Mtro. Augusto Ariel Aguilar Ayala.
Director Académico de Ingeniería Industrial
aaguilara@upemor.edu.mx

Dra. Jessica V. Briseño Ruiz
Profesora de Tiempo Completo de Ing. Industrial
jbriseno@upemor.edu.mx

Objetivo del Taller

- Analizar datos en un contexto industrial.
- Identificar factores que impactan el desempeño.
- Interpretar gráficos y relaciones entre variables.
- Desarrollar pensamiento analítico basado en evidencia

Contexto del Problema

Contexto del Problema

Se analizarán datos de una planta de producción que fabrica **1000 unidades** diarias como meta. La empresa sospecha que está perdiendo eficiencia, pero no conoce la causa.
El **equipo de Ingeniería Industrial** encargado de diagnosticar el problema.

Variables disponibles:

- ✓ **Producción planificada**
- ✓ **Producción real**
- ✓ **Tiempo de paro**
- ✓ **Número de operadores**
- ✓ **Defectos de producción**

Análisis

1. Librerías de Python

Ejecuta el código siguiente para cargas las liberías de Python

```
import pandas as pd     # librería para manipulación y análisis de datos
import numpy as np      # librería para operaciones numéricas y manejo de arreglos
import matplotlib.pyplot as plt   # librería para creación de gráficas
pd.options.display.float_format = '{:.2f}'.format   # configura pandas para mostrar números con 2 decimales
```

2. Obtención de Datos de Producción

Código para generar datos de producción

Mostrar código

Escribe línea de código **data.head(5)** para ver los primeros cinco renglones del dataset **data**

```
 # Escribe aquí el código


data.head(5)
```

	Dia	Produccion_Plan	Tiempo_Paro	Operadores	Produccion_Real	Defectos
0	1	1000	56	4	802	34
1	2	1000	19	3	957	56
2	3	1000	65	5	750	33
3	4	1000	25	4	911	28
4	5	1000	28	3	916	29

Próximos pasos: Generar código con data | New interactive sheet

Escribe línea de código **data.shape** para ver el tamaño del dataset **data**. (Renglones,Columnas)

```
# Escribe aquí el código

data.shape
```

```
(20, 6)
```

Escribe línea de código **data["Produccion_Plan"]** para ver el los datos de la columna **Produccion_Plan** del dataset **data**.

```
# Escribe aquí el código


data["Produccion_Plan"].head(5)
```

	Produccion_Plan
0	1000
1	1000
2	1000
3	1000
4	1000

dtype: int64

3. Cálculo de Indicadores (KPIs)

Escribe línea de código **data.columns** para el nombre de cada columna del dataset **data**.

¿Qué es un KPI?

Un **KPI** (Key Performance Indicador) es un **indicador clave** que permite medir el desempeño de un proceso y apoyar la **toma de decisiones**.

Eficiencia (%)

$$Eficiencia(\%) = \frac{Producción\ Real}{Producción\ Plan} x100$$

¿Qué información proporciona?

- Indica qué tanto se cumple la producción planificada. Permite identificar si la planta produce **menos, igual o más** de lo esperado.

Tasa de Defectos (%)

$$\text{Tasa de Defectos (\%)} = \frac{\text{Defectos}}{\text{Producción\_Real}} \times 100$$

- Mide la **calidad** del proceso, indicando el porcentaje de unidades **defectuosas** respecto al total producido.

Productividad

Productividad = Producción Real / Operadores

- Evalúa el desempeño del recurso humano, mostrando cuántas **unidades** produce **cada operador**.

Escribe las siguientes líneas de código calcular los tres KPis en el dataset **data**.

