### **Esquema Completo para Modelado de Series Temporales**

#### **1. Comprobación de Estacionariedad**

* **¿Cómo lo verificamos?**
  + **Gráfico de la serie temporal**: Busca tendencias o cambios de varianza.
  + **ACF**: Revisa si la ACF se mantiene alta en varios lags (sugiere no estacionariedad).
  + **Test ADF (Dickey-Fuller)**: Si el p-valor > 0.05, la serie **no es estacionaria**.

#### **2. Si la serie NO es estacionaria, aplicar diferenciación**

* **¿Cómo hacerlo?**
  + **Diferenciación**: Calcula la primera diferencia de la serie (restar el valor de cada punto del valor anterior).
  + **Revisar ADF y ACF** nuevamente para asegurarse de que la serie ahora sea estacionaria.

#### **3. Verificación de la ACF y PACF para Determinar el Orden de AR y MA**

* **¿Qué hacer?**
  + **ACF**: Busca picos significativos en los primeros lags, lo que sugiere la necesidad de un **MA (Moving Average)**.
  + **PACF**: Busca picos significativos en los primeros lags, lo que sugiere un **AR (AutoRegressive)**.

#### **4. Identificación de Estacionalidad (Si Aplica)**

* **¿Cómo detectamos la estacionalidad?**
  + **Gráfico de la serie temporal**: Busca patrones repetitivos (por ejemplo, cíclicos cada mes, trimestre, año).
  + **ACF**: Busca picos regulares a intervalos específicos (por ejemplo, cada 12 lags para estacionalidad mensual).

#### **5. Evaluación de Variables Exógenas**

* **¿Cómo lo verificamos?**
  + **Correlación**: Calcula la **correlación** entre las variables exógenas y la serie.
  + **Test de Granger Causality**: Verifica si alguna variable exógena tiene **causalidad** sobre la serie.
  + **Gráficos combinados**: Superpone las series para visualizar correlaciones y efectos.

#### **6. Construcción del Modelo SARIMAX**

* **¿Qué hacer?**
  + **Definir el orden del modelo**:  
    - **ARIMA(p,d,q)**: Para los componentes no estacionales.
    - **Estacionalidad (P,D,Q,s)**: Para los componentes estacionales.
    - **Exógenos**: Si hay variables exógenas, incluirlas como regresores.

python  
CopiarEditar  
modelo\_sarimax = sm.tsa.SARIMAX(serie, order=(p, d, q), seasonal\_order=(P, D, Q, s), exog=X\_exogenos).fit()

#### **7. Diagnóstico de Residuales del Modelo**

* **¿Qué hacer?**
  + **Verificación de Heterocedasticidad**: Usa el **test de Breusch-Pagan** o **White test** para verificar si los residuos tienen varianza no constante.
  + **Verificación de Autocorrelación de Errores**: Utiliza el **test de Durbin-Watson** para asegurarte de que los residuos no están correlacionados.

python  
CopiarEditar  
from statsmodels.stats.stattools import durbin\_watson

dw\_stat = durbin\_watson(modelo\_sarimax.resid)

* + **Normalidad de los Residuos**: Usa el **test de Jarque-Bera** o gráficos de **Q-Q** para verificar si los residuos siguen una distribución normal.

#### **8. Verificación de la Especificación Correcta del Modelo**

* **¿Cómo lo verificamos?**
  + Usa el **test de Ramsey RESET** para asegurarte de que el modelo esté correctamente especificado.

python  
CopiarEditar  
from statsmodels.stats.diagnostic import linear\_reset

test\_reset = linear\_reset(modelo\_sarimax)

#### **9. Predicciones y Evaluación del Modelo**

* **¿Cómo lo hacemos?**
  + **Predicciones Puntuales**: Realiza predicciones para el futuro (horizonte de predicción).

python  
CopiarEditar  
prediccion = modelo\_sarimax.get\_forecast(steps=10)

intervalos\_confianza = prediccion.conf\_int()

* + **Intervalos de Confianza**: Asegúrate de que las predicciones vengan acompañadas de intervalos de confianza adecuados.
  + **Validación Cruzada Temporal**: Divide los datos en conjuntos de entrenamiento y validación y evalúa la capacidad predictiva utilizando métricas como **RMSE** o **MAPE**.

#### **10. Modelos Mixtos o Estructurales (Si Aplica)**

* **¿Qué hacer?**
  + Si tienes múltiples factores internos y externos que afectan la serie temporal, considera usar **modelos estructurales** o **mixtos**, como **modelos de intervención** o **modelos de cambio de régimen**.

### **Posibles Problemas y Soluciones Adicionales**

1. **Multicolinealidad** en variables exógenas:  
   * **Detectar**: Correlación, VIF.
   * **Solucionar**: Eliminar variables correlacionadas, PCA.
2. **Cambio de régimen o intervención**:  
   * **Detectar**: Cambios abruptos en la serie.
   * **Solucionar**: Modelos de intervención.
3. **No linealidad o asimetría**:  
   * **Detectar**: Patrones cíclicos complejos.
   * **Solucionar**: Modelos no lineales, GARCH.
4. **No normalidad de los residuos**:  
   * **Detectar**: Test de normalidad, gráfico Q-Q.
   * **Solucionar**: Errores robustos, distribuciones no gaussianas.
5. **Estabilidad en el tiempo**:  
   * **Detectar**: Cambios significativos en coeficientes.
   * **Solucionar**: Modelos de aprendizaje en línea, suavizado exponencial.
6. **Sobreajuste (Overfitting)**:  
   * **Detectar**: Error de validación mayor que el de entrenamiento.
   * **Solucionar**: Simplificar el modelo, regularización.

### **Resumen Final**

**Pasos fundamentales para construir un modelo de series temporales:**

1. **Verificar Estacionariedad** (ADF, gráfico, ACF).
2. **Diferenciación** si la serie no es estacionaria.
3. **Determinar el orden de AR y MA** (ACF/PACF).
4. **Identificar la estacionalidad** (gráfico, ACF).
5. **Evaluar variables exógenas** (correlación, Granger causality).
6. **Construir el modelo SARIMAX** (definir órdenes ARIMA, estacionales y exógenos).
7. **Diagnóstico de residuos** (heterocedasticidad, autocorrelación, normalidad).
8. **Especificación correcta del modelo** (test RESET).
9. **Evaluación del modelo** (predicciones, intervalos de confianza, validación cruzada).
10. **Modelos estructurales o mixtos** si es necesario.

**Posibles problemas y soluciones**:

* **Multicolinealidad**, **Cambio de régimen**, **No linealidad**, **Normalidad de los residuos**, **Estabilidad temporal**, y **Sobreajuste**.