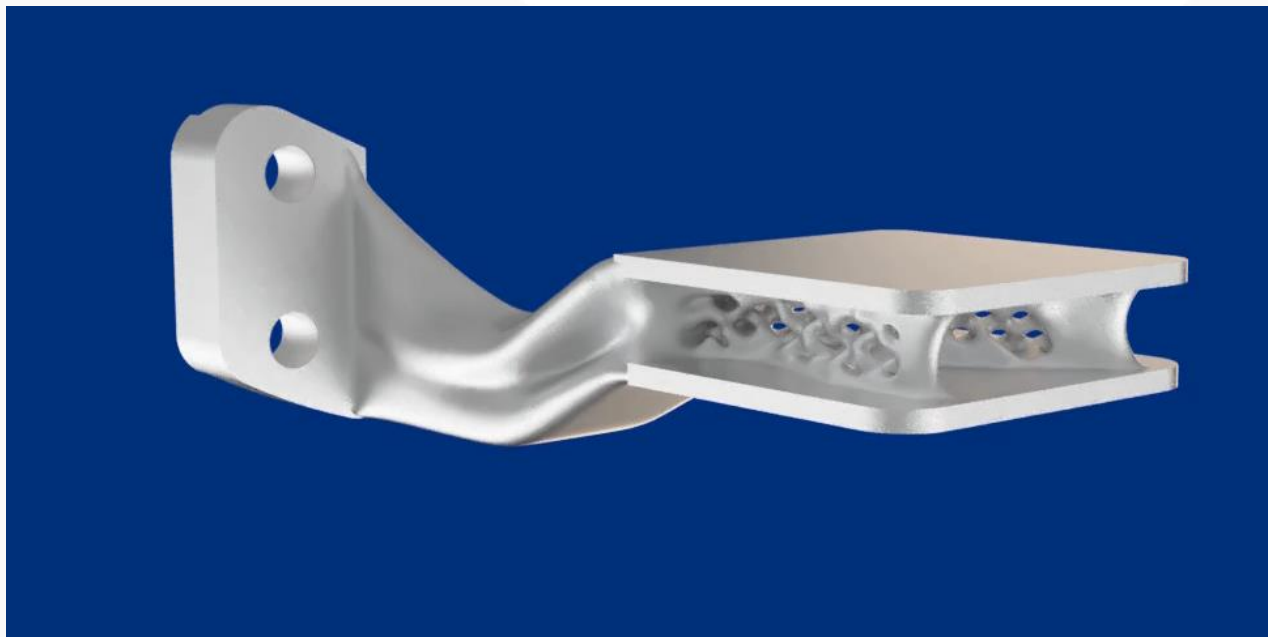
TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA



Escenario 3: DfAM TO + Lattice



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Comparativa de costo por unidad - lote de dos piezas [\$ USD]

Mecanizado CNC - Aluminio	Fusión selectiva láser – AlSi10Mg
-	186,06



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

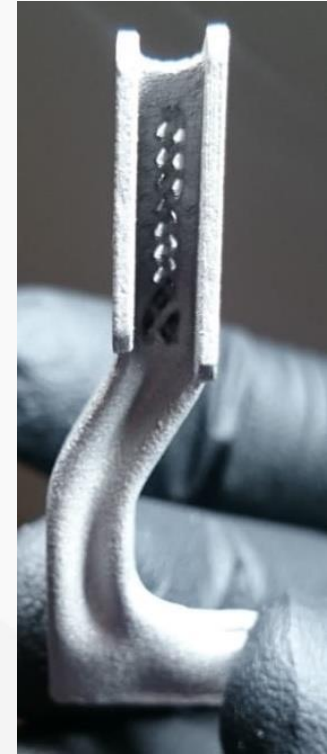
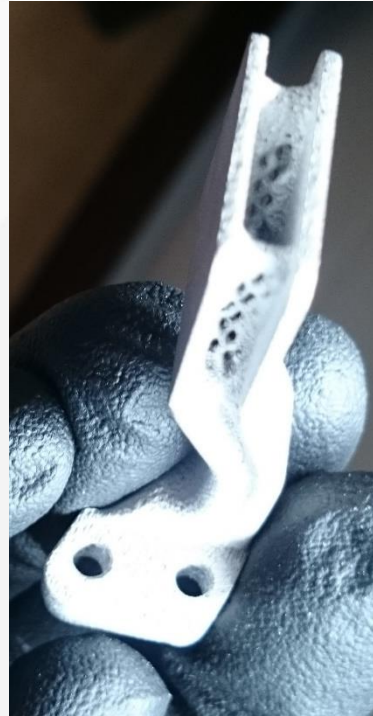


TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

Escenario 3: DfAM TO + Lattice



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

Conclusiones



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

- La manufactura rápida es aplicar la AM para fabricar piezas de uso final.
- La ventaja por complejidad requiere una estrategia DfAM.
- El DfAM implica optimizar para alcanzar un máximo de desempeño.
- El diseño generativo, la optimización topológica y las estructuras celulares son herramientas para maximizar la relación resistencia/peso.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

Referencias



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

- [1] A. Gebhardt. Understanding Additive Manufacturing. Carl Hanser Verlag,, Munich, 2011. ISBN 978-3-446-42552-1
- [2] B.P. Conner et al. Making sense of 3-D printing: Creating a map of additive manufacturing products and services. Additive Manufacturing, 1–4, 64–76, 2014.
- [3] I. Gibson, D. Rosen, y B. Stucker. Additive Manufacturing Technologies. 3D printing, Rapid Prototyping and Direct Digital Manufacturing. Capítulo 17. Springer, 2015.
- [4] ISO/ASTM 52910. Additive manufacturing – Design – Requirements, guidelines and recomendations, 2018.
- [5] J. Booth. The Design for Additive Manufacturing Worksheet. <https://joranbooth.com/projects/the-design-for-additive-manufacturing-worksheet/> Consultado 25-04-2021.
- [6] Robotiq Hand E <https://robotiq.com/products/hand-e-adaptive-robot-gripper> Consultado 25-04-2021
- [7] Robotiq Hand-E Instruction Manual. https://assets.robotiq.com/website-assets/support_documents/document/Hand-E_Instruction_Manual_e-Series_PDF_20190122.pdf Consultado 25-04-2021.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



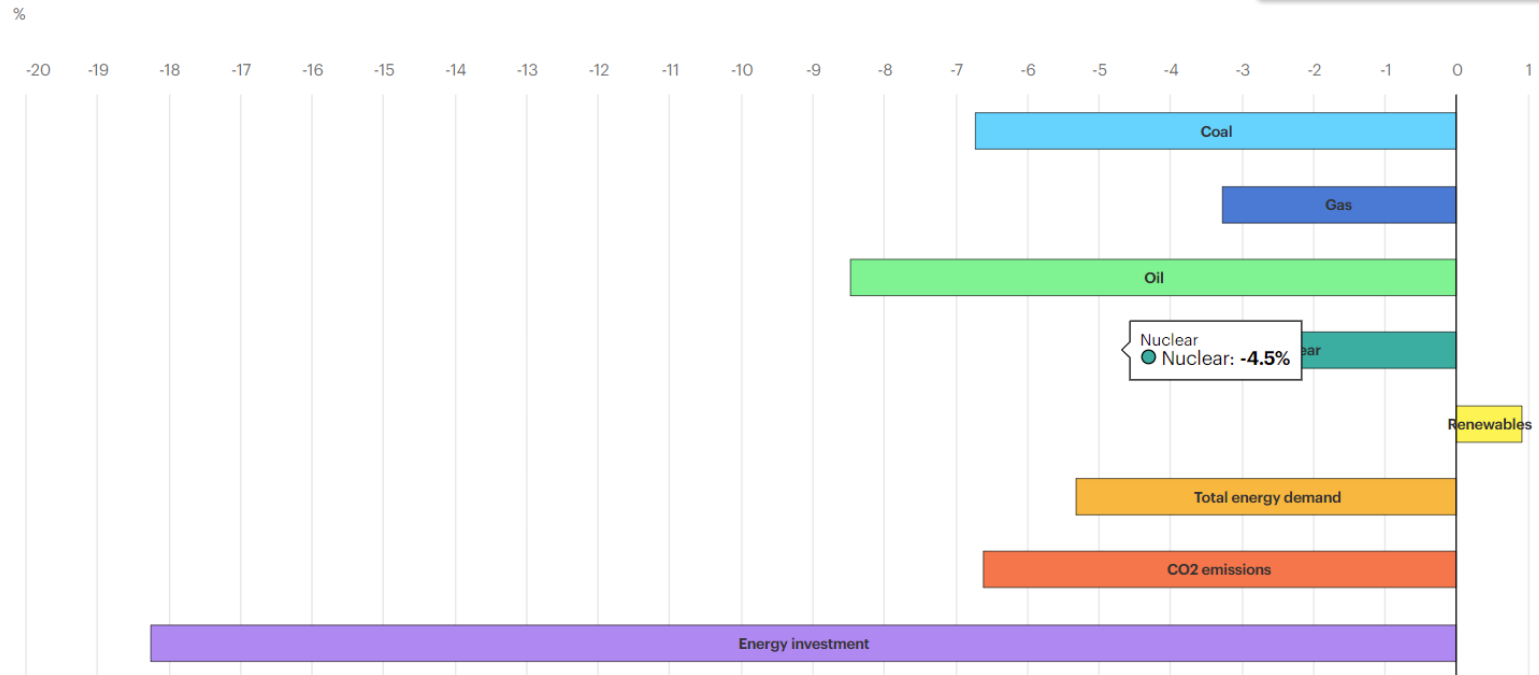
Algunos retos en el aprovechamiento sustentable de las energías renovables

Ph.D. Carlos Ramón Batista Rodríguez

ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



Demanda de energía 2020



<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



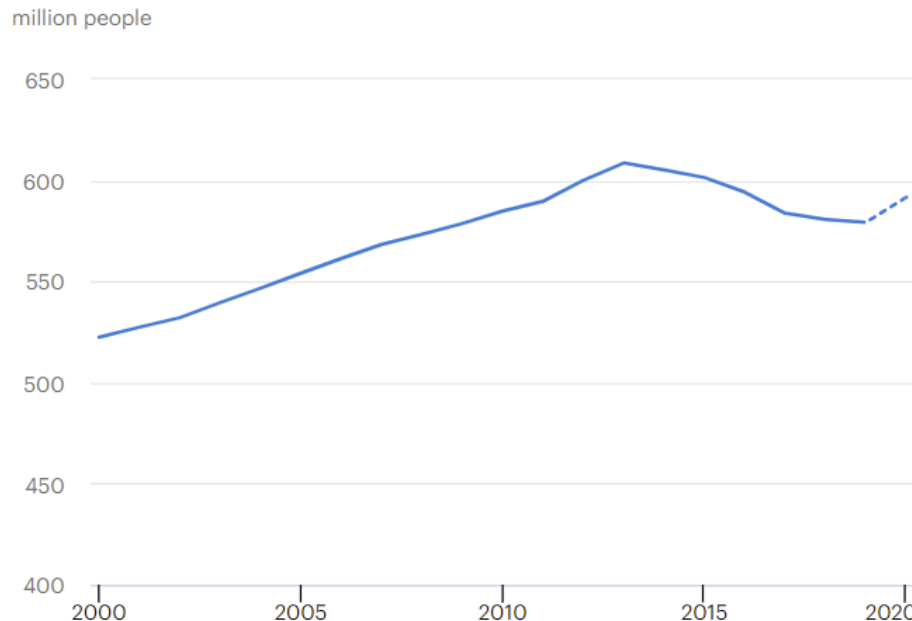
TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



