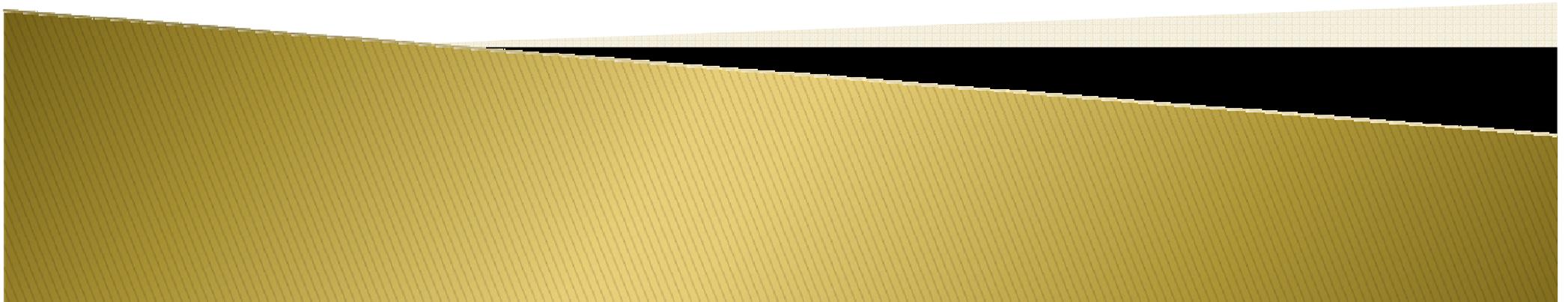
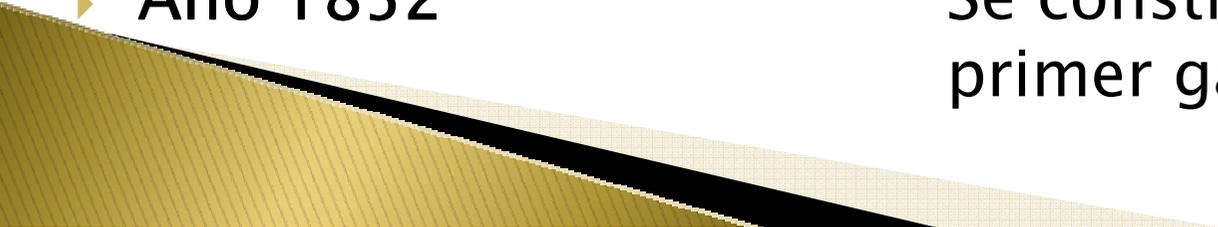


# “Transporte y distribución de gas natural”

Ing. Angelina Soto  
Dra. Ing. Silvia Bruno

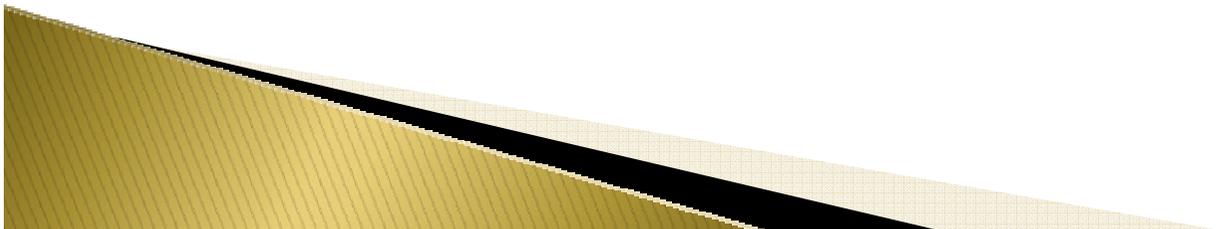


# Algunos datos históricos

- ▶ Año 900 AC Primer uso del gas natural en China
  - ▶ Año 1696 Se descubre el primer depósito en América (al norte de Nueva York)
  - ▶ Año 1802 Se iluminan con gas natural las primeras calles en Génova, Italia
  - ▶ Año 1852 Se construye en Pensylvania el primer gasoducto
- 

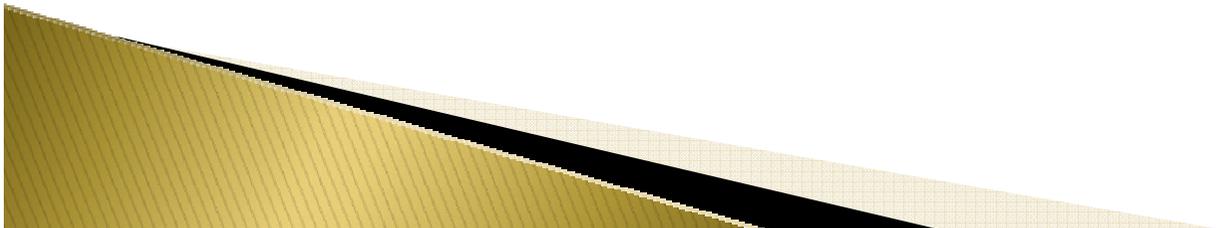
# El gas en Argentina

- ▶ Año 1854 Se distribuye gas de hulla para alumbrado a través de empresas extranjeras
- ▶ Año 1909 El servicio en la ciudad de Buenos Aires empieza a ser brindado por la Compañía Primitiva de Gas
- ▶ Año 1919 Aparecen las primeras cocinas a gas
- ▶ Año 1929 YPF toma el mercado de los combustibles líquidos
- ▶ Año 1941 YPF asume la prestación del servicio de gas en la ciudad de Bs. Aires



