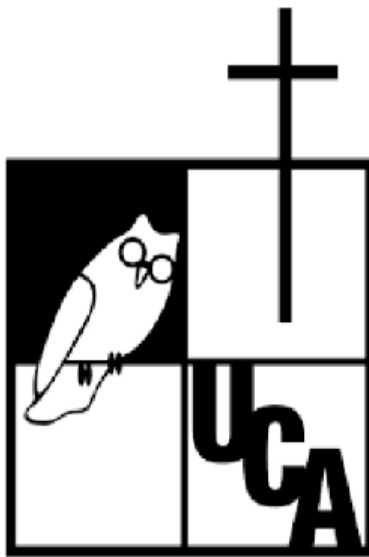


# UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA JOSÉ SIMEÓN CAÑAS

Viernes 28 de Junio del 2024



## **Etapas 3: Post-Proceso**

**Docente:** Ing. Jorge Alfredo López Sorto

## **Integrantes**

RICARDO ALEXANDER LOPEZ HERNANDEZ 00107521

RICARDO JOSÉ SIBRIAN RIVERA 00173821

BILLY RENÉ VALENCIA MARROQUÍN 00124621

CHRISTIAN JOEL LÓPEZ ORTEGA 00179320

# 1 Doblatura de tubos metálica

La dobladora de tubos metálica es una herramienta fundamental en el ámbito de la ingeniería y la manufactura, diseñada para moldear tubos de metal a diversos ángulos y curvaturas sin comprometer la integridad estructural del material. Este dispositivo es crucial para lograr curvas precisas y uniformes, lo que es esencial en aplicaciones donde la exactitud y la repetibilidad son vitales.

Componentes principales

1. **Cuerpo Principal:** Estructura robusta que soporta los esfuerzos durante el proceso de doblado.
2. **Mango de Palanca:** Permite aplicar la fuerza necesaria para doblar el tubo.
3. **Mandíbulas de Doblado:** Sujetan el tubo en su lugar mientras se aplica la fuerza
4. **Indicador de Ángulos:** Permite ajustar y controlar el ángulo de doblado deseado.



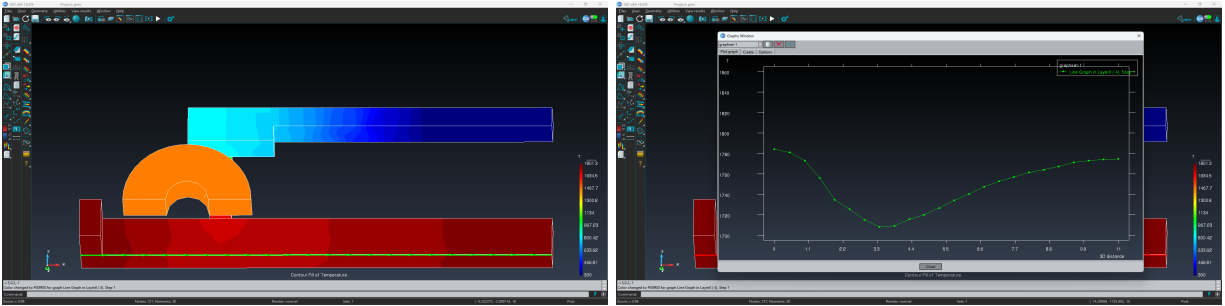
En la ingeniería, la dobladora de tubos metálicos es esencial para diversas aplicaciones, especialmente en las áreas de fabricación y construcción. Algunos usos comunes incluyen:

1. **Sistemas de Tuberías:** Creación de curvas y ángulos precisos en sistemas de tuberías para instalaciones industriales, de plomería y de HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado).
2. **Estructuras Metálicas:** Formado de componentes estructurales curvados para marcos, barandillas y soportes.
3. **Automoción y Aeroespacial:** Fabricación de componentes de chasis, marcos y sistemas de escape en vehículos y aeronaves.

## 2 Análisis de resultados

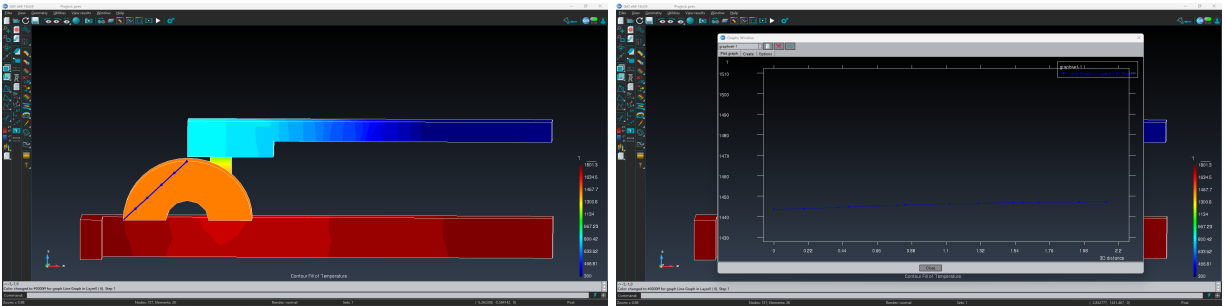
### Mallado de 700 nodos

#### Bastidor



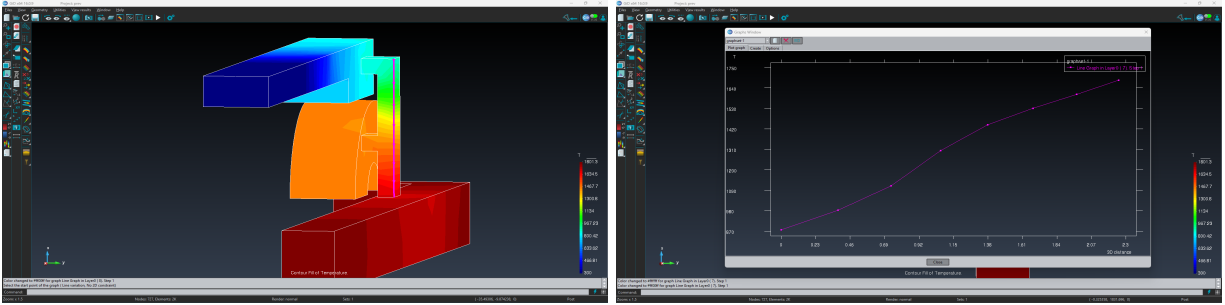
En la gráfica se puede observar que la temperatura de cada nodo a lo largo de la superficie inferior es mayormente uniforme, variando entre aproximadamente 1700 K y 1780 K. Las temperaturas más altas se encuentran cerca de las zonas donde se aplican las condiciones de Neumann (zona lateral izquierda), disminuyendo a medida que nos alejamos de estas áreas y aumentando nuevamente en los extremos de la pieza.

#### Matriz de doblado



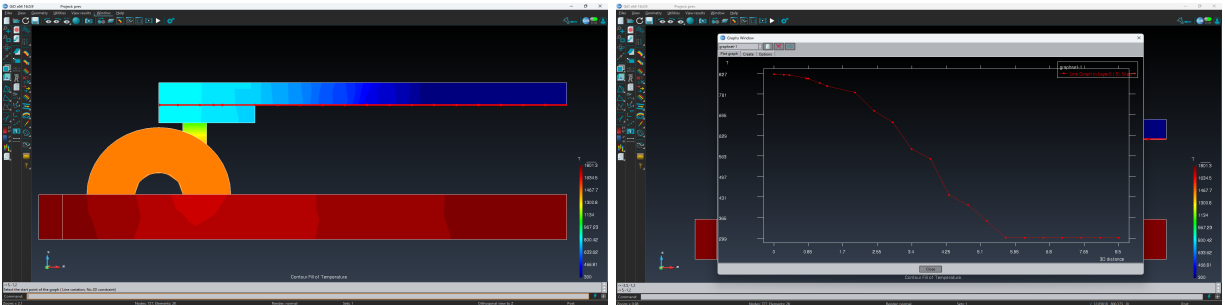
En esta pieza, la temperatura se mantiene mucho más uniforme que en el bastidor, oscilando entre aproximadamente 1445 K y 1448 K. Esto se debe a que no se aplican condiciones de contorno específicas en esta pieza. A pesar de ello, la temperatura es elevada debido a la proximidad a los nodos con condiciones de Neumann.

## Pieza de unión



Esta pieza proporciona una excelente visualización del gradiente de temperatura variante en este mallado. Su función es unir la pieza superior, la matriz de doblado y la parte inferior del cuerpo de la dobladora. Podemos observar claramente cómo la cercanía a los nodos de Neumann influye en el incremento de temperatura: las partes superiores son considerablemente más frías que las inferiores, que están más cercanas a estos nodos. La temperatura varía entre 872 K desde la parte superior hasta 1700 K en la parte inferior de la pieza.

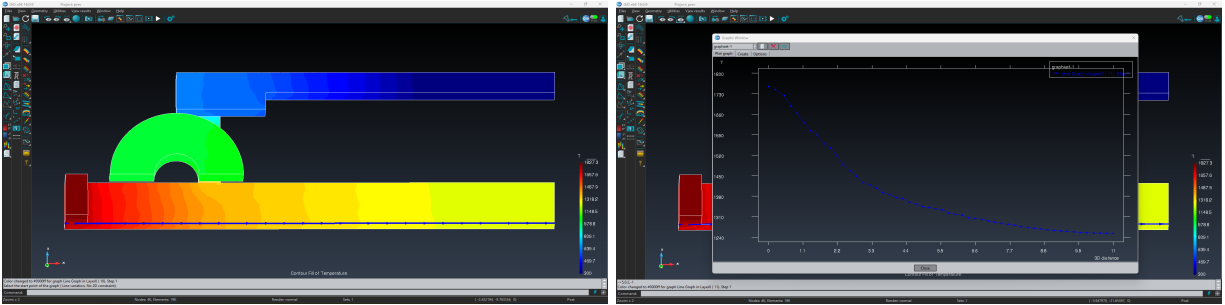
## Palanca de doblado



En la palanca de doblado se observa un comportamiento notablemente diferente debido a la aplicación de condiciones de Dirichlet en la parte derecha de la pieza. Esto se refleja en una variación de temperatura notable al medir de izquierda a derecha: en la parte izquierda, la temperatura es mayor debido a su cercanía con los nodos de Neumann, mientras que en la parte derecha alcanza un valor convergente de 300 K, que corresponde al valor impuesto por las condiciones de Dirichlet. La temperatura oscila entre 827 K como máximo y 300 K como mínimo a lo largo de esta palanca de doblado.