Población sin acceso a la electricidad 2000-2020 en África

Population without access to electricity in Africa, 2000-2020



<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

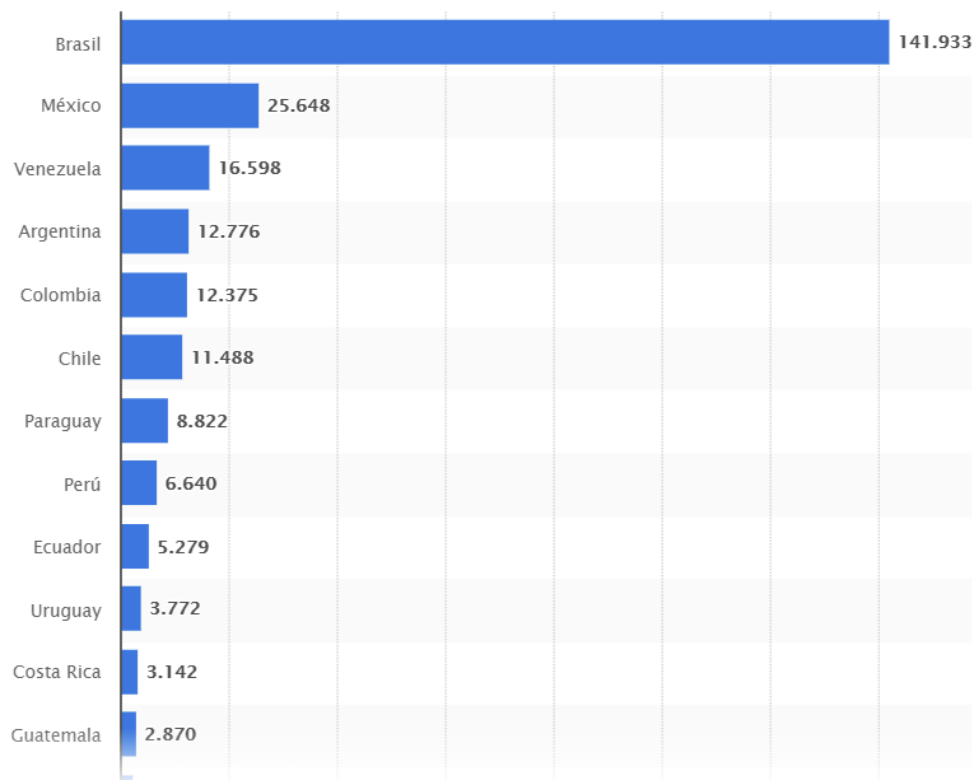


TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



Países con producción de energías renovables en MW (2019)



<https://es.statista.com/estadisticas/1076835/energia-renovable-capacidad-america-latina-por-pais/>



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704

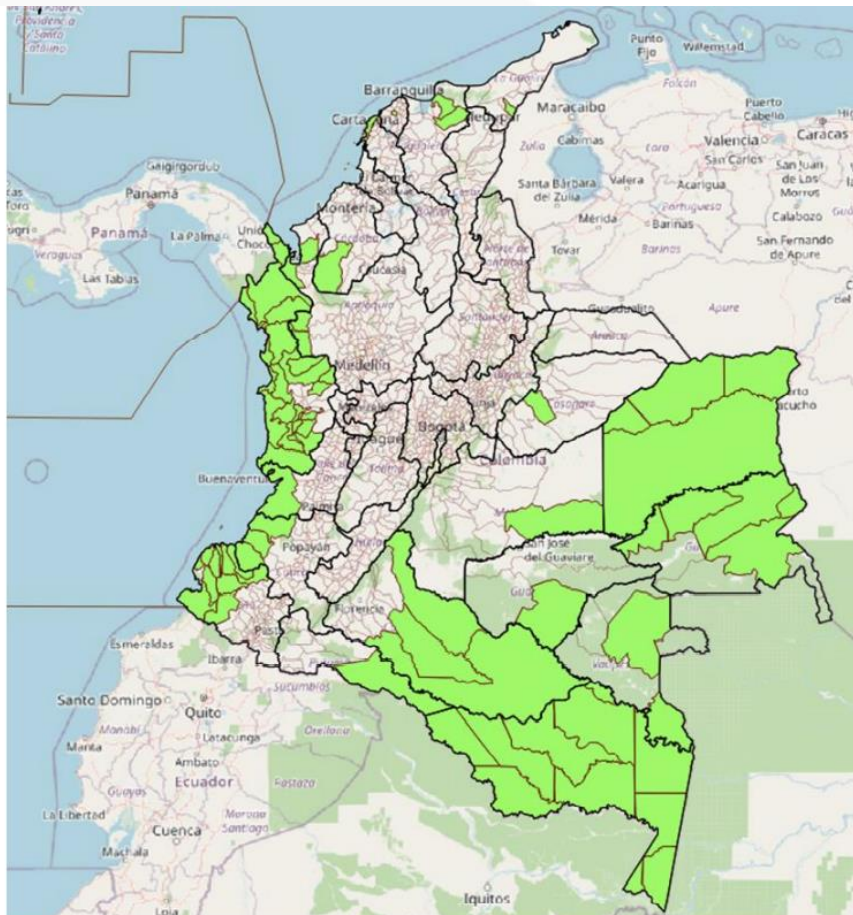


Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



Fuente: Grupo ZNI -DTGE, información SUI corte a diciembre 2019, consulta Julio 2020.

ZONAS NO INTERCONECTADAS – ZNI

INFORME SECTORIAL DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA 2020



Superservicios
Superintendencia de Servicios
Públicos Domiciliarios

**SUPERINTENDENCIA DELEGADA PARA ENERGÍA Y GAS
DIRECCIÓN TÉCNICA DE GESTIÓN DE ENERGÍA
Bogotá, D.C., septiembre de 2020**

**Documento final
Versión 3**



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Vigencias por seis años



Acreditación Institucional
Internacional



**TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA**

ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

BIOMASA



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

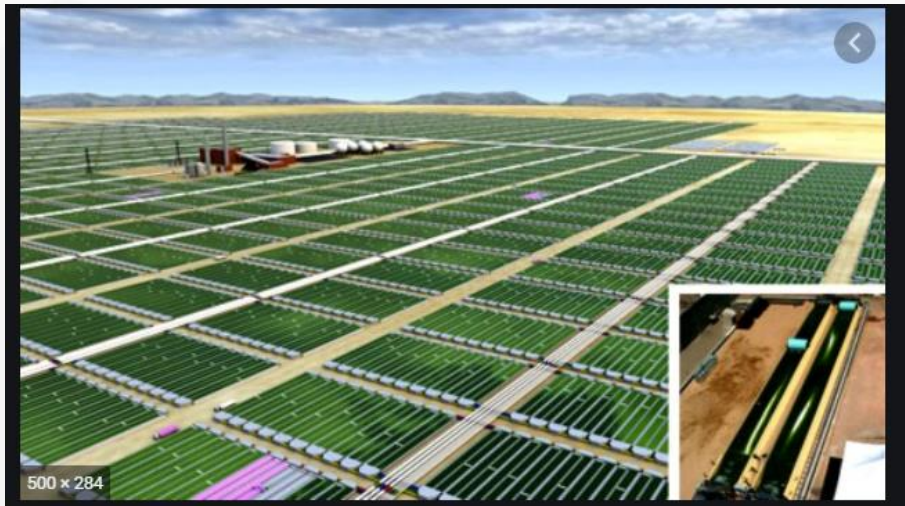


ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

CULTIVOS ENERGÉTICOS



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA



ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

SALTOS DE AGUA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



 Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

VIENTO



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

SOL



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

MAR



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

FUENTES TERMALES



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

RELÁMPAGOS DE TORMENTAS ELÉCTRICAS



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA



ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

TORNADOS



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Vigencias por seis años



Acreditación Institucional
Internacional

TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA



ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

VOLCANES



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA



ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



FUENTES DE ENERGÍA NO CONVENCIONAL

Tráfico vial



600 x 400



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Vigencias por seis años.



Acreditación Institucional
Internacional

TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA



ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



FUENTES DE ENERGÍA NO CONVENCIONAL

Tráfico Ferroviario



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



FUENTES DE ENERGÍA NO CONVENCIONAL

Tráfico peatonal



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA



ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



Retos de la energía eólica

1. Reducción de la relación costo/eficiencia.
2. Desarrollo y uso de nuevos materiales.
3. Desarrollo de palas inteligentes para mejorar la operación de las máquinas.
4. Desarrollo de nuevos sistemas de almacenamiento.
5. Desarrollo de tecnologías de sustentación en agua profundas.
6. Desarrollo de tecnologías de evaluación de los recursos eólicos marinos.



ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



Retos de la energía solar fotovoltaica

1. Reducción del costo de las celdas, mayor eficiencia con aumento del aprovechamiento del espectro solar.
2. Incremento de la eficiencia de los módulos fotovoltaicos con seguidores solares o reflectores solares más económicos.
3. Sistemas de almacenamiento de la energía eléctrica.
4. Sistemas de limpieza con alta productividad y bajo costo.



ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



Retos de la energía solar térmica (alta)

1. Desarrollo de nuevos colectores cilíndricos parabólicos de grandes dimensiones y materiales ligeros.

2. Nuevos helióstatos de mayor superficie reflectante.

3. Sistemas de generación de vapor directo en los receptores de los colectores solares.

4. Sistemas de almacenamiento de la energía térmica.



ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



Retos de la energía solar térmica (baja)

1. Desarrollo de nuevos colectores de mayor eficiencia y menor costo.

2. Uso de materiales locales y de fácil procesamiento.

3. Uso combinado de colectores planos y concentradores CPC.

4. Concentradores con uso de lentes Fresnel.

5. Desarrollo de materiales baratos, ligeros y altamente reflectantes.



ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



Retos de los biocombustibles

1. Desarrollo de cultivos bioenergéticos y mejora de las especies.
2. Desarrollo de métodos y maquinaria para la recolección y transporte sostenible de biomasa.
3. Desarrollo de tecnologías de fermentación.
4. Estudio del impacto del cambio del uso de la tierra para alimentos o biocombustibles.



ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



Retos de la energía marina

1. Desarrollo de investigaciones en el aprovechamiento de las diferentes formas de la energía marina.



2. Desarrollo de tecnologías más eficientes en la captación de la energía de las olas.

3. Estudio de los generadores lineales de imanes permanentes.

ALGUNOS RETOS EN EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



RETOS GENERALES PARA ENERGÍAS RENOVABLES

1. Garantizar suministro energético con un mayor grado de disponibilidad en cualquier horario y época del año.
2. Alta diversificación para llegar a todos los rincones del planeta.
3. Perfeccionamiento del sistema de pronóstico de disponibilidad del recurso.
4. Mejora en los procesos de conversión con costos razonables.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



¡GRACIAS!

Por un mundo sustentable
para todos

EXPERIENCIAS EMPRESARIALES





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Sistemas de frenado industrial

Ing. Andre Da Silva Nunes

Andre Nunes:

- Formación en Ingeniería Mecánica , Posgrado en Administración y Tecnología Automotriz , MBA con especialización en Negocios Internacionales.
- Idiomas: Portugués (Nativo), Español (Fluente), Inglés (Avanzado) y Francés (Básico).
- Gerente de Ventas en Vulkan do Brazil LTDA, iniciando los trabajos en 2010, ya en 2016 fue trasladado para la oficina de Bogotá / Colombia. Responsable por las ventas y soporte técnico a los canales de ventas de la región andina (Perú, Colombia, Ecuador y Bolivia).



VULKAN OVERVIEW

AT A GLANCE

VULKAN
DRIVE TECH



- Founded in 1889
- 3 business divisions: VULKAN Couplings, VULKAN Drive Tech and VULKAN Lokring.
- VULKAN Group is owned and managed by the Hackworth family – now in its fourth generation.
- 1.200 employees
- 18 subsidiaries
- Agencies covering 51 countries.
- 5 International Production plants located in Brazil, China, Germany, India and United States.