- Eficiencia (%)
- Tasa_Defectos (%)
- Productividad

data["Eficiencia (%)"] = data["Produccion_Real"] / data["Produccion_Plan"] * 100
data["Tasa_Defectos (%)"] = data["Defectos"] / data["Produccion_Real"] * 100
data["Productividad"] = data["Produccion_Real"] / data["Operadores"]
data.head(5)

```
# Escribe aquí el código

data["Eficiencia (%)"] = data["Produccion_Real"] / data["Produccion_Plan"] * 100
data["Tasa_Defectos (%)"] = data["Defectos"] / data["Produccion_Real"] * 100
data["Productividad"] = data["Produccion_Real"] / data["Operadores"]
data.head(5)
```

	Dia	Produccion_Plan	Tiempo_Paro	Operadores	Produccion_Real	Defectos	Eficiencia (%)	Tasa_Defectos (%)	Productividad
0	1	1000	56	4	802	34	80.20	4.24	200.50
1	2	1000	19	3	957	56	95.70	5.85	319.00
2	3	1000	65	5	750	33	75.00	4.40	150.00
3	4	1000	25	4	911	28	91.10	3.07	227.75
4	5	1000	28	3	916	29	91.60	3.17	305.33

Próximos pasos: Generar código con data | New interactive sheet

4. Cálculo de Estadísticos

Escribe las siguientes líneas de código para imprimir un texto y calcular los principales estadísticos del dataset **data**.

print("\n Resumen estadístico")
data.describe().T

```
# Escribe aquí el código
print("\n Resumen estadístico")
data.describe().T
```

```
Resumen estadístico
```

	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
Dia	20.00	10.50	5.92	1.00	5.75	10.50	15.25	20.00
Produccion_Plan	20.00	1000.00	0.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Tiempo_Paro	20.00	38.45	21.20	6.00	25.00	35.50	58.25	68.00
Operadores	20.00	4.20	0.77	3.00	4.00	4.00	5.00	5.00
Produccion_Real	20.00	872.10	92.44	750.00	789.50	900.00	937.50	1000.00
Defectos	20.00	34.35	10.69	17.00	28.00	33.50	38.75	56.00
Eficiencia (%)	20.00	87.21	9.24	75.00	78.95	90.00	93.75	100.00
Tasa_Defectos (%)	20.00	3.97	1.21	1.97	3.09	4.01	4.86	5.85
Productividad	20.00	215.15	48.51	150.00	178.95	212.50	250.00	319.00

¿Diferencia entre el tiempo de paro mínimo y el máximo?

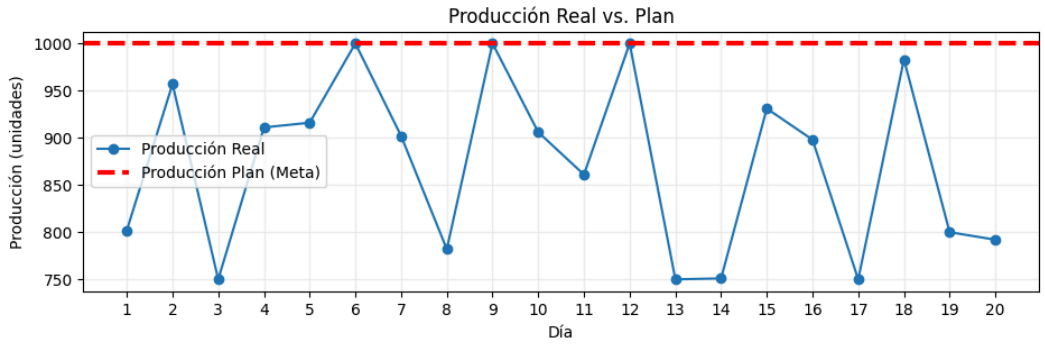
5. Visualización de datos

5.1 Gráfica de Producción Real vs. Producción Planeada

Ejecuta las siguientes líneas de código para generar la gráfica de **Producción Planeada vs. Producción Real**
El código incluye comentarios explicativos para facilitar su comprensión.

```
# Crea la figura con tamaño (ancho, alto en pulgadas)
```

