

# Caracterización de macroinclusiones no metálicas en tubos de fundición dúctil por centrifugación mediante procedimientos experimentales específicos para la optimización del proceso de fabricación.

Carlos Felipe Jaimes León

Candidato a Doctor

Director: Jesús Sietén Marquinez

Tutor: José Alberto Álvarez Laso



1. Presentación.
2. Motivación.
3. Introducción.
4. Antecedentes.
5. Objetivos.
6. Expectativas.
7. Cursos realizados.



# 1. Presentación

Ingeniería  
Metalúrgica  
(UIS)

- Proceso de beneficio de minerales auríferos

Máster en  
Ingeniería de  
Minas (UC)

- Estudio y optimización del proceso de fundición de tubos dúctiles por centrifugación para la reducción del rechazo por porosidad

Saint-Gobain  
PAM

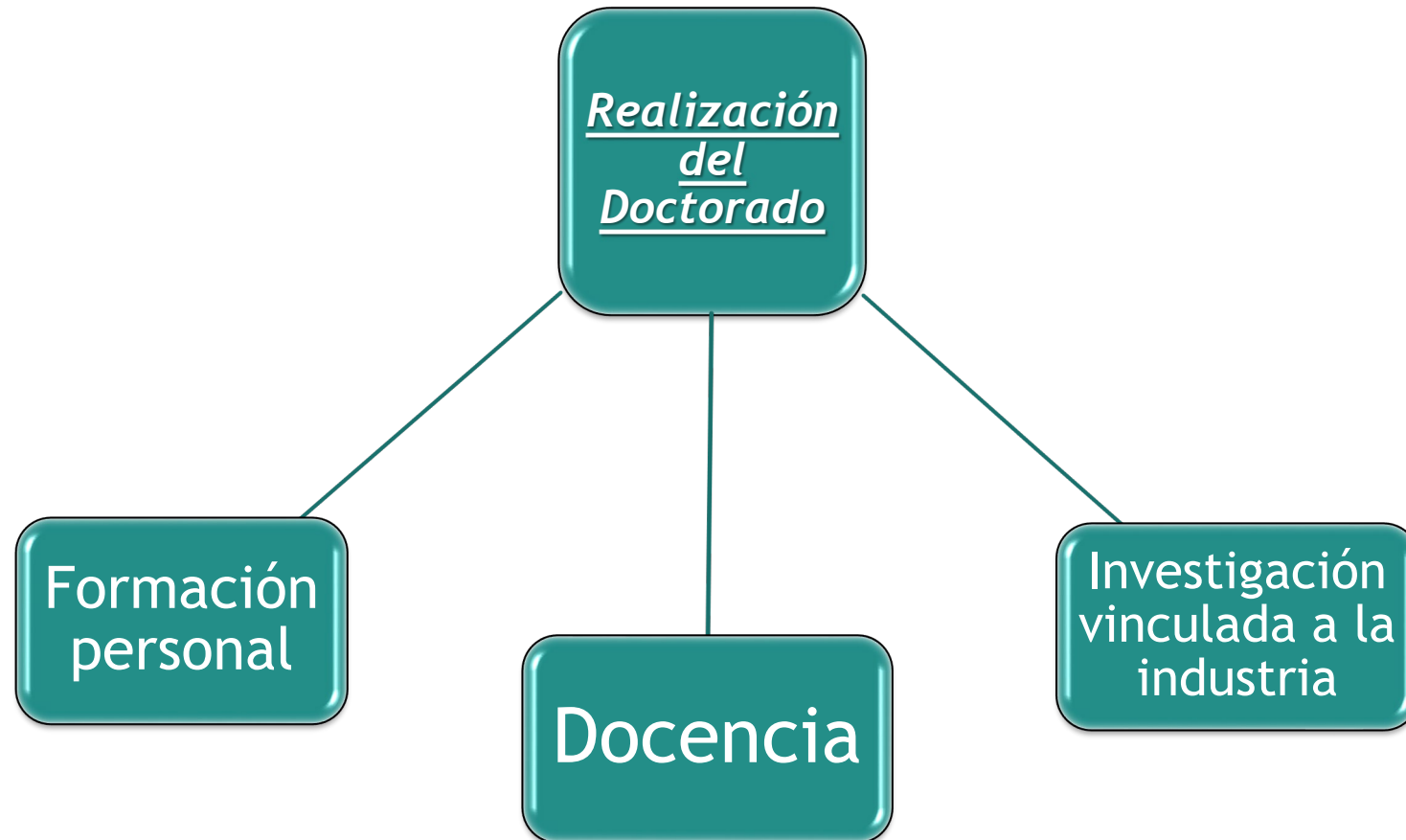
- Ingeniero técnico metalúrgico

Doctorado en  
Ingeniería  
Civil (UC)

- Caracterización de macroinclusiones no metálicas.