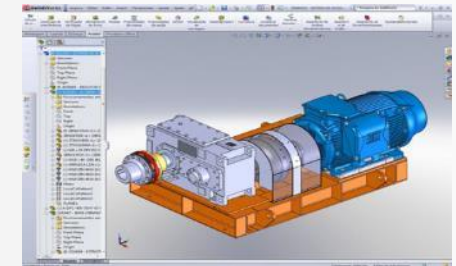
VULKAN – PLANT AT BRAZIL

AT A GLANCE

VULKAN
DRIVE TECH

VULKAN DO BRAZIL:

- Since 1974.
- Located in Itatiba, São Paulo state.
- 180 employees.
- Certified ISO 9001:2015.
- 7500 m² in construction.
- Engineering
 - ✓ Products design.
 - ✓ Products developments.
 - ✓ Special process developments for products application.
 - ✓ Test bench for special applications.
 - ✓ Test bench analysis.
- Test Center
- Technical Assistance.
- Sales Office at Rio de Janeiro, RJ



HEADQUARTER - GERMANY

VULKAN

VULKAN
DRIVE TECH



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



VULKAN - MARKETS

MAIN MARKETS

VULKAN
DRIVE TECH



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



BUSINESS UNITS

VULKAN

VULKAN
DRIVE TECH

VULKAN
DRIVE TECH



VULKAN
COUPLINGS



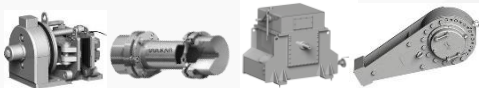
VULKAN
LOKRING



VULKAN Drive Tech

Products:

- Flexible couplings
- Rigid couplings (membrane, gear)
- Fluid couplings
- Industrial brakes
- high speed and low speed backstops
- resilient mounts



VULKAN Couplings

Products:

- Highly flexible couplings
- Composite shaft systems
- Resilient mounts
- Torsional vibration study
- 6-12 DOF study



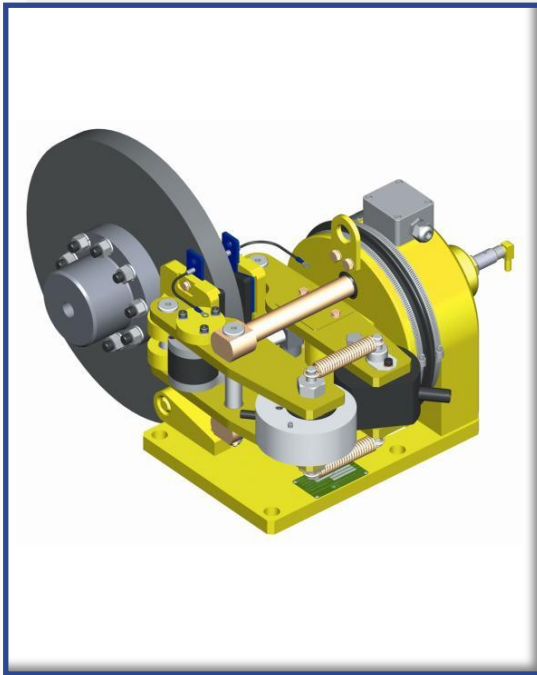
VULKAN Lokring

Products:

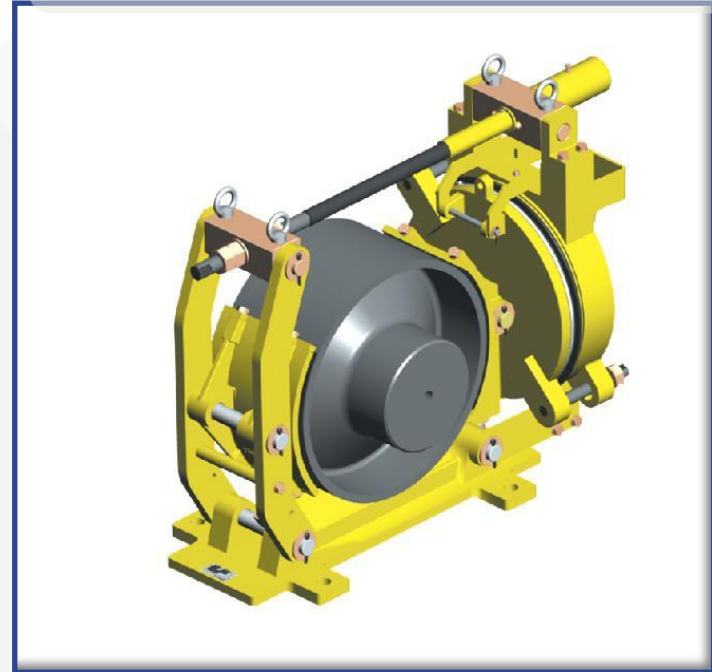
- Market leader in the field of solder-free tube joints applied to refrigeration and air conditioning areas.



DISC BRAKE



DRUM BRAKE



BASIC CONCEPTION OF A BRAKING SYSTEM

- Brake is the component which actuates on the brake disc or drum to transmit the braking force;
- Brake disc or drum: are turning components which will transfer the braking force applied by the brake to the equipment to stop it;
- Pad is a friction material element that enter in contact with the brake disc providing the friction to stop it.
- Power Supply, Hydraulic Unit, Electro-pneumatic Panel, pedal are ways to actuate the brake.

TYPE OF BRAKE ACTUATION AND RELEASE

- Brakes can actuate (close) by:
 - ✓ Spring action;
 - ✓ Pneumatic force;
 - ✓ Hydraulic force;
 - ✓ Electro-magnetic force;
 - ✓ Mechanical force.

- Brakes can be released (open) by:
 - ✓ Spring action;
 - ✓ Pneumatic force;
 - ✓ Hydraulic force;
 - ✓ Electro-magnetic force;
 - ✓ Mechanical force.

What is a Brake?

Winches



Electromagnetic Disc Brake (emergency brake) , model 10C and power supply.
Braking Torque: 220.000 Nm

Overhead crane N° 04 and N° 05 – ARCELOR MITTAL – JUIZ DE FORA, MG



HOIST CAPACITIES: 150/180 TONS

It is the Safety device

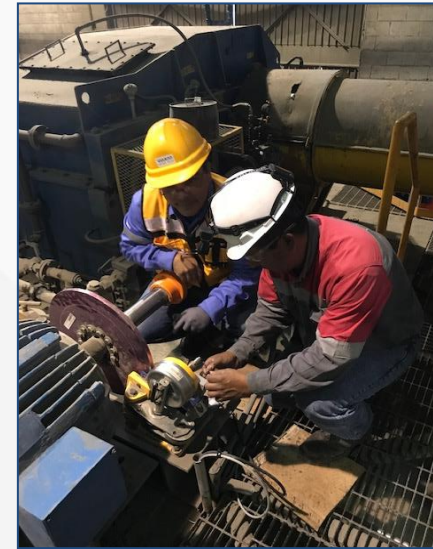
It Performs the reduction of speed or completely stops the motion

It guarantees the accurate and fast positioning

INTRODUCTION

SERVICE BRAKES

- Can be negative brake (hydraulic applied and spring released) or positive brake (spring applied and hydraulic released);
- Can be provided with CDPG (worn out pads control and detection) and manual or automatic adjust for the wear of the pad;
- Most of time they are installed on the high speed shaft, where the braking torque is low, thus requiring smaller and lower-cost brakes;
- They enable a large number of braking operations per hour.



INDUSTRIAL BRAKE

INTRODUCTION

EMERGENCY BRAKES

- Positive brake (spring applied and hydraulic released);
- Ensures safe slowing and stopping of the equipment, regardless of any faults;
- Usually installed at critical points of the equipment, can be supplied with 100% automated system in order to ensure safety without human intervention;
- Installed on the low speed shaft;
- The brakes are applied when there is:
 - ✓ Over-speed of the equipment;
 - ✓ Power Outage;
 - ✓ Rupture of components (examples: shafts, screws, couplings, gear teeth, etc...).



INDUSTRIAL BRAKE

INTRODUCTION

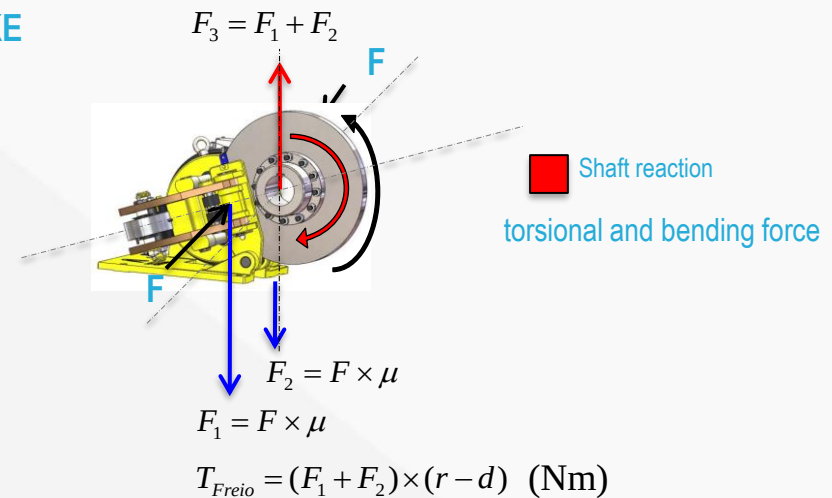
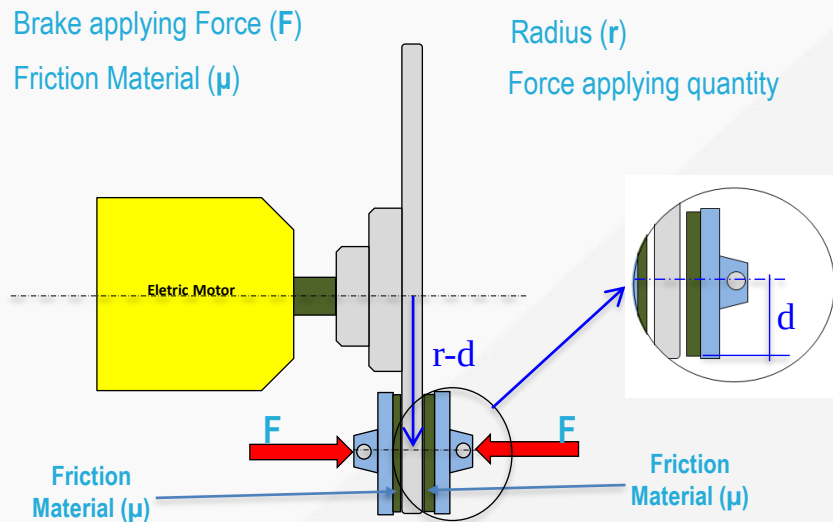
PARKING BRAKES

- They close (brake) after having the equipment stopped, keeping it stopped for eventual maintenance and avoiding the action of external forces, such as wind and storms.



BRAKING TORQUE- PARAMETERS

DISC BRAKE



The Increasing of brake torque can reduce the stopping time.

The reaction in the Shaft increases too. Take care with shafts and parts of your system

INDUSTRIAL BRAKE

THEORY OF APPLIED FORCES

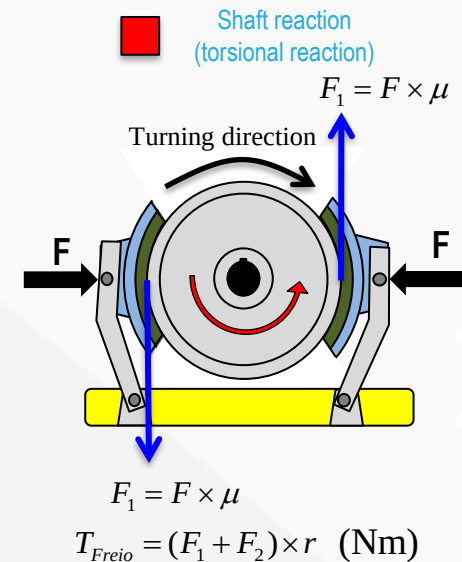
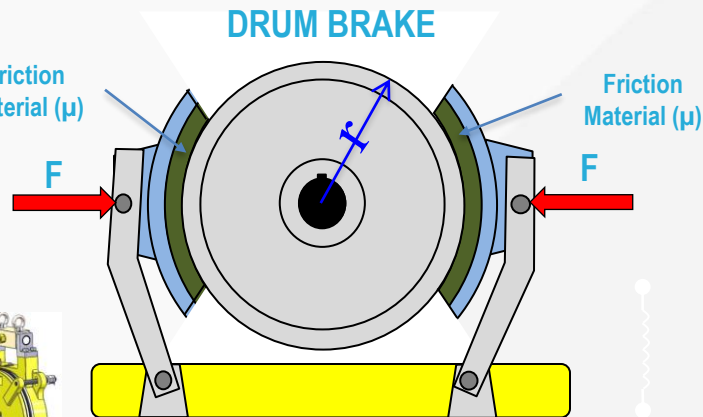
BRAKING TORQUE- PARAMETERS