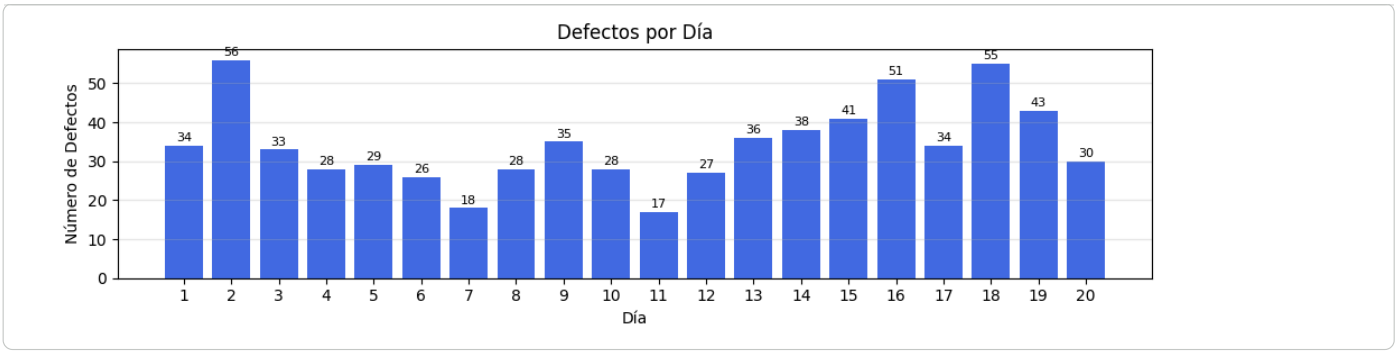
```
# Crea la figura con tamaño (ancho, alto en pulgadas)
plt.figure(figsize=(11, 3))

# Gráfica: Eje X, Eje Y, 'o' agrega puntos visibles, etiqueta
plt.plot(data["Dia"],data["Produccion_Real"],marker='o',label="Producción Real")

# Línea horizontal que representa la producción planeada (meta):
plt.axhline(
    y=1000,           # y=1000 indica el valor objetivo de producción
    linestyle='--',   # linestyle='--' define una línea discontinua
    linewidth=3,      # linewidth=3 hace la línea más gruesa
    color='red',      # color='red' la diferencia visualmente de la producción real
    label="Producción Plan (Meta)")   #etiqueta

plt.title("Producción Real vs. Plan")   # Título de la gráfica
plt.xlabel("Día")                       # Etiqueta del eje X
plt.ylabel("Producción (unidades)")     # Etiqueta del eje Y
plt.xticks(range(1, 21))                # Etiquetas Eje X del 1 al 20
plt.legend()                            # leyenda identificar cada línea
plt.grid(alpha=0.2)                     # Activa Grid
```

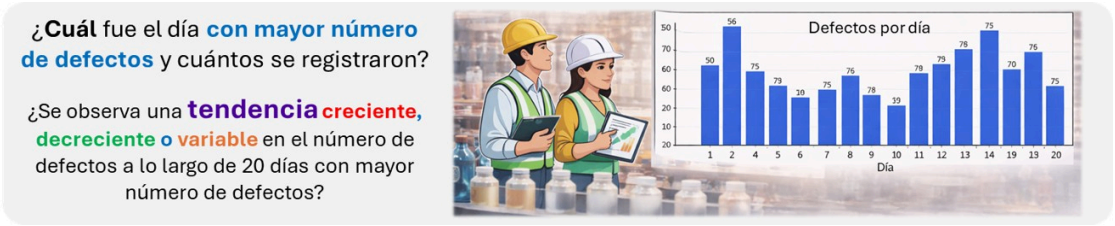


5.2 Gráfica de Defectos por día

Ejecuta las siguientes líneas de código para generar la gráfica de **Defectos por día**
El código incluye comentarios explicativos para facilitar su comprensión.

```
# Código: Creación de la gráfica "Defectos por Día"

# Crea la figura con tamaño (ancho, alto en pulgadas)
plt.figure(figsize=(10, 3))

# Gráfica de barras: Eje X, Eje Y, color azul
bars = plt.bar(data["Dia"],data["Defectos"],color="royalblue")

plt.title("Defectos por Día", fontsize=12)   # Título de la gráfica
plt.xlabel("Día")                            # Etiqueta del eje X
plt.ylabel("Número de Defectos")             # Etiqueta del eje Y
plt.xticks(range(1, len(data) + 1))          # Etiquetas del eje X según número de días
plt.grid(axis='y', alpha=0.3)                # Activa la cuadrícula solo en eje Y

# Agrega el valor numérico encima de cada barra
for bar in bars:
    height = bar.get_height()                # Obtiene la altura de la barra
    plt.text(
        bar.get_x() + bar.get_width() / 2,   # Posición horizontal centrada
        height + 0.5,                        # Posición vertical ligeramente arriba
        f'{int(height)}',                    # Valor del número de defectos
        ha='center', va='bottom', fontsize=8 # Alineación y tamaño del texto
    )

plt.tight_layout()                           # Ajusta automáticamente los espacios
```