## 2. Motivación

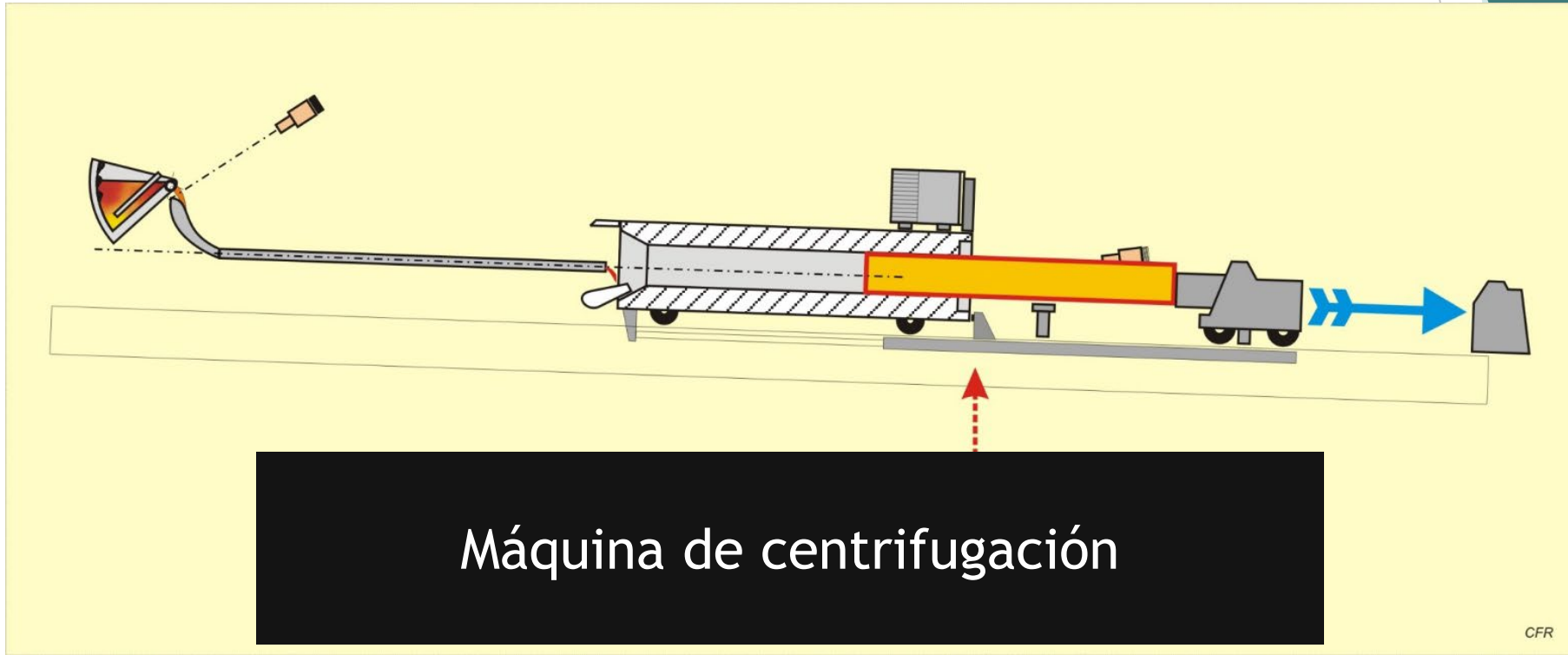


# 3. Introducción

Nuestro proceso de fabricación de tubos de fundición dúctil:



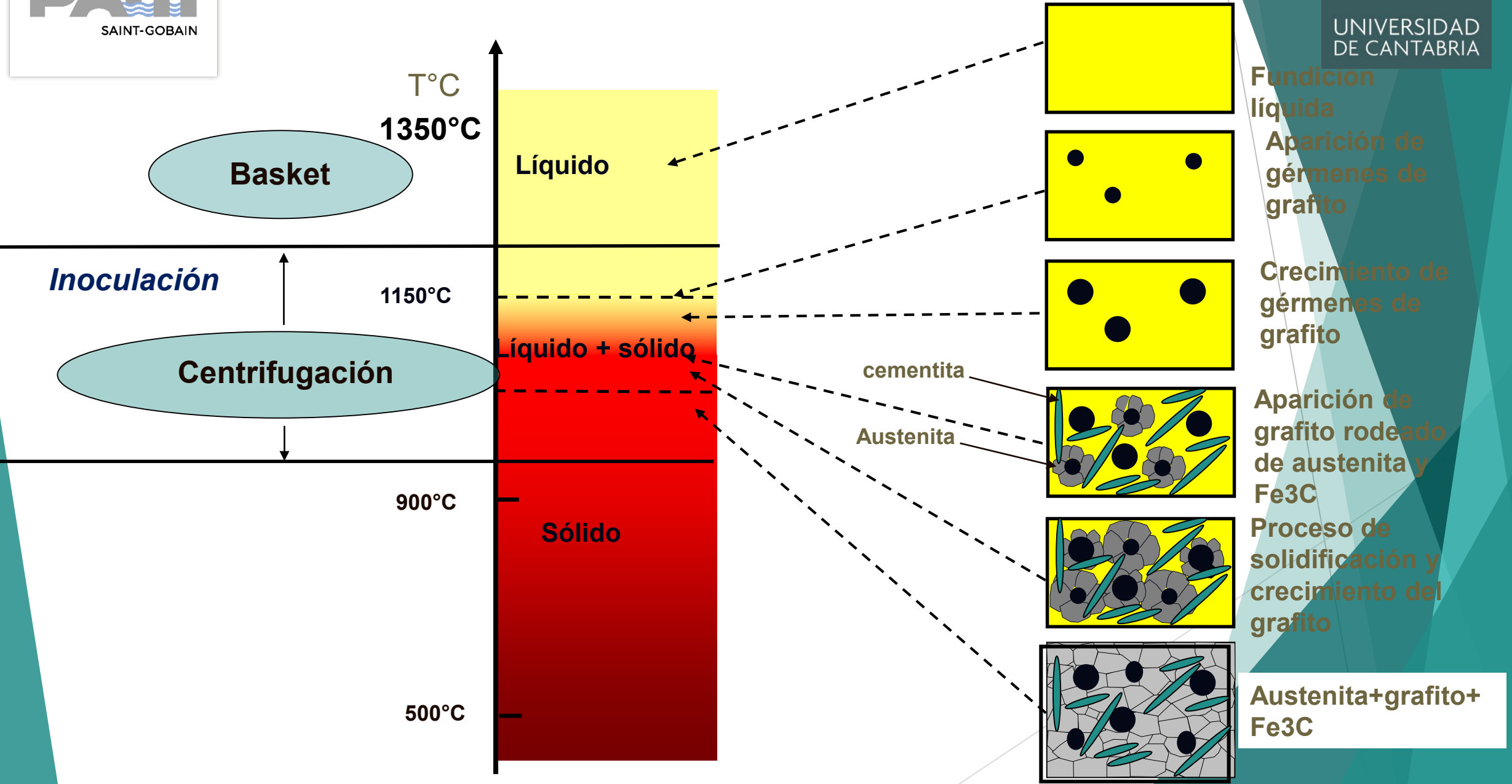
# 3. Introducción



Máquina de centrifugación

CFR

# 3. Introducción



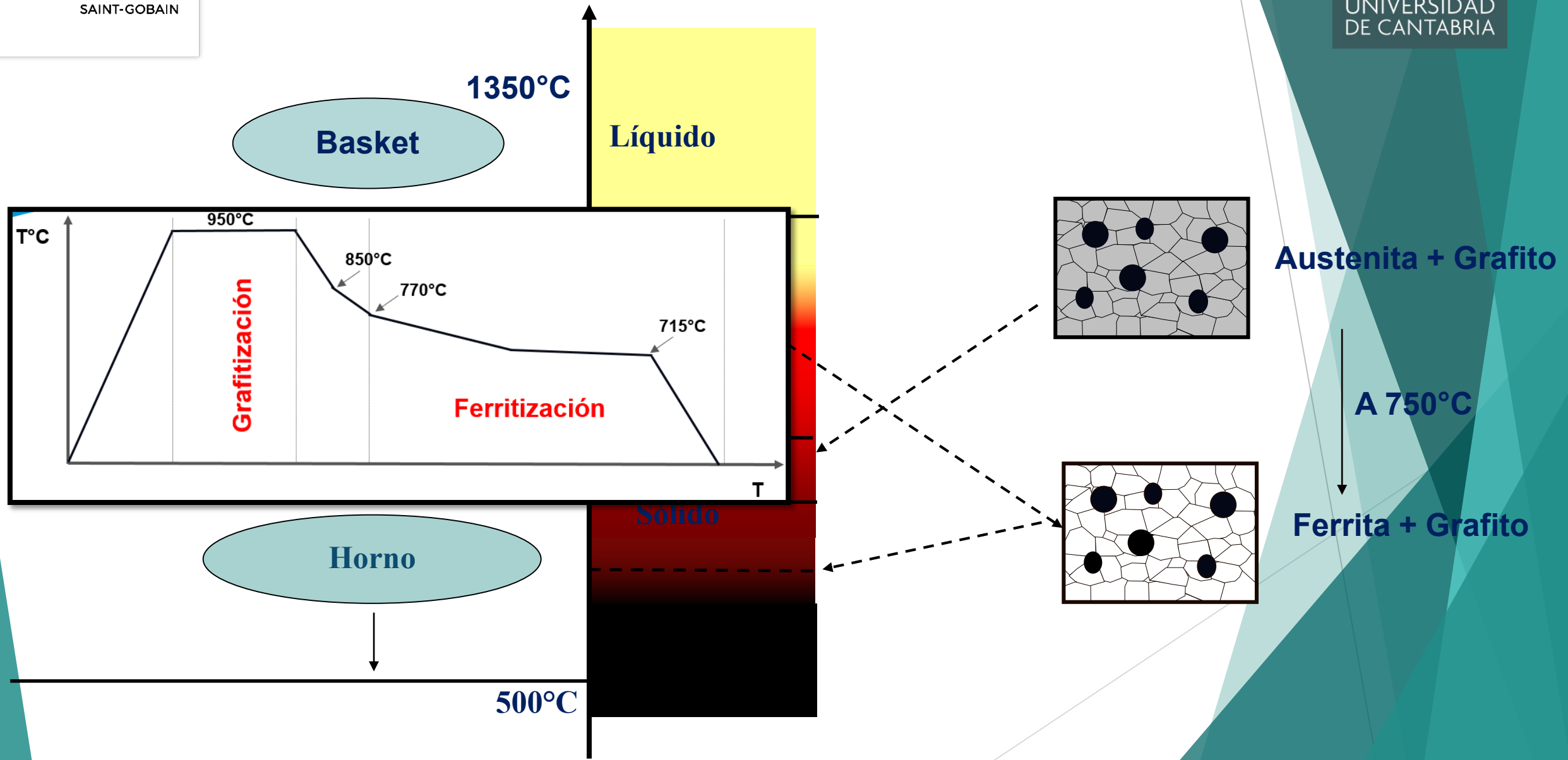
### 3. Introducción

Tubería muy dura y frágil.  
Puede presentar grietas por  
impacto





# 3. Introducción



# 3. Introducción

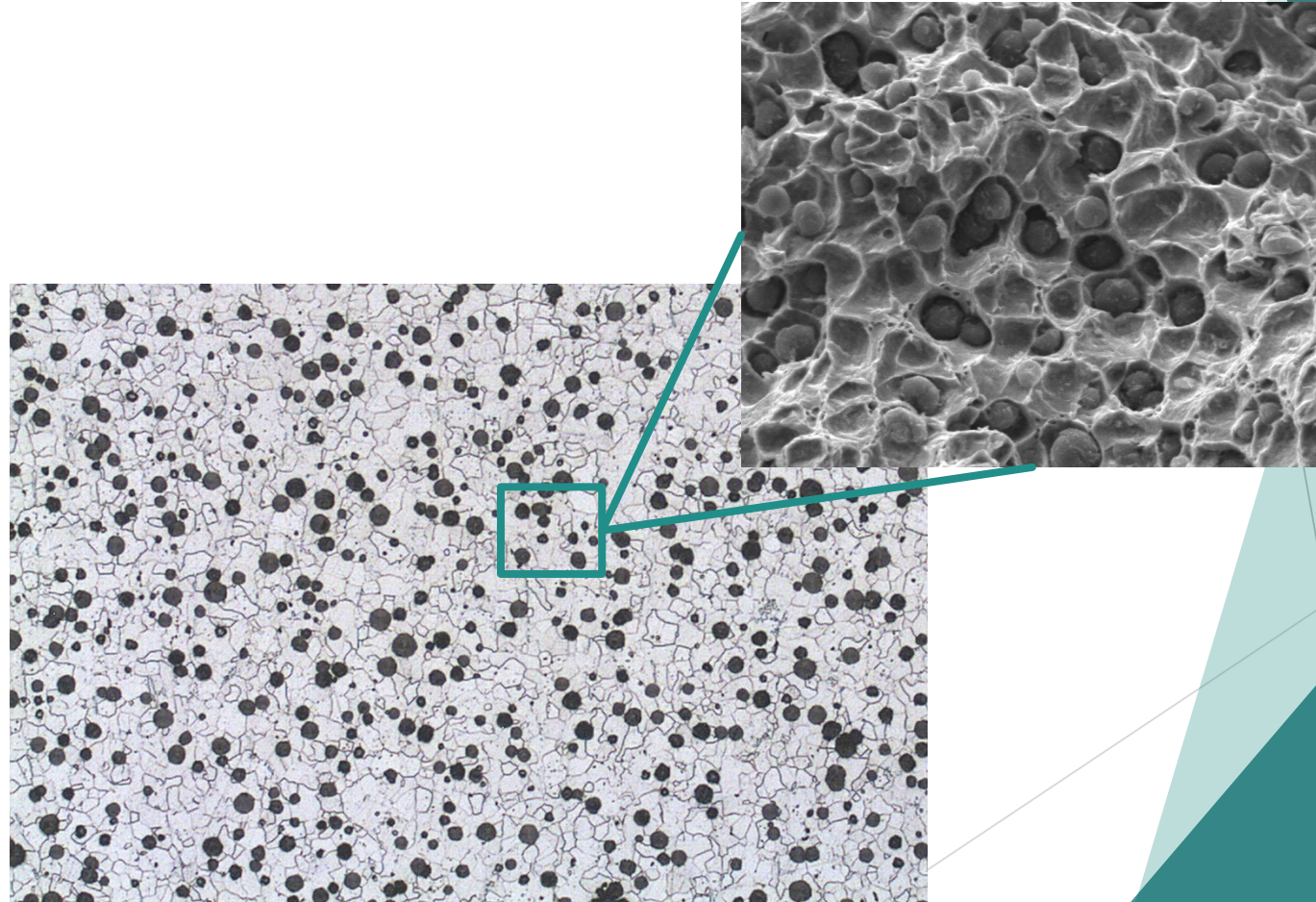
Este proceso permite tener tubos con excelentes propiedades mecánicas:

Resistencia 490 MPa

Límite elástico 325 MPa

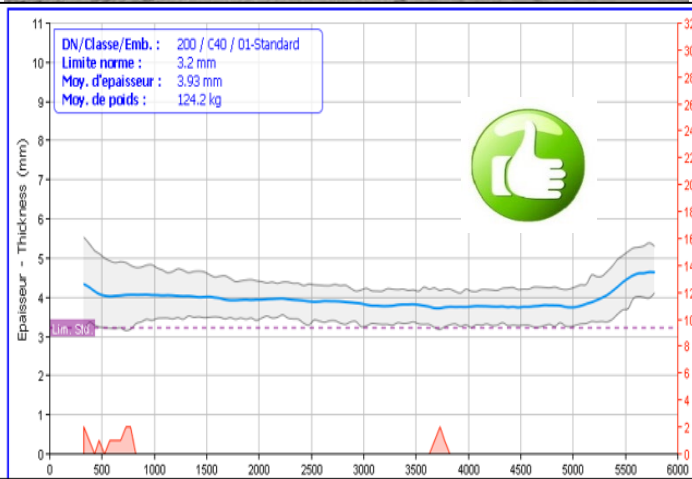
Alargamiento del 14%

Dureza 171 HB



# 4. Antecedentes

- ▶ Se parte de la realización de la investigación durante el Máster:



1.

- Análisis de cada etapa del proceso que pudiese generar porosidad.

2.

- Intervención sobre los puntos críticos para disminuir el rechazo por porosidad.

3.

- Reducción del rechazo por porosidad.

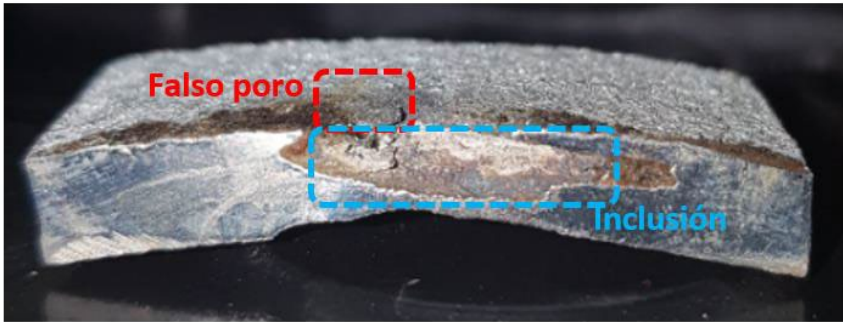
4.

- Capacidad para poder reducir el sobreconsumo de metal y mejorar el perfil.

5.

- Detección de diferentes tipos de inclusiones.

# 4. Antecedentes



5.

- Detección de diferentes tipos de inclusiones

6.

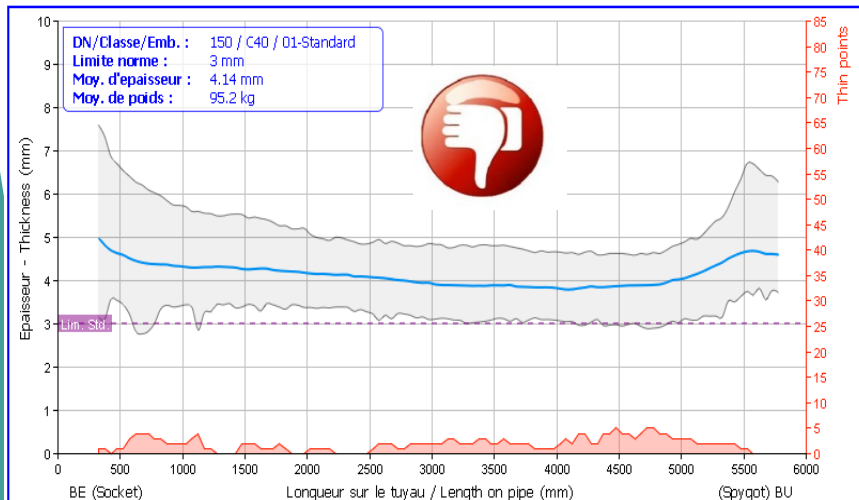
- Aumento de tubos rechazados.

7.

- Aumento del consumo de materias primas y del perfil.

8.

- Riesgo de disminuir la sostenibilidad.



## 5. Objetivos

- ▶ Caracterización de macroinclusiones no metálicas presentes en los tubos de fundición dúctil para la determinación de factores críticos en cada una de las etapas previas a la centrifugación del tubo, por medio de la variación de parámetros en la toma de muestras y, de esta forma, optimizar las operación unitarias con el fin de reducir el número de tubos defectuosos y sobreconsumos de materias primas.



## 6. Expectativas

Lograr cumplir los objetivos

Poder caracterizar y vincular correctamente las macroinclusiones de tal forma que permita mejorar el proceso.

Mejorar mis habilidades investigativas y conocimiento

Enriquecer de forma constante las diferentes habilidades necesarias para la investigación y poder aplicarlas de forma técnica al proceso industrial.

Ampliar mi círculo social

Conocer personas y proyectos que puedan enriquecerme tanto técnica como personalmente.

## 7. Cursos

Formación transversal realizada:

- ▶ El marco general del Doctorado. El método en la ciencia (Edición I).
- ▶ Argumentos y falacias: como construir y reconocer discursos racionales. 1ra edición.
- ▶ Cómo hacer una revisión sistemática de la literatura. 1ra edición.
- ▶ Comunicación científica a través de redes sociales, vídeos y curación de contenido.
- ▶ Iniciación a los proyectos europeos.
- ▶ La colaboración Universidad-Empresa.
- ▶ La perspectiva de género en la investigación como garantía de una ciencia de calidad.
- ▶ Métodos cualitativos.

## 7. Cursos

Formación transversal realizada:

- ▶ Por una investigación e innovación responsable y abierta.
- ▶ What is science? Carnap's logical empiricism.
- ▶ What is science? Kuhn's paradigms and revolutions.
- ▶ What is science?? Popper's falsificationism.



GRACIAS  
ARIGATO  
SHUKURIA  
JUSPAXAR  
DANKSCHEEN  
TASHAKKUR ATU  
YAQHANYELAY  
SUKSAMAKHMET  
BIYAN  
SHUKRIA  
TINGKI  
THANK  
YOU  
BOLZIN  
MERCY