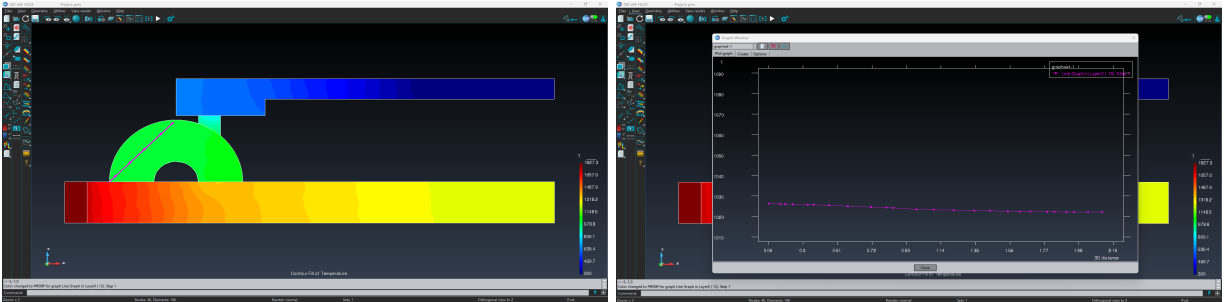
## Mallado de 4000 nodos

### Bastidor



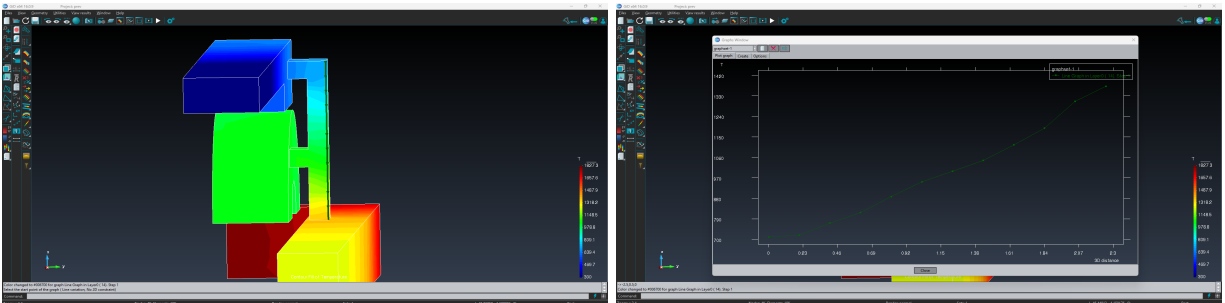
En la gráfica se puede observar que la temperatura de cada nodo a lo largo de la superficie inferior es algo uniforme, la temperatura varía entre aproximadamente 1750 K y 1250 K. Las temperaturas más altas se encuentran cerca de las zonas donde se aplican las condiciones de Neumann (zona lateral izquierda), disminuyendo a medida que nos alejamos de esta área.

### Matriz de doblado



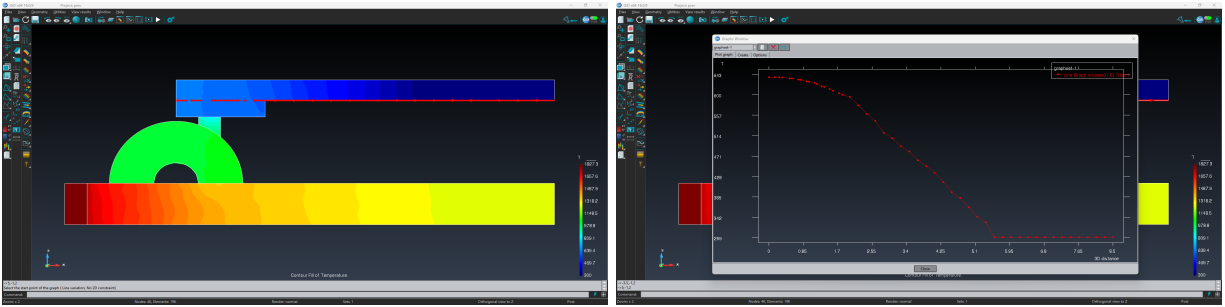
En esta pieza, la temperatura se mantiene mucho más uniforme que en el bastidor, oscilando entre aproximadamente 1027 K y 1025 K. Esto se debe a que no se aplican condiciones de contorno específicas en esta pieza. A pesar de ello, la temperatura es algo elevada debido a la proximidad a los nodos con condiciones de Neumann.

### Pieza de unión



Esta pieza proporciona una buena visualización del gradiente de temperatura variante en este mallado. Podemos observar cómo la cercanía a los nodos de Neumann influye en el incremento de temperatura: las partes superiores son más frías que las inferiores, que están más cercanas a estos nodos. La temperatura varía entre 710 K desde la parte superior hasta 1400 K en la parte inferior de la pieza.

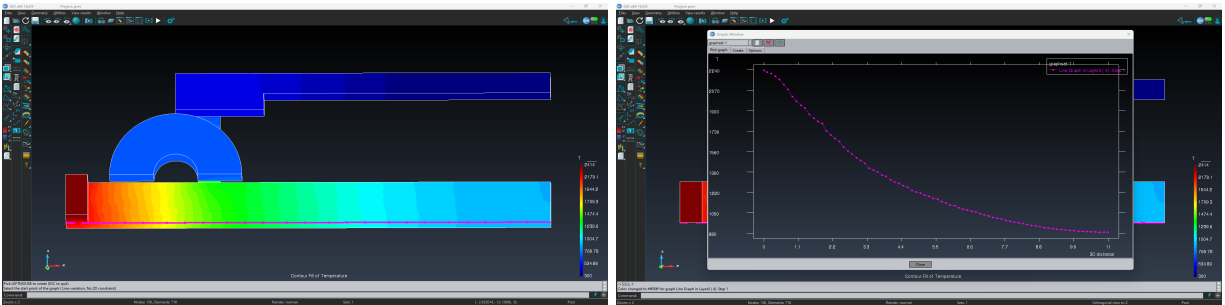
## Palanca de doblado



En la palanca de doblado tambien se observa un comportamiento notablemente diferente debido a la aplicaci3n de condiciones de Dirichlet en la parte derecha de la pieza. Esto se refleja en una variaci3n de temperatura notable al medir de izquierda a derecha: en la parte izquierda, la temperatura es mayor debido a su cercan3a con los nodos de Neumann, mientras que en la parte derecha alcanza un valor convergente al valor de la condicion de Dirichlet (300 K). La temperatura oscila entre 640 K como m3ximo y 300 K como m3nimo a lo largo de esta palanca de doblado.

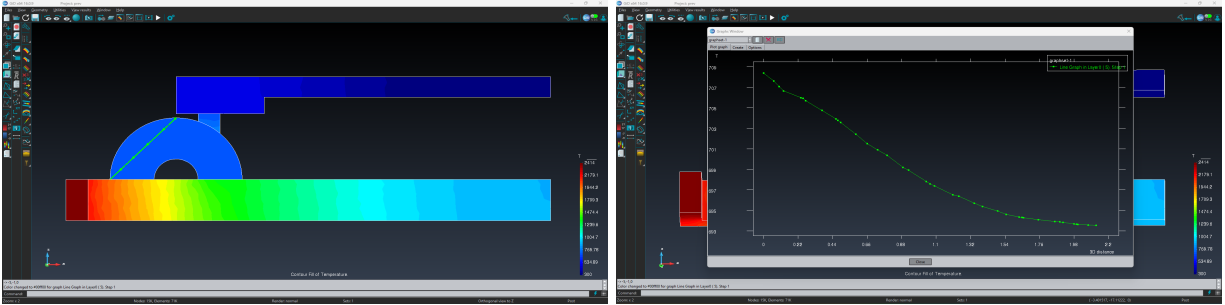
## Mallado de 15000 nodos

### Bastidor



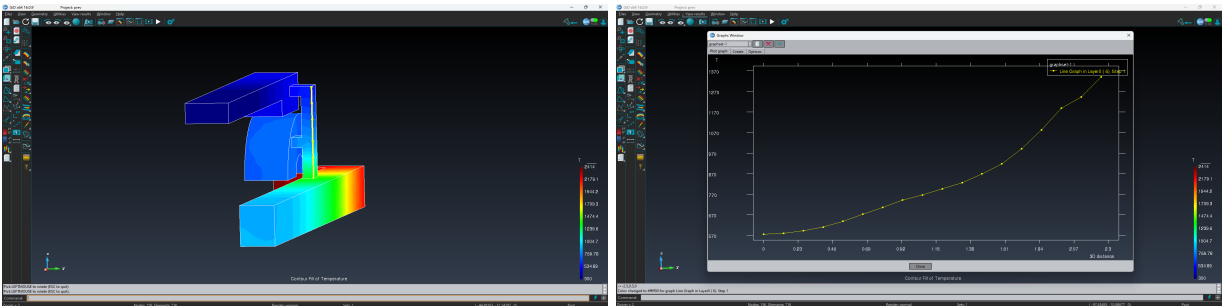
En la gr3fica se puede observar que la temperatura de cada nodo a lo largo de la superficie inferior no es uniforme, la temperatura varia entre aproximadamente 2240 K y 880 K. Las temperaturas m3s altas se encuentran cerca de las zonas donde se aplican las condiciones de Neumann (zona lateral izquierda), disminuyendo a medida que nos alejamos de esta 3rea, llegando a ser muchisimo mas fr3as.

## Matriz de doblado



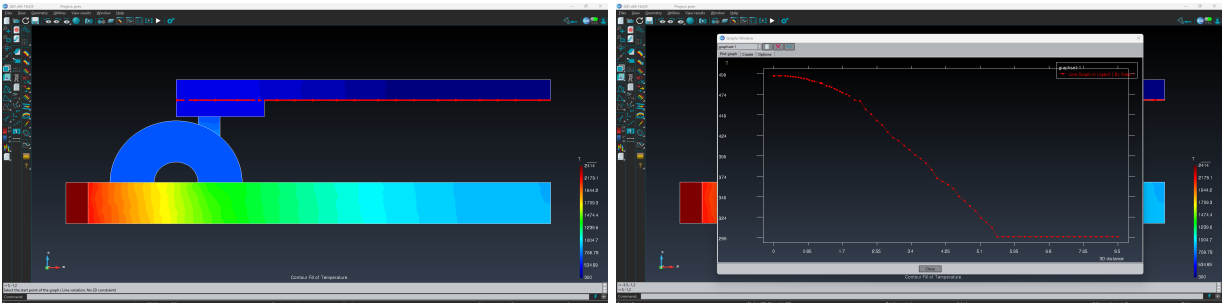
En esta pieza, la temperatura se mantiene mucho más uniforme que en el bastidor, oscilando entre aproximadamente 694 K y 708 K. Esto se debe a que no se aplican condiciones de contorno específicas en esta pieza. A pesar de ello, la temperatura es relativamente fría, pero no igual que el valor de temperatura en los nodos con las condiciones de Dirichlet (300 K), debido a la proximidad a los nodos con condiciones de Neumann.

## Pieza de unión



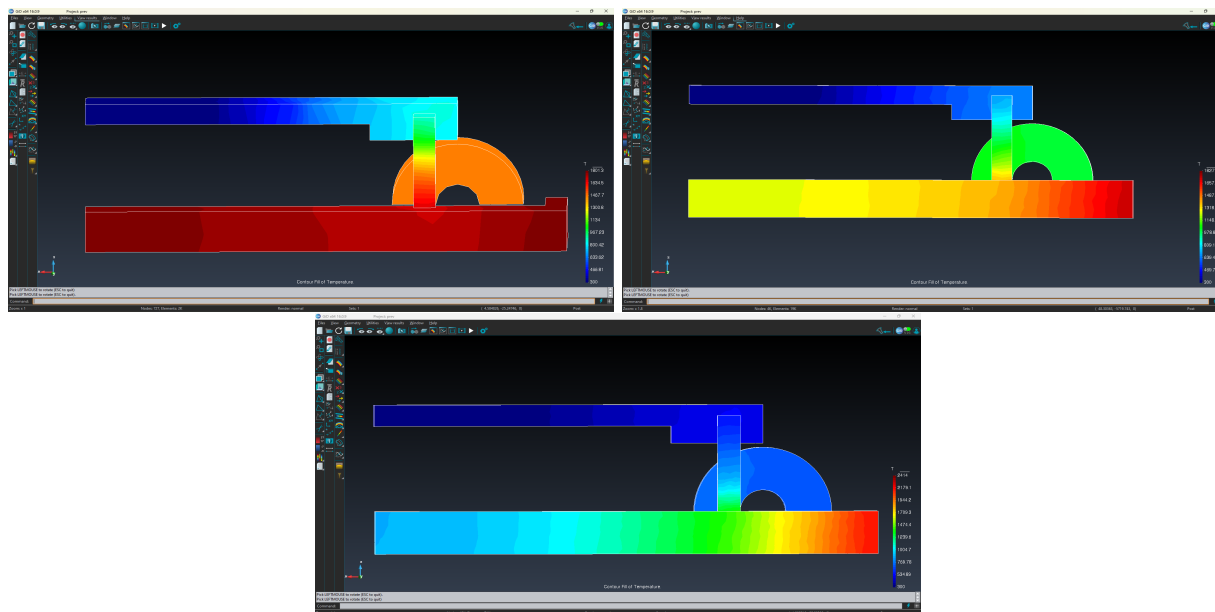
Esta pieza proporciona una buena visualización del gradiente de temperatura variante en este mallado. Podemos observar cómo la cercanía a los nodos de Neumann influye en el incremento de temperatura: las partes superiores son más frías que las inferiores, que están más cercanas a estos nodos. La temperatura varía entre 671 K desde la parte superior hasta 1368 K en la parte inferior de la pieza.

## Palanca de doblado



En la palanca de doblado también se observa un comportamiento notablemente diferente debido a la aplicación de condiciones de Dirichlet en la parte derecha de la pieza. Esto se refleja en una variación de temperatura notable al medir de izquierda a derecha: en la parte izquierda, la temperatura es mayor debido a su cercanía con los nodos de Neumann, mientras que en la parte derecha alcanza un valor convergente al valor de la condición de Dirichlet (300 K). La temperatura oscila entre 494 K como máximo y 300 K como mínimo a lo largo de esta palanca de doblado.

### 3 Comparativa entre mallados



Las figuras corresponden a los tres distintos mallados realizados: primero se muestra el de 700 nodos, luego el de 4000 nodos y finalmente el de 15000 nodos. Se puede observar claramente un cambio significativo en el gradiente de temperaturas en cada figura, lo cual se debe a la cantidad de nodos presentes en cada mallado.

En la figura con 700 nodos, la temperatura en el bastidor parece ser constante debido a la menor cantidad de nodos cercanos a las condiciones de contorno (Neumann). Esto hace que la influencia de estas condiciones se extienda más uniformemente a través de toda la pieza. En la figura con 4000 nodos, esta tendencia se ve más afectada debido a la mayor cantidad de nodos vecinos a la condición de Neumann, lo que resulta en un gradiente de temperatura más notable a medida que se aleja de la zona de aplicación de esta condición. Finalmente, en la figura con 15000 nodos, se observa claramente dónde se concentra la mayor cantidad de temperatura, siempre cercana a los nodos de Neumann. A medida que nos alejamos de estos nodos, la temperatura disminuye abruptamente.

Esta diferencia también se puede observar en la palanca de doblado, la unión y la matriz de doblado. A medida que aumenta el número de nodos de cálculo, los valores de temperatura disminuyen, ya que mientras más nodos hay entre la condición de Neumann y los otros nodos, la temperatura tiende a parecerse más al valor de las condiciones de Dirichlet (300 K).

#### Conclusión:

La comparación del gradiente de calor en los diferentes mallados (700, 4000 y 15000 nodos) resalta claramente cómo la cantidad de nodos afecta la distribución de temperatura en la dobladora de tubos. Al tener un menor número de nodos, la influencia de las condiciones de contorno (Neumann y Dirichlet) se extiende de manera más uniforme a lo largo de las superficies evaluadas; resultando en una aparente constancia de la temperatura en ciertas áreas. A medida que se incrementa la cantidad de nodos, se logra una mayor precisión en la representación del gradiente de temperatura, mostrando cómo la cercanía de los nodos, a los nodos con la condición de Neumann resulta en un aumento significativo en la temperatura, mientras que la temperatura disminuye gradualmente hacia el valor impuesto por las condiciones de Dirichlet (300 K). Este efecto es evidente en todos los componentes analizados de la dobladora de tubos, incluyendo la palanca de doblado, la unión y la matriz de doblado. Por lo tanto, un mallado más denso permite una mejor comprensión y predicción del comportamiento térmico en toda la pieza.