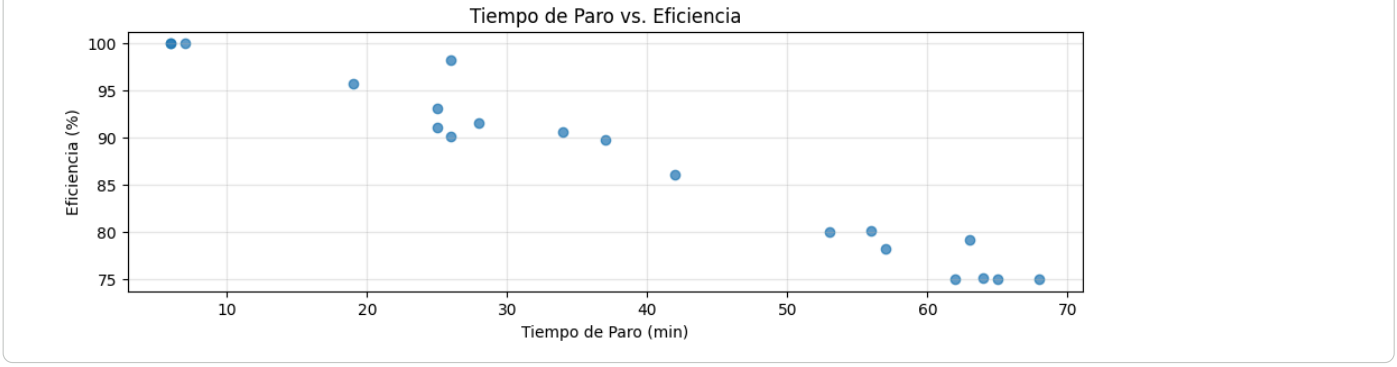


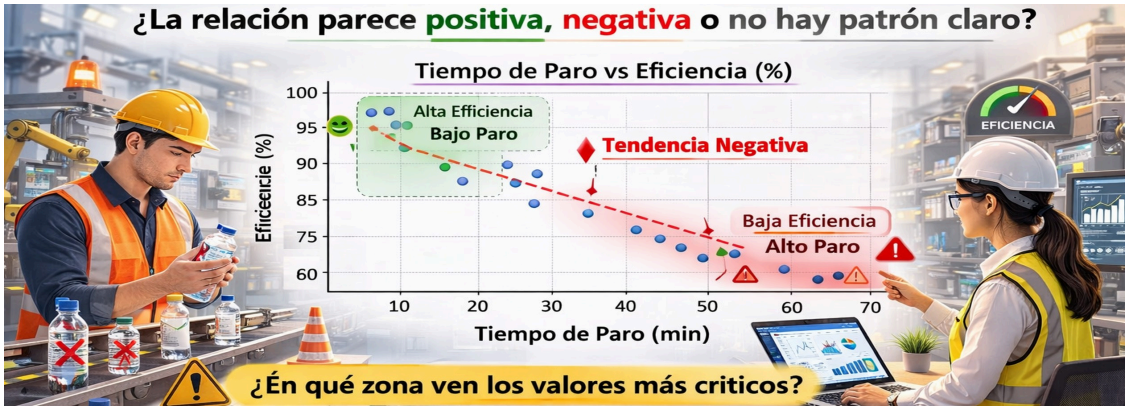


5.3 Gráfica de Eficiencia(%) vs Tiempo de Paro (min)

Ejecuta las siguientes líneas de código para generar la gráfica de **Defectos por día**
El código incluye comentarios explicativos para facilitar su comprensión.

```
plt.figure(figsize=(11, 3))  # Crea la figura con tamaño (ancho, alto en pulgadas)

# Gráfica de dispersión: Eje X, Eje Y, alpha controla la transparencia
plt.scatter(data["Tiempo_Paro"], data["Eficiencia (%)"], alpha=0.7)

plt.title("Tiempo de Paro vs. Eficiencia")   # Título de la gráfica
plt.xlabel("Tiempo de Paro (min)")            # Etiqueta del eje X
plt.ylabel("Eficiencia (%)")                  # Etiqueta del eje Y
plt.grid(alpha=0.3)                           # Activa la cuadrícula con transparencia
```