Brake applying Force (F)

Friction Material (μ)

Radius (r)

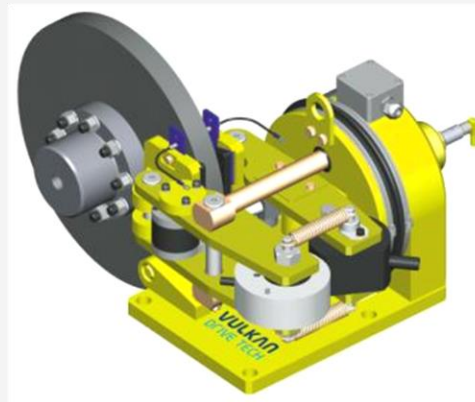
Force applying quantity



Major brake torque reduces the stopping time.
Take care: shaft reaction may destroy the shafts
and parts of your system

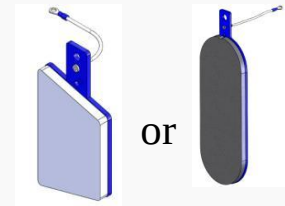
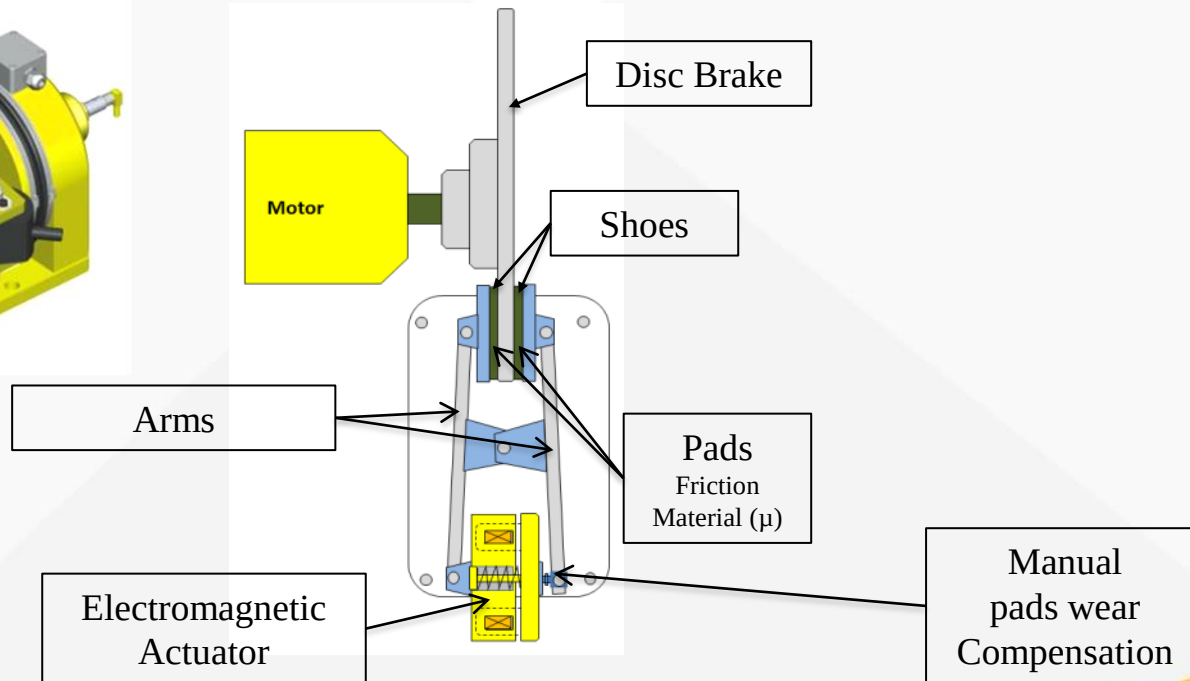
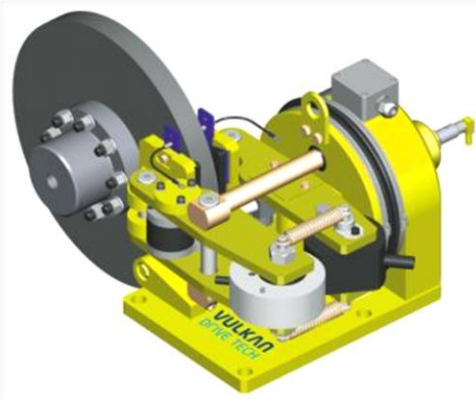
ELECTROMAGNETIC BRAKE

- ✓ Fast response time for applying and releasing
 - ✓ Safety command by electric components
 - ✓ Safety operation in the missing or failure of electrical energy
- (spring applied brake)



ELECTROMAGNETIC BRAKE

MAIN PARTS OF THE ELECTROMAGNETIC DISC BRAKE



Pads

ELECTROMAGNETIC BRAKE

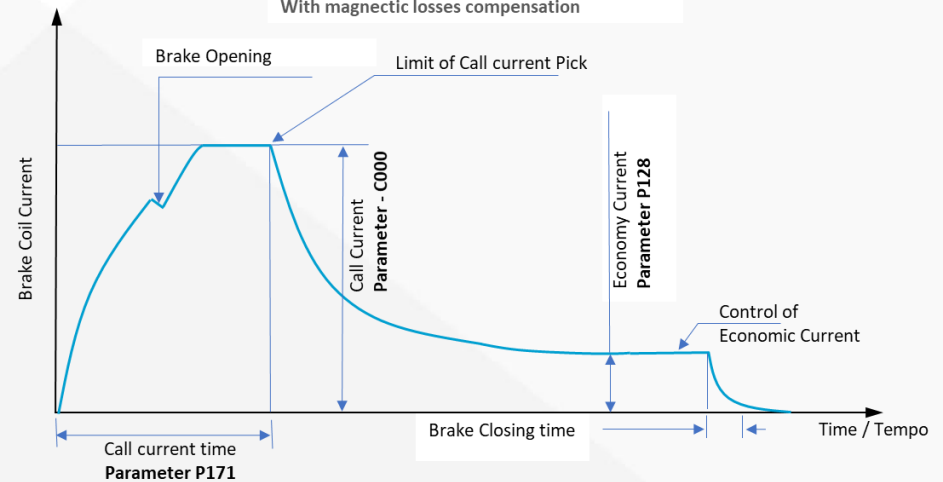
POWER SUPPLY – ELECTROMAGNETIC BRAKE

V317-HEAVY DUTY AC/DC POWER SUPPLY



OUTPUT DC CURRENT MODE

With magnetic losses compensation



ELECTROMAGNETIC BRAKE

VULKAN
DRIVE TECH

NUEVO APP
VULKAN CONNECT



MÁS TECNOLOGIA
PARA LOS FRENOS
ELECTROMAGNETICOS

VULKAN
DRIVE TECH



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Vigilados por seis años

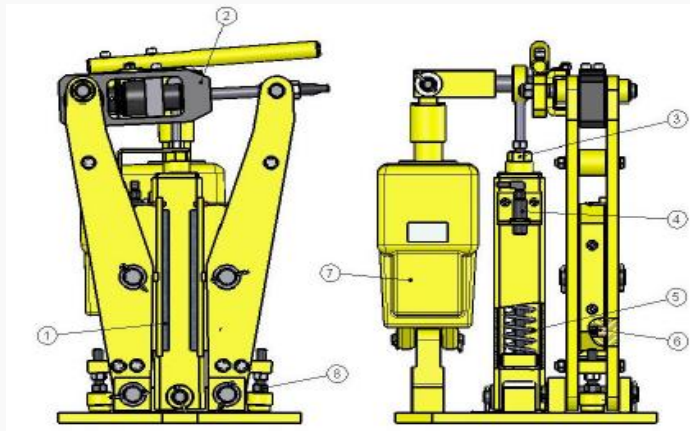


Acreditación Institucional
Internacional

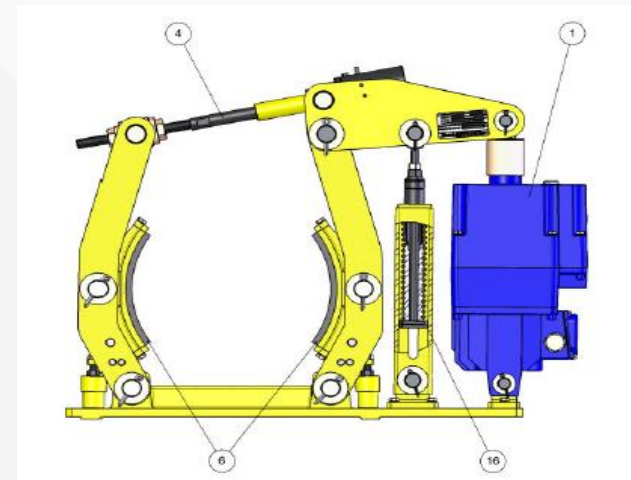


ELECTROHYDRAULIC BRAKE

- ✓ Soft response time for applying and releasing
- ✓ Safety command by electric components
- ✓ Safety operation in the missing or failure of electrical energy (spring applied brake)



FEHD

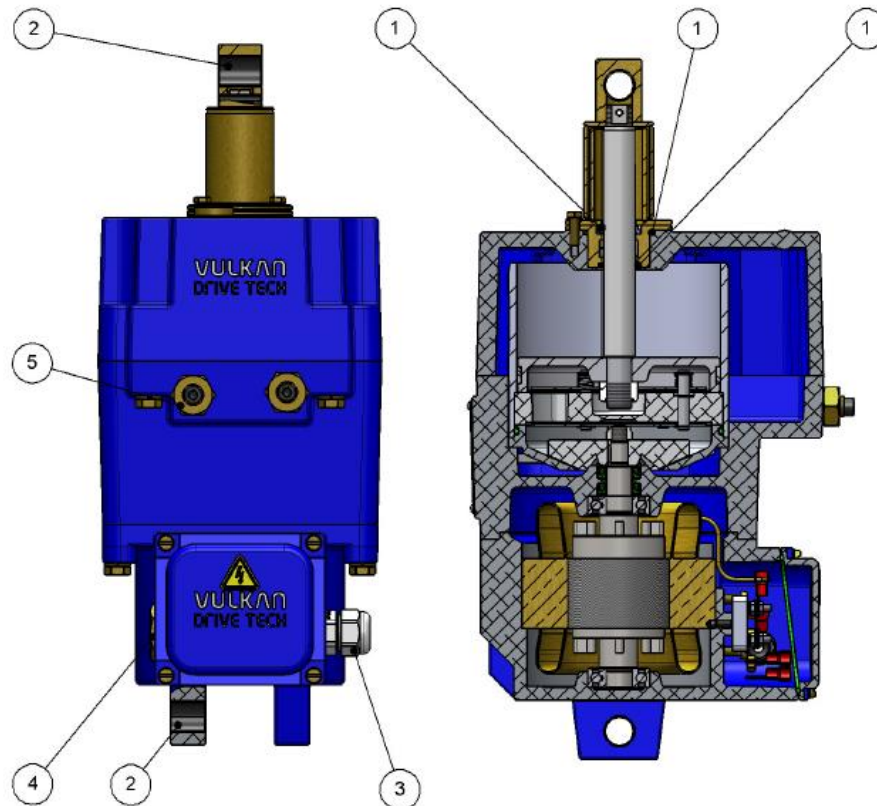


FEHSD

ELECTROHYDRAULIC BRAKE

HOW WORK IT

VULKAN
DRIVE TECH



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



ACREDITACIÓN
INSTITUCIONAL
DE ALTA CALIDAD
MULTICAMPUS

Vigencia por seis años



Acreditación Institucional
Internacional



ELECTROHYDRAULIC BRAKE

CASE



PNEUMATIC BRAKE

VULKAN
DRIVE TECH



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



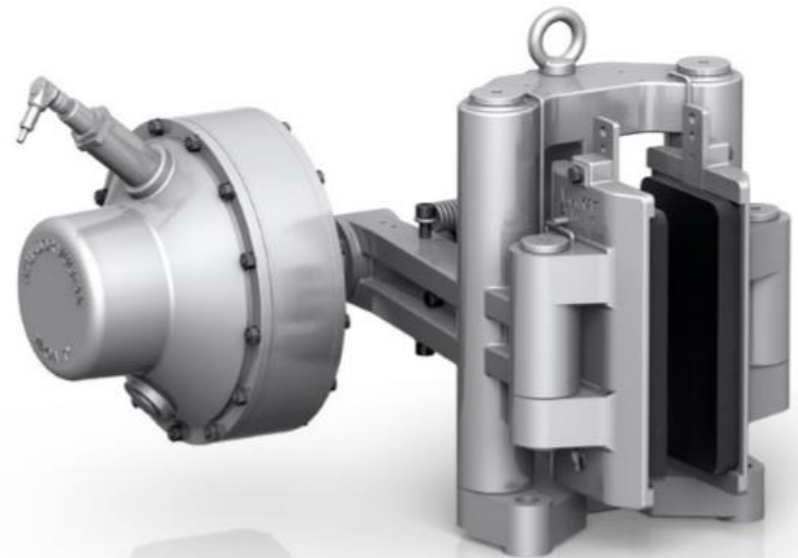
Acreditación Institucional
Internacional



PNEUMATIC BRAKE

HOW WORK IT

- ✓ ALWAYS RELEASED;
- ✓ APPLIED IN LOW TORQUE;
- ✓ SIMPLE CONTROL OF TORQUE



VULKAN
DRIVE TECH

PNEUMATIC BRAKE

HOW WORK IT

VULKAN
DRIVE TECH



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Vigencias por seis años.