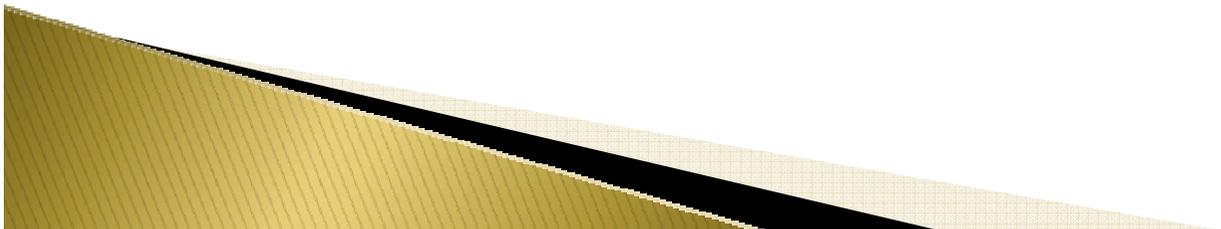
# El gas natural en Argentina

- ▶ 5 de marzo de 1945 Nacionalización del gas
- ▶ 1 de enero de 1946 Se crea la Dirección Nacional de Gas del Estado
- ▶ 1 de enero de 1947 Se suelda el primer caño de gasoducto en Lavallol.
- ▶ 29 de diciembre de 1949 Se inaugura el gasoducto Comodoro Rivadavia–Bs. As.
- ▶ 28 de diciembre de 1992 Se privatiza GdE (Ley 24076)



# Mercado del gas en Argentina hasta el año 1992

- ▶ En 1943 existían **190.000 usuarios** en Gran Buenos Aires, La Plata, Rosario, Bahía Blanca, Tucumán.
- ▶ En 1992 (año de la privatización) poseían servicio de gas por redes **5.000.000 usuarios** con una incorporación de aproximadamente 500.000 usuarios/año, en 18 provincias y sirviendo a 300 localidades. Además el gas pasó a formar el 40% de la ecuación energética, igualando a los combustibles líquidos.



# Período 1983– 1989

- ▶ Se desarrolla el GNC vehicular
- ▶ Comienza el uso intensivo del gas en grandes industrias y usinas
- ▶ Se desarrolla el uso del gas para refrigeración
- ▶ GE comienza a participar en la actividad industrial (plantas de etano, metanol, fertilizantes, entre otras actividades)
- ▶ Retorna al mercado de la venta de GLP en tubos y garrafas.
- ▶ Las reservas de gas en 1989 era de 744 MMm<sup>3</sup> con un horizonte de 33 años (no se preveía la exportación)



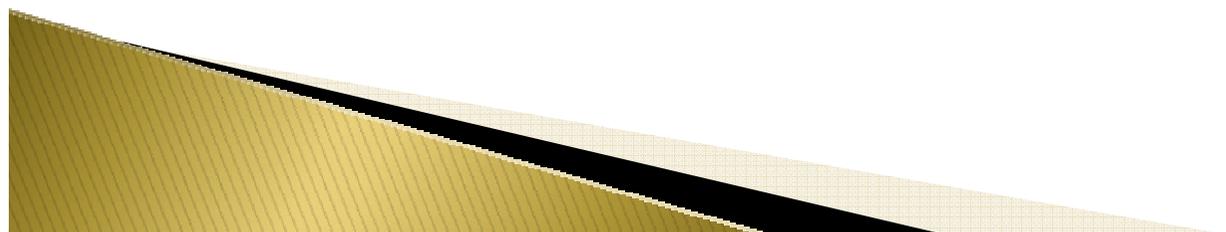
# Evolución de clientes de 1993 al 2009

*/ Usuarios de Gas por Redes – Total País (en Miles) (1)*

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Usuarios Residenciales</b>	6.101,1	6.273,7	6.459,4	6.672,8	6.909,4	7.076,3
<b>Total Usuarios</b>	<b>6.386,7</b>	<b>6.571,8</b>	<b>6.768,8</b>	<b>6.996,6</b>	<b>7.243,5</b>	<b>7.423,7</b>

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Acum. 1993-2009
<b>Var. Us. Totales (%)</b>	2,8	2,9	3,0	3,4	3,5	2,5	52,8
<b>Incorporación Neta</b>	174,5	185,1	197,0	227,8	246,9	180,2	2.683,9

*(1) Usuarios al mes de diciembre de cada año.*



# Características del Gas Natural



- ▶ Gas natural: mezcla de hidrocarburos gaseosos y gases no hidrocarbonados (Carbono + Hidrógeno)
- ▶ Composición: metano ( $\text{CH}_4$  96%), etano, propano, butano, etc.
- ▶ Características físicas: incoloro, inodoro, insípido, no tóxico, asfixiante y depresor del SNC
- ▶ Usos:
  - combustible → energía
  - materia prima → petroquímica, alimenticia, entre otras

# Producción del gas natural

Las principales actividades de esta etapa son:

- Exploración/Perforación/Extracción
- Tratamiento del gas (Acondicionamiento)
- Almacenamiento

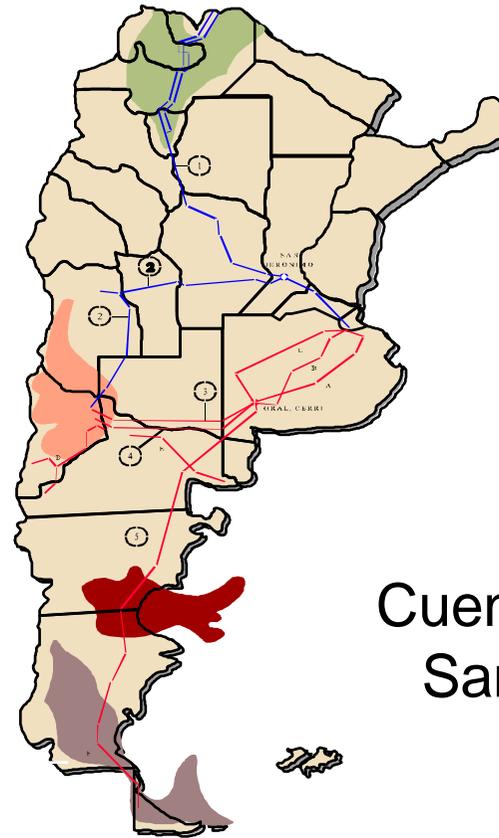


# Cuencas gasíferas

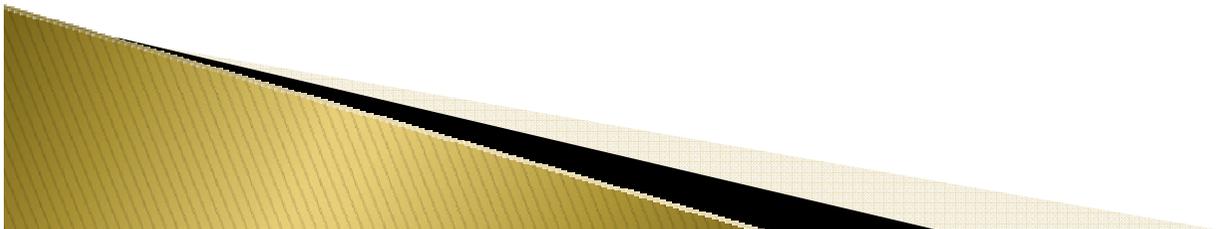
Cuenca  
Noroeste

Cuenca  
Neuquina

Cuenca  
Austral

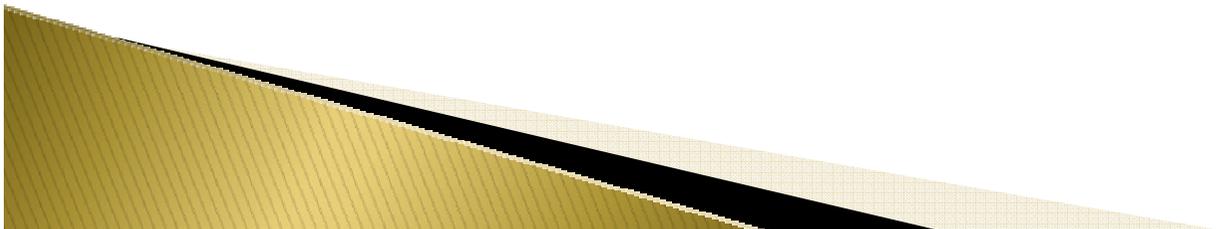


Cuenca Golfo  
San Jorge



# Horizontes de las reservas por cuenca

- ▶ Cuenca Austral: 13 años
- ▶ Cuenca Golfo de San Jorge: 12 años
- ▶ Cuenca Noroeste : 11 años
- ▶ Cuenca Neuquina: 7 años



# Transporte de gas natural

Las principales actividades de esta etapa son:

- Compresión
- Transporte por gasoductos