6. Análisis de Tendencia y Predicción

Ejecuta las siguientes líneas de código para la creación del:

- **Modelo lienal para estimación de la Eficiencia(%)**

El código incluye comentarios explicativos para facilitar su comprensión.

```
# Cálculo del modelo lineal Tiempo de Paro vs. Eficiencia

# Regresión lineal: m = pendiente , b = intercepto
m, b = np.polyfit(
    data["Tiempo_Paro"],        # Variable independiente (X)
    data["Eficiencia (%)"],     # Variable dependiente (Y)
    1)                          # Grado 1: modelo lineal

# Calcular correlación y coeficiente de determinación R²
correlacion = data["Tiempo_Paro"].corr(data["Eficiencia (%)"])
r2 = correlacion**2

# Imprimir la ecuación del modelo y R²
print("Modelo lineal estimado:")
print(f"Eficiencia = {m:.2f} * Tiempo_Paro + {b:.2f}")
print(f"R² = {r2:.3f}")
```

```
Modelo lineal estimado:
Eficiencia = -0.43 * Tiempo_Paro + 103.63
R² = 0.959
```

Ejecuta las siguientes líneas de código para la creación de la **Gráfica de "Tiempo de Paro vs Eficiencia (%) con el modelo".**

El código incluye comentarios explicativos para facilitar su comprensión.

```
plt.figure(figsize=(11, 3.5))    # Crea la figura con tamaño (ancho, alto en pulgadas)

# Gráfica de dispersión: Eje X, Eje Y, etiqueta
plt.scatter(data["Tiempo_Paro"],data["Eficiencia (%)"],alpha=0.7,
    label="Datos reales")

# Genera valores ordenados de X para una línea suave
x_vals = np.linspace(data["Tiempo_Paro"].min(),data["Tiempo_Paro"].max(),100)

# Calcula los valores estimados usando el modelo
y_vals = m * x_vals + b

# Dibuja la línea de tendencia
plt.plot(x_vals,y_vals,linewidth=3,label="Línea de tendencia")

# Identifica días críticos con eficiencia menor al 95%
criticos = data[data["Eficiencia (%)"] < 95]

# Resalta los días críticos: Eje X, Eje Y, etiqueta
plt.scatter(criticos["Tiempo_Paro"],criticos["Eficiencia (%)"],s=100,
    label="Días Críticos (<95%)")

# Escribe la ecuación y R² dentro de la gráfica
ecuacion = f"Eficiencia = {m:.2f}x + {b:.2f}\nR² = {r2:.2f}"
plt.text(0.95, 0.95,ecuacion,
    transform=plt.gca().transAxes,
    verticalalignment='top',
    horizontalalignment='right',
    bbox=dict(boxstyle="round", alpha=0.3))

plt.title("Impacto del Tiempo de Paro en la Eficiencia")  # Título
plt.xlabel("Tiempo de Paro (min)")                        # Eje X
plt.ylabel("Eficiencia (%)")                              # Eje Y
plt.legend()                                              # Leyenda
plt.grid(alpha=0.3)                                       # Cuadrícula
```

Ejecuta las siguientes líneas de código para la creación de una **Función para estimar la Eficienca del Proceso en función de Tiempo de Paro**. El código incluye comentarios explicativos para facilitar su comprensión.