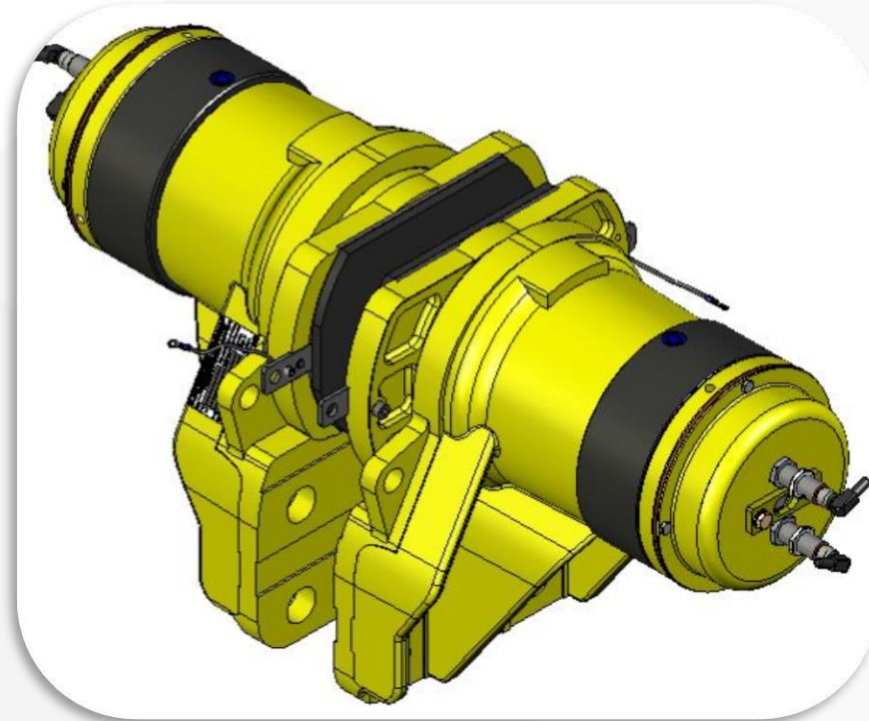


Acreditación Institucional
Internacional



HYDRAULIC BRAKE

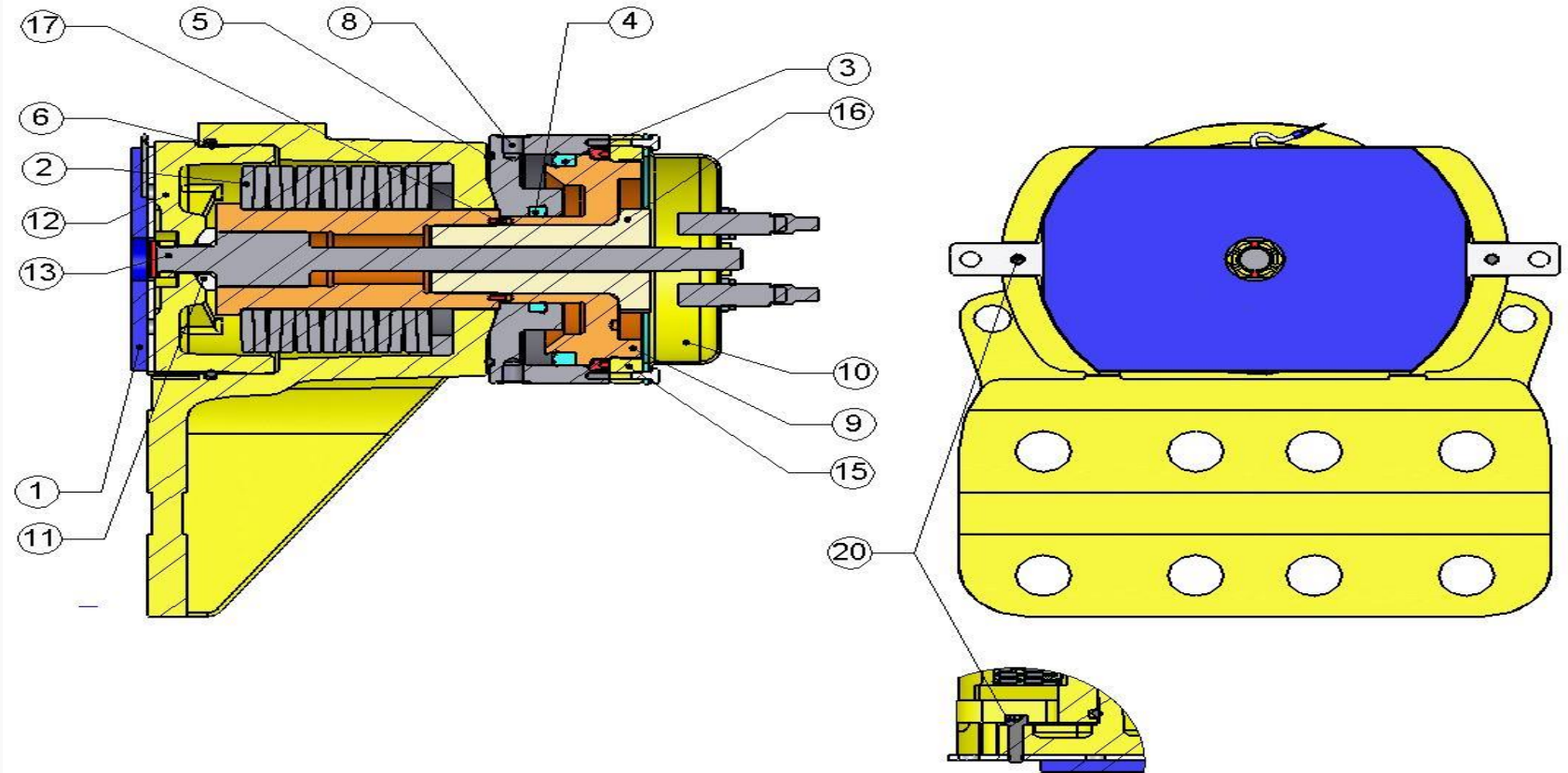
- ✓ Positive brake;
- ✓ Spring applied;
- ✓ Hydraulic released;
- ✓ Braking force until 400.000 N;
- ✓ Disc thickness: equal or greater than 42mm;
- ✓ Organic pads, asbestos free;



INDUSTRIAL BRAKE

HOW WORK IT

VULKAN
DRIVE TECH



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704

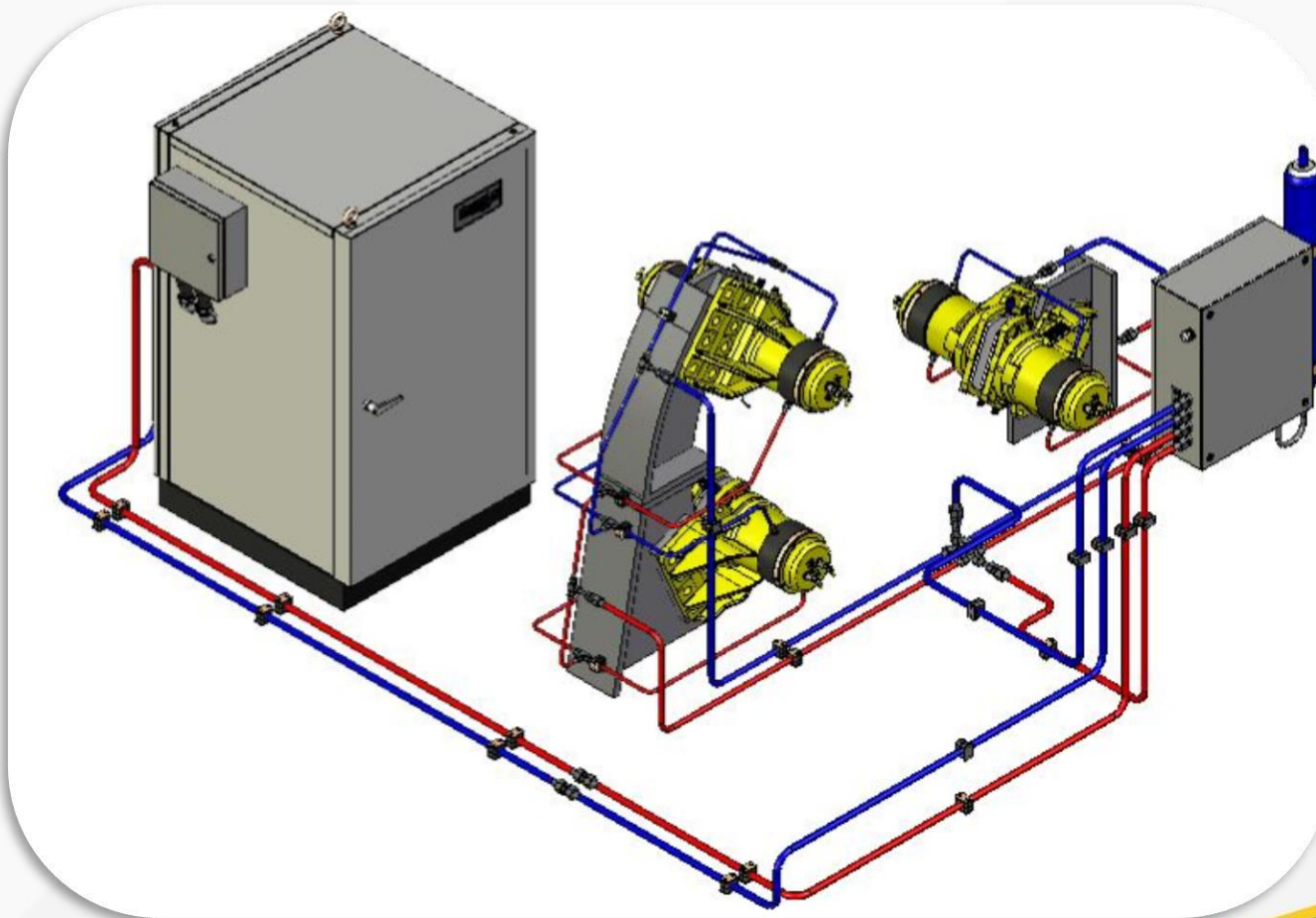


Acreditación Institucional
Internacional



INDUSTRIAL BRAKE

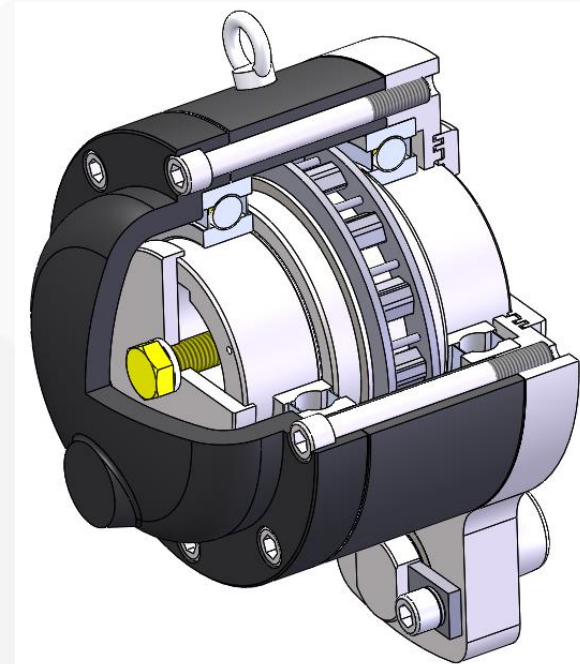
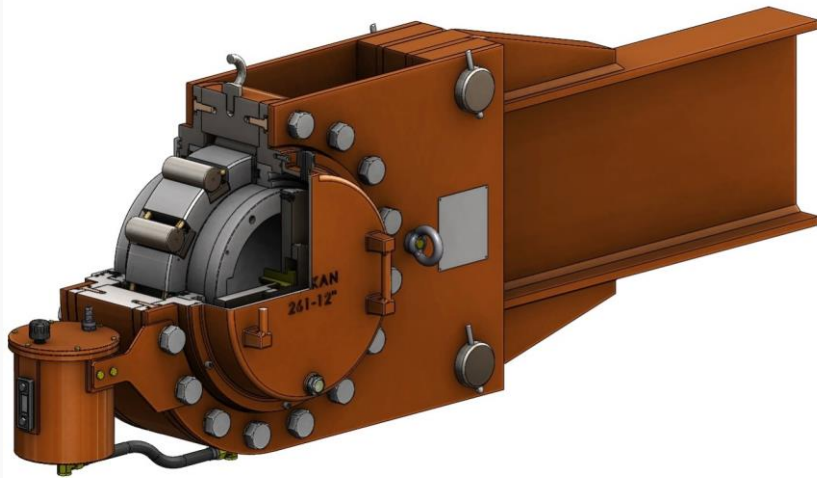
EXEMPLE – HYDRAULIC BRAKE ASSEMBLY



INDUSTRIAL BRAKE

BACKSTOP

VULKAN
DRIVE TECH



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



INDUSTRIAL BRAKE

BACKSTOP

VULKAN
DRIVE TECH



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



**Acreditación Institucional
Internacional**



INDUSTRIAL BRAKE

CONVEYOR

VULKAN
DRIVE TECH



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional

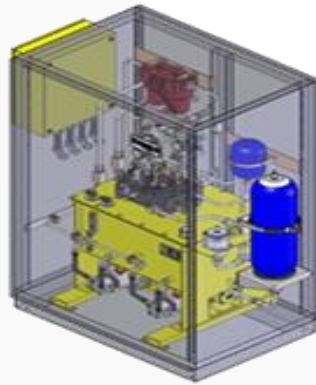


INDUSTRIAL BRAKE

CONVEYOR

VULKAN
DRIVE TECH

UNIDAD
HIDRÁULICA
(VULKAN)



Presión Hidráulica
(controlada)

FRENOS
HIDRÁULICOS
(VULKAN)

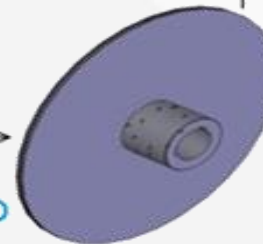


Señales Eléctricas

Señales Eléctricas
(estado de los frenos)
(temperatura de los discos)

Par mecánico
frenado

SISTEMA
MECÁNICO
(CLIENTE)



PANEL DE
CONTROL
(VULKAN)

CM
(CLIENTE)

Señal Eléctrica
Velocidad Real del
Sistema

RPM
ENCODER
(VULKAN)



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Vigencia por seis años

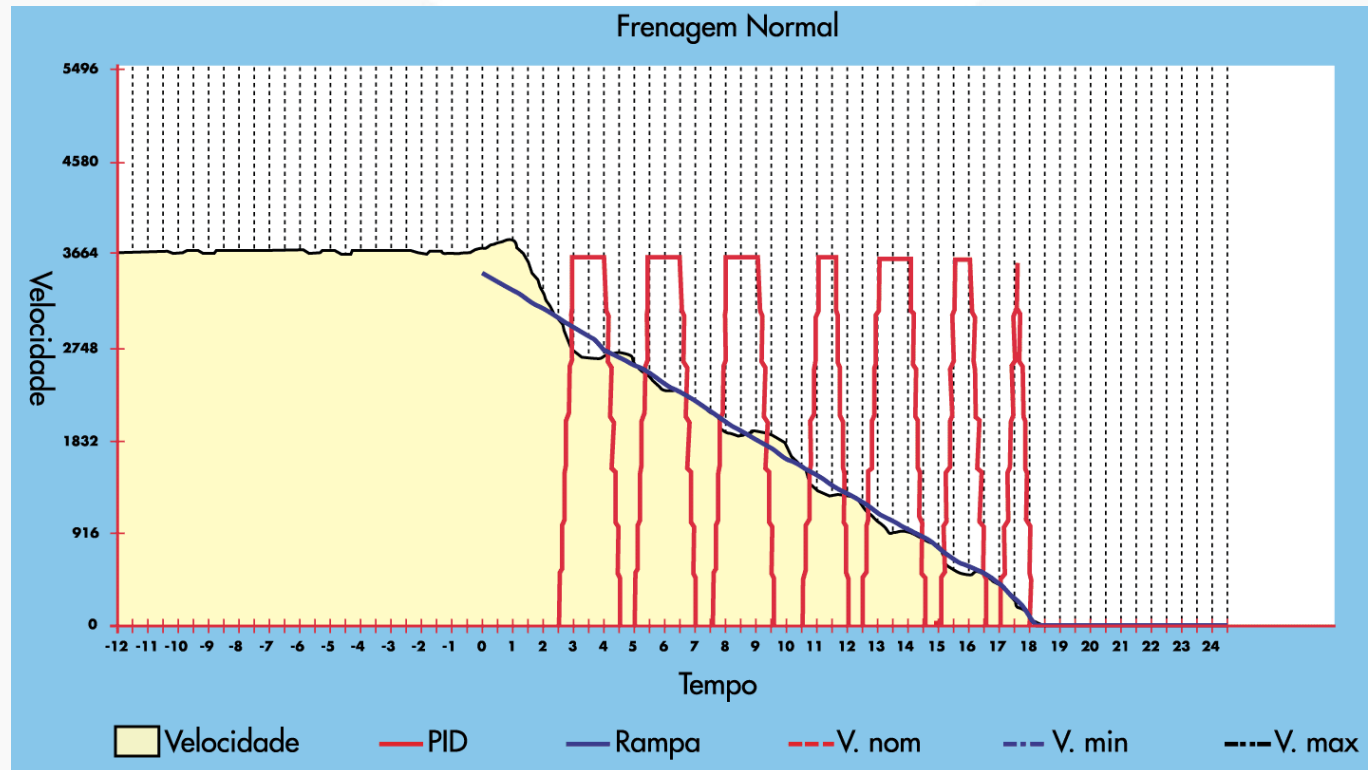


Acreditación Institucional
Internacional



INDUSTRIAL BRAKE

CONVEYOR



INDUSTRIAL BRAKE

CUSTOMER: IRON ORE MINE - BRAZIL

LONG DISTANCE DOWN HILL BELT CONVEYORS

VULKAN
DRIVE TECH

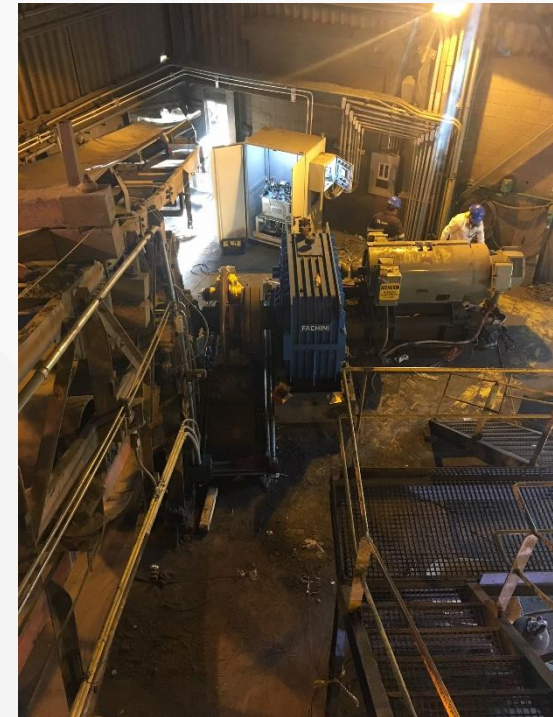


- Hydraulic Disc Brakes SH12-1
- Hydraulic Power Unit with proportional braking system
- Job executed: replacement of electrohydraulic disc brake by hydraulic brake, applying of the brake's torque through increasing slipway of performance from the springs force.

INDUSTRIAL BRAKE

CUSTOMER: IRON ORE MINE
OVERLAND CONVEYOR

VULKAN
DRIVE TECH



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



INDUSTRIAL BRAKE

WINCHE

VULKAN
DRIVE TECH



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



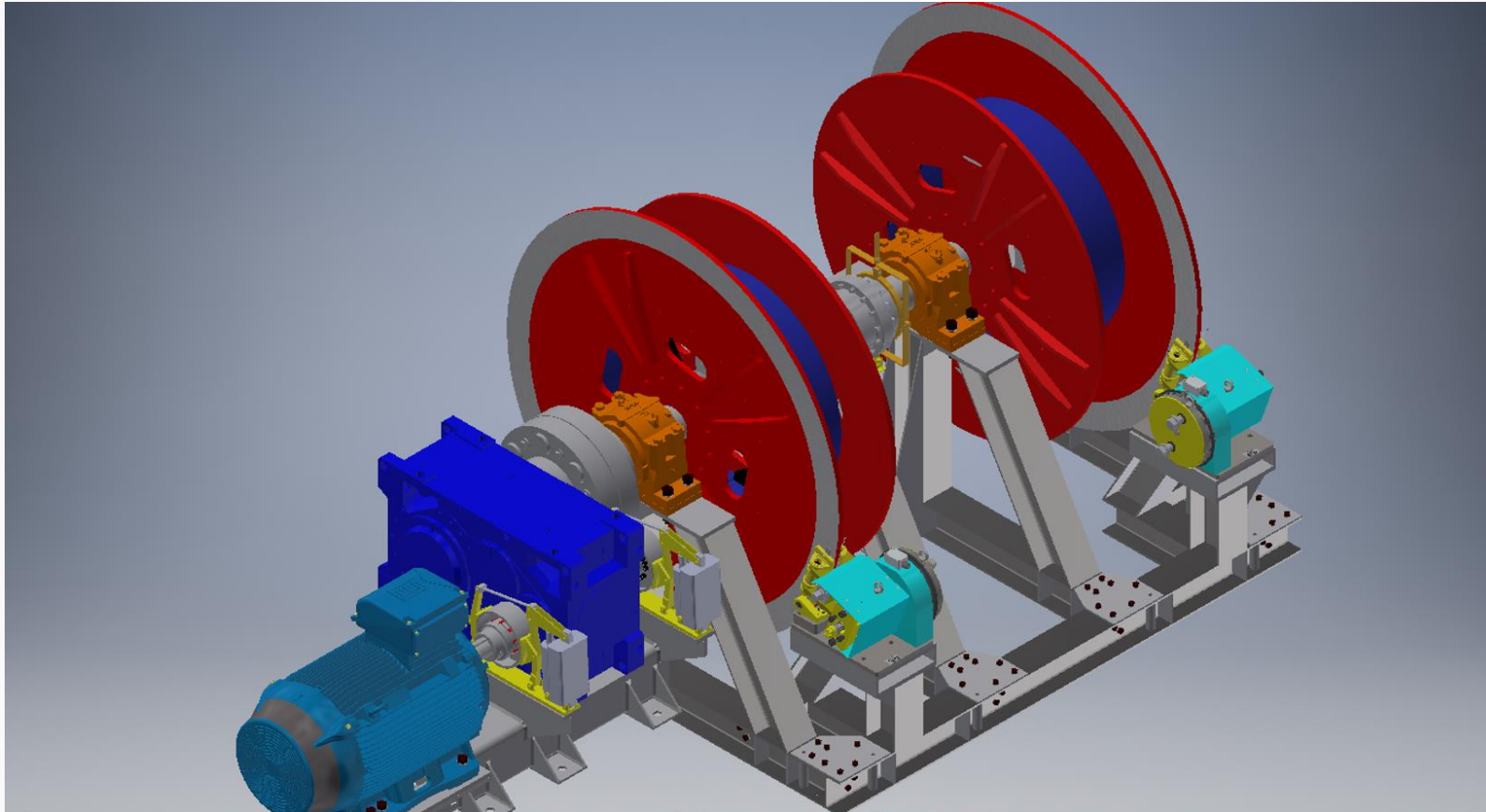
Acreditación Institucional
Internacional



INDUSTRIAL BRAKE

WINCHE

VULKAN
DRIVE TECH



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



 Acreditación Institucional
Internacional



INDUSTRIAL BRAKE

WINCHE



- Braking System:
 - Emergency Brake 10C, electromagnetic disc.

INDUSTRIAL BRAKE

RAIL CLAMP (STORM BRAKE)

■ Rail Clamp

Storm disaster
causes damage –
system without rail
clamp / Nov.2010



INDUSTRIAL BRAKE

CUSTOMER: IRON ORE MINE
STACKER



- Rail Clamp GA-12 – 300 kN
- Model assembled in #175 rail, with treated alloy steel jaw, manual open/closed pump to emergency situations and self adjustment plate.
- Clamping Force 80 ton



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



INDUSTRIAL BRAKE

CUSTOMER: PORT
SHIPLOADER

VULKAN
DRIVE TECH



■ without cover



■ with cover

- Rail Clamps to shiploaders



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Acreditación Institucional
Internacional



Andre Nunes

VULKAN Drive Tech Latam

Gerente de Ventas

VULKAN Colombia

VULKAN Colombia

Carrera 13, N° 93-40, 4° piso | Bogotá | Colombia | 110221

T +57 1651-3777 | C +57 31 7772-0651

andre.nunes@vulkan.com | <http://www.vulkan.com.br>

MANY THANKS
FOR YOUR KIND ATTENTION



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



Enfriamiento de sistemas electrónicos (centros de datos y procesadores)

Ms.C. Marian Giannina Álvarez Pérez

Contenido

1. Introducción.
2. Retos para el enfriamiento de centros de datos.
3. Rol del ingeniero en el enfriamiento de sistemas electrónicos.
4. Futuro del enfriamiento de sistemas electrónicos.
5. Conclusiones.

Introducción

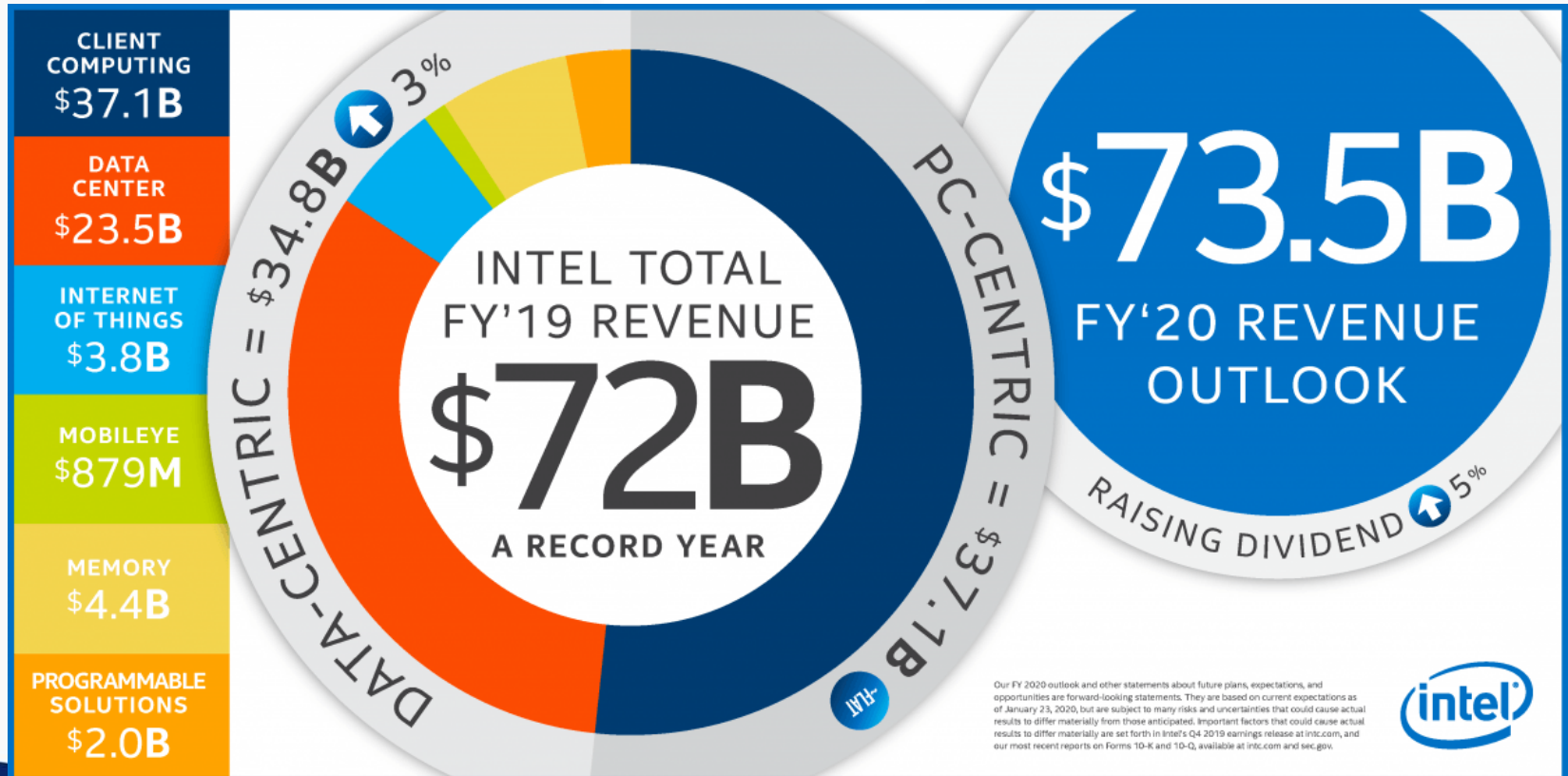
La tecnología en las comunicaciones y computación ha revolucionado la ciencia, el conocimiento y cómo interactuamos entre las personas en todo el mundo.

“Hoy en día, podría decirse que es imposible actuar o crear sin tecnología”
Forbes, 2013



Introducción

Objetivo: Creamos tecnología que modifica el mundo, que enriquece la vida de todas las personas en la tierra.



Introducción

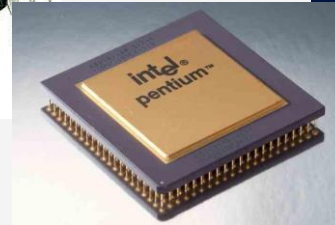
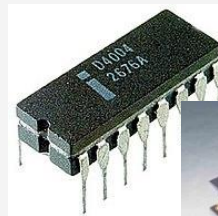
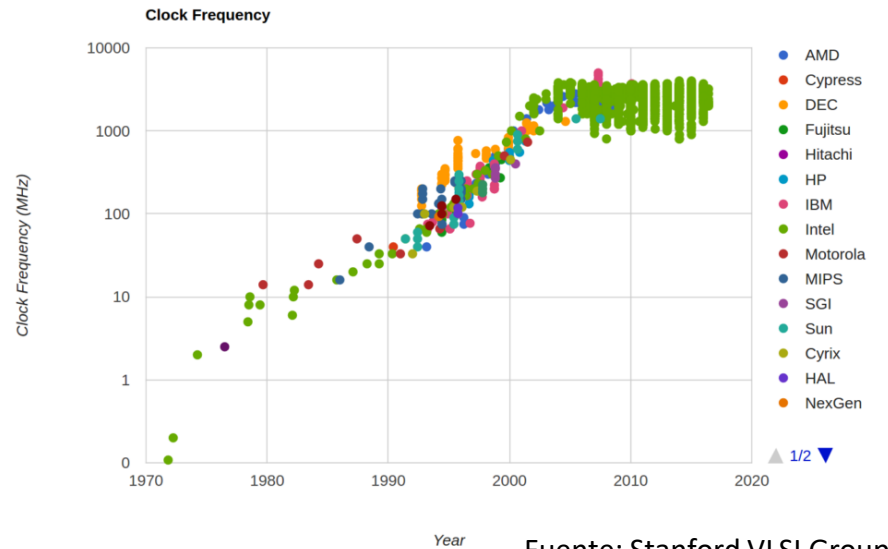
Evolución de los microprocesadores

Escalamiento en frecuencia: Reducción en el tamaño del transistor permite un aumento de la frecuencia:

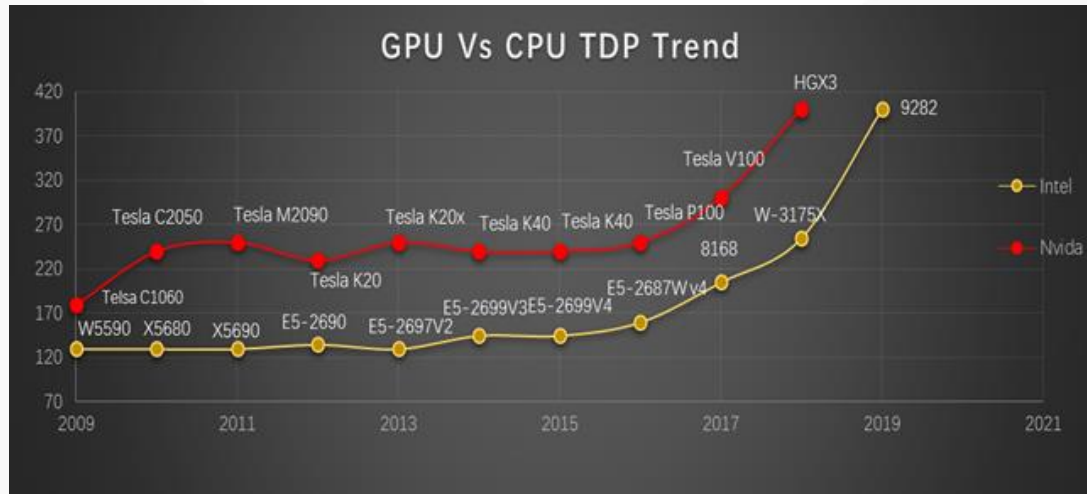
- 2x transistores= 40% más frecuencia bajo la misma potencia.
- A partir de 2005 el escalamiento no es factible. Fugas de potencia eléctrica, la frecuencia se estabiliza en el CPU.

Escalamiento en proceso: Enfoque a procesamiento en paralelo (multi core, instrucciones por ciclo):

- La potencia se incrementa significativamente para maximizar el procesamiento.



Retos en el enfriamiento de Centros de Datos



Fuente: Alibaba

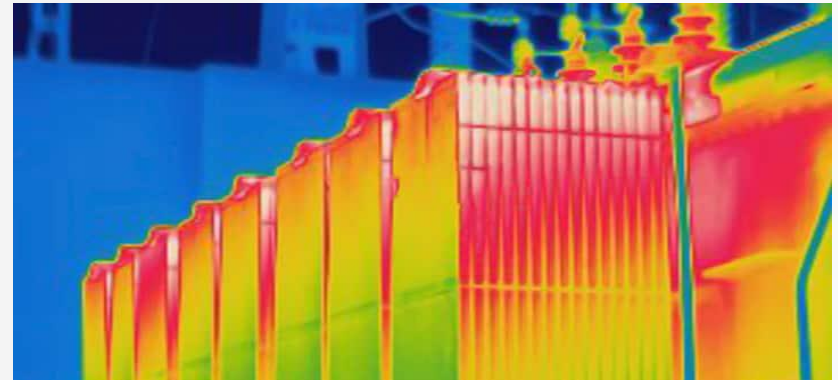
- CPU/GPU con mayor potencia por generación y procesadores con arquitecturas complejas.
- Soluciones de enfriamiento con mayor complejidad de manufactura y fabricación.
- Costo de fabricación y costos asociados de las soluciones de enfriamiento.
- Habilitación del ecosistema, implementación de soluciones en grandes Centros de Datos.

Retos en el enfriamiento de Centros de Datos

- El consumo promedio por gabinete en un centro de Datos era <7 kW antes del 2018, y gabinetes de más de 10kW se consideraban de alta densidad.
- Para el 2020, el 45% de los usuarios de centros de datos muestran un promedio de 11kW-15 kW por rack.
- Para HPC (High Performance Computing), los gabinetes de más de 40 kW son típicos.



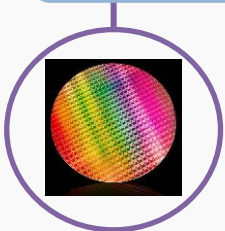
Fuente: Datacenters.com



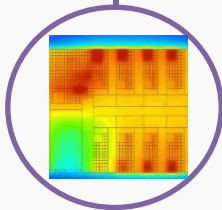
Fuente: Bill Schweber, Mouser Electronics

Rol del ingeniero en el enfriamiento de sistemas electrónicos

Análisis de Arquitectura

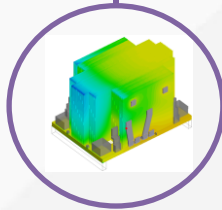


Especificaciones iniciales del componente

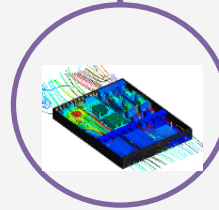


Análisis de arquitectura

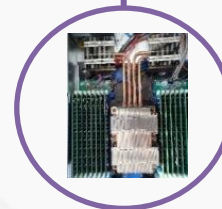
Optimización de la solución



Análisis a Nivel Componente.



Análisis a nivel sistema.



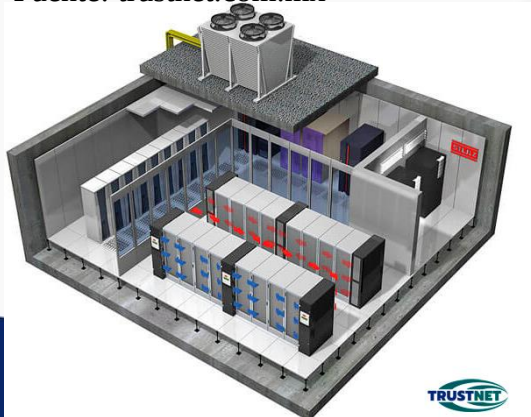
Análisis Termo-eléctrico a nivel tarjeta.

Calidad y Confiabilidad



Validación de soluciones para sistemas y componentes.

Fuente: trustnet.com.mx



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704



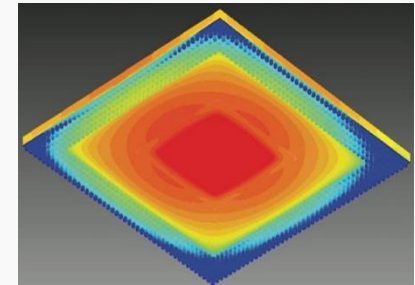
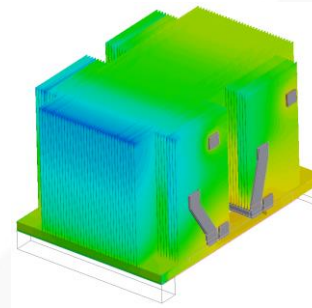
Acreditación Institucional
Internacional

TERCERA JORNADA DE
ACTUALIZACIÓN EN TEMAS DE
INGENIERÍA MECÁNICA

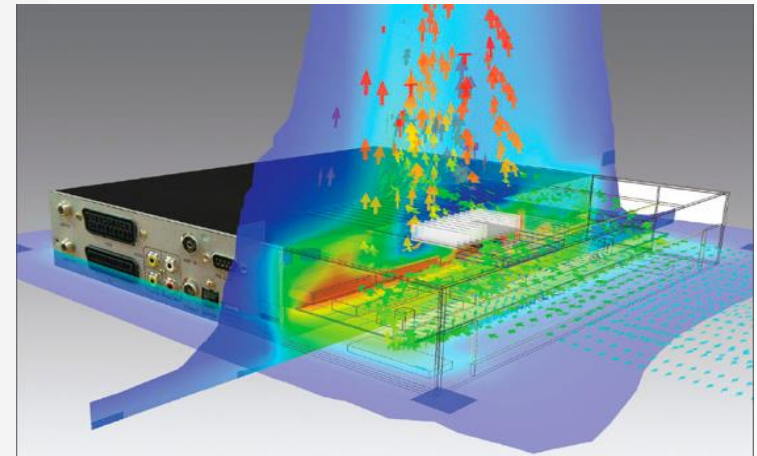


Rol del ingeniero en el enfriamiento de sistemas electrónicos

- Optimización de rendimiento térmico:
 - Análisis fluido-dinámico.
 - Análisis termo-eléctrico.
- Evaluación de conceptos y manufactura, optimización de materiales.
- Análisis de tolerancias, análisis estructurales.
- Análisis acústico.
- Optimización de sistemas de control.



Fuente: www.trilogic.com

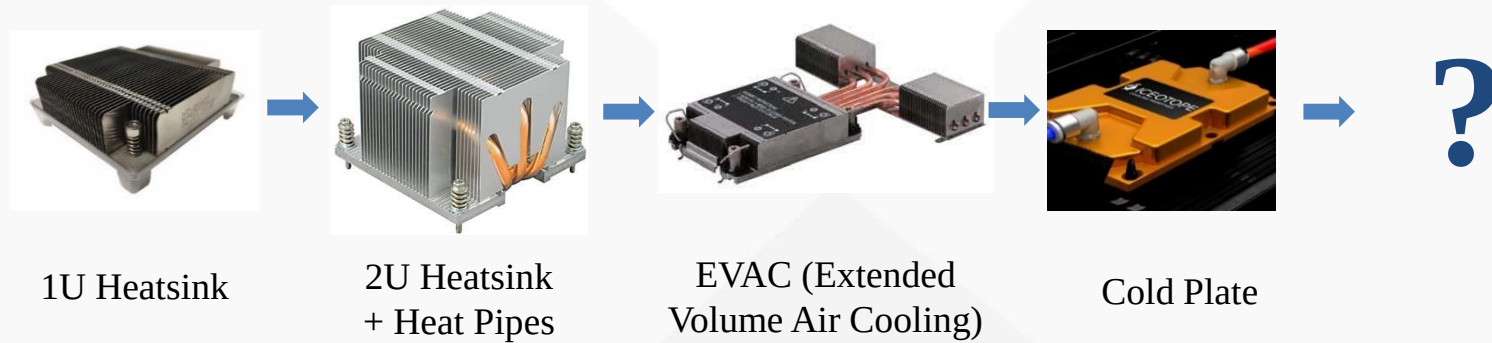


Fuente: www.trilogic.com



Futuro del enfriamiento de sistemas electrónicos

Soluciones para procesadores:



Soluciones para Centro de Datos:

- Aire y agua naturales (Aprovechamiento del entorno).
- Enfriamiento por medio de sistemas de radiadores.
- Enfriamiento liquido de algunos componentes.
- Pasillos Fríos y Calientes.

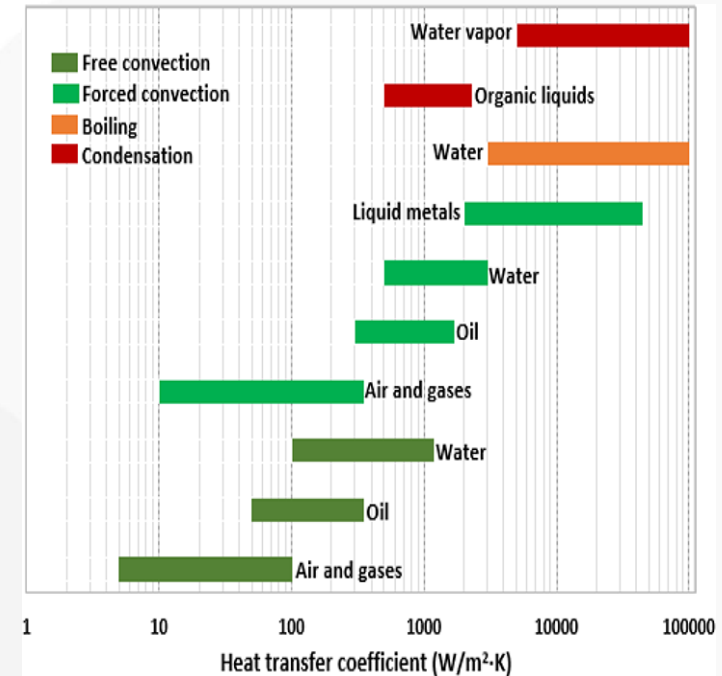
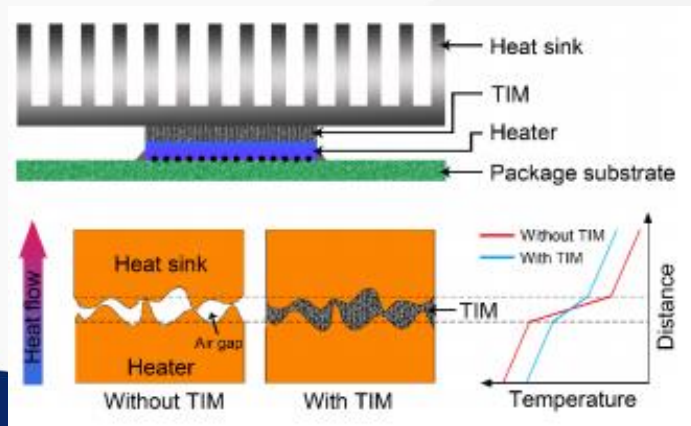
Retos en Ingeniería

- Calidad y confiabilidad.
- Garantizar a proveedores para fabricación de soluciones térmicas.
- Complejidad técnica vs. costo.
- Ecosistema competitivo, tiempos cortos para desarrollo de producto.

Futuro del enfriamiento de sistemas electrónicos.

Tendencias generales en el enfriamiento de sistemas computacionales:

- Enfriamiento líquido general.
- Enfriamiento por inmersión.
- Mejores materiales de interface (TIM).
- Enfriamiento directo (sin materiales de interface).
- Enfriamiento inteligente: IA para control.



Fuente: www.intechopen.com

Fuente: Le Lv (2018) Graphene-Based Thermal Interface Materials: An Application-Oriented Perspective on Architecture Design

Conclusiones

- Los centros de datos permiten que muchas de las empresas de tecnología que forman parte de nuestro día a día puedan ofrecer sus servicios. Al mismo tiempo que representa una parte importante de la actual economía.
- A medida que los microprocesadores y otros componentes electrónicos en equipos de computo han evolucionado, se han ido incrementando los retos para su enfriamiento. El manejo de la potencia continuará siendo un reto a vencer en los centros de datos del futuro.
- Dichas soluciones de enfriamiento tienen que responder a múltiples necesidades. La optimización de recursos, la calidad y confiabilidad, el costo y tiempos son parte fundamental del desarrollo de las mismas y deben ser consideradas.
- El futuro del enfriamiento de sistemas electrónicos exige la mejora general de materiales, procesos de manufactura y de tecnologías más eficientes. La necesidad de mejoras en este campo es un tema de gran relevancia para la tecnología.



Gracias por su atención.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704

Contacto: marian.alvarez.mec@gmail.com



UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS
— VILLAVICENCIO —

Facultad de Ingeniería Mecánica