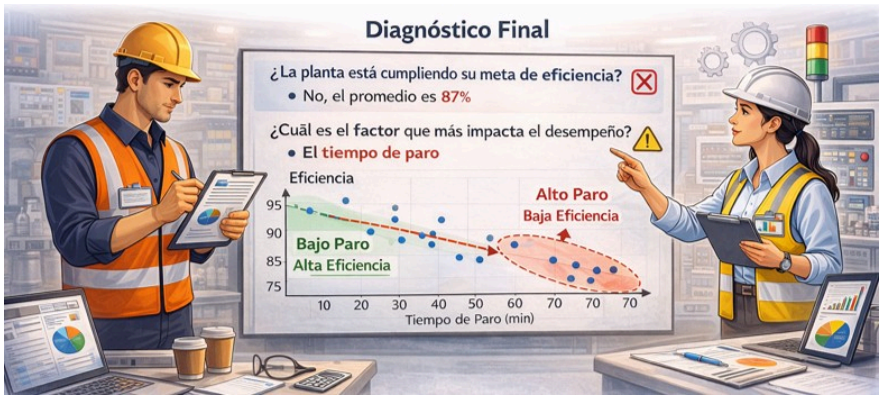
```
def estimar_eficiencia(tiempo_paro):
    # Esta función recibe como entrada el tiempo de paro (en minutos)
    # y utiliza el modelo lineal (pendiente m y ordenada b)
    # para estimar la eficiencia del proceso.

    eficiencia = m * tiempo_paro + b  # Fórmula de la recta: y = mx + b

    # Mostrar el resultado en pantalla
    print(f"Si el tiempo de paro es {tiempo_paro} minutos,")
   # print(f"La eficiencia estimada es {eficiencia:.2f}%")

    # Regresa el valor calculado por si se quiere usar después
    return eficiencia
```

Ejecuta las siguientes líneas de código para la **Estimar la Eficienca del Proceso en función de Tiempo de Paro**. El código incluye comentarios explicativos para facilitar su comprensión.

```
# Guardamos el resultado en una variable para usarlo después
ef_Estimada = estimar_eficiencia(30)

# Mostramos el valor almacenado
```

```
print(f"Eficiencia estimada es: {ef_Estimada:.2f}%")
```

```
Si el tiempo de paro es 30 minutos,
Eficiencia estimada es: 90.82%
```



7. Diagnóstico

Ejecuta las siguientes líneas de código para la **calcular y visualizar algunos indicadores importantes para el diagnóstico**. El código incluye comentarios explicativos para facilitar su comprensión.

```
print("\n==============================================")
print("   TALLER: ¿ESTÁ FUNCIONANDO MI FÁBRICA?")
print("==============================================")

print("\n📌 DIAGNÓSTICO INTEGRAL")

# Calcular promedios de los principales indicadores
ef_prom = data["Eficiencia (%)"].mean()
paro_prom = data["Tiempo_Paro"].mean()
TasDef_prom = data["Tasa_Defectos (%)"].mean()

# Mostrar resultados promedio
print(f"\nEficiencia promedio: {ef_prom:.2f}%")
print(f"Tiempo de paro promedio: {paro_prom:.2f} min")
print(f"Tasa de defectos promedio: {TasDef_prom:.2f}%")

# Evaluar si se cumple la meta de eficiencia (95%)
if ef_prom < 95:
    print("\n⚠️ La planta NO cumple la meta de eficiencia (95%).")
else:
    print("\n✅ La planta cumple la meta establecida.")

# Mostrar indicadores del modelo estadístico
print("\n📊 Análisis de relación estadística:")
print(f"R² del modelo: {r2:.2f}")                # Qué tan fuerte es la relación
print(f"Pendiente del modelo: {m:.2f}")          # Dirección de la relación

# Interpretar la pendiente
if m < 0:
    print("Existe una relación negativa: mayor tiempo de paro reduce la eficiencia.")

# Conclusión principal
print("\n🎯 Causa principal identificada:")
print("El tiempo de paro impacta directamente el desempeño del sistema.")

# Recomendación estratégica final
print("\n🛠️ Recomendación estratégica:")
print("Reducir el tiempo de paro debe ser la prioridad operativa.")
```

```
==============================================
   TALLER: ¿ESTÁ FUNCIONANDO MI FÁBRICA?
==============================================

📌 DIAGNÓSTICO INTEGRAL

Eficiencia promedio: 87.21%
Tiempo de paro promedio: 38.45 min
Tasa de defectos promedio: 3.97%

⚠️ La planta NO cumple la meta de eficiencia (95%).

📊 Análisis de relación estadística:
R² del modelo: 0.96
Pendiente del modelo: -0.43
Existe una relación negativa: mayor tiempo de paro reduce la eficiencia.

🎯 Causa principal identificada:
El tiempo de paro impacta directamente el desempeño del sistema.

🛠️ Recomendación estratégica:
```

Reducir el tiempo de paro debe ser la prioridad operativa.

https://www.upemor.edu.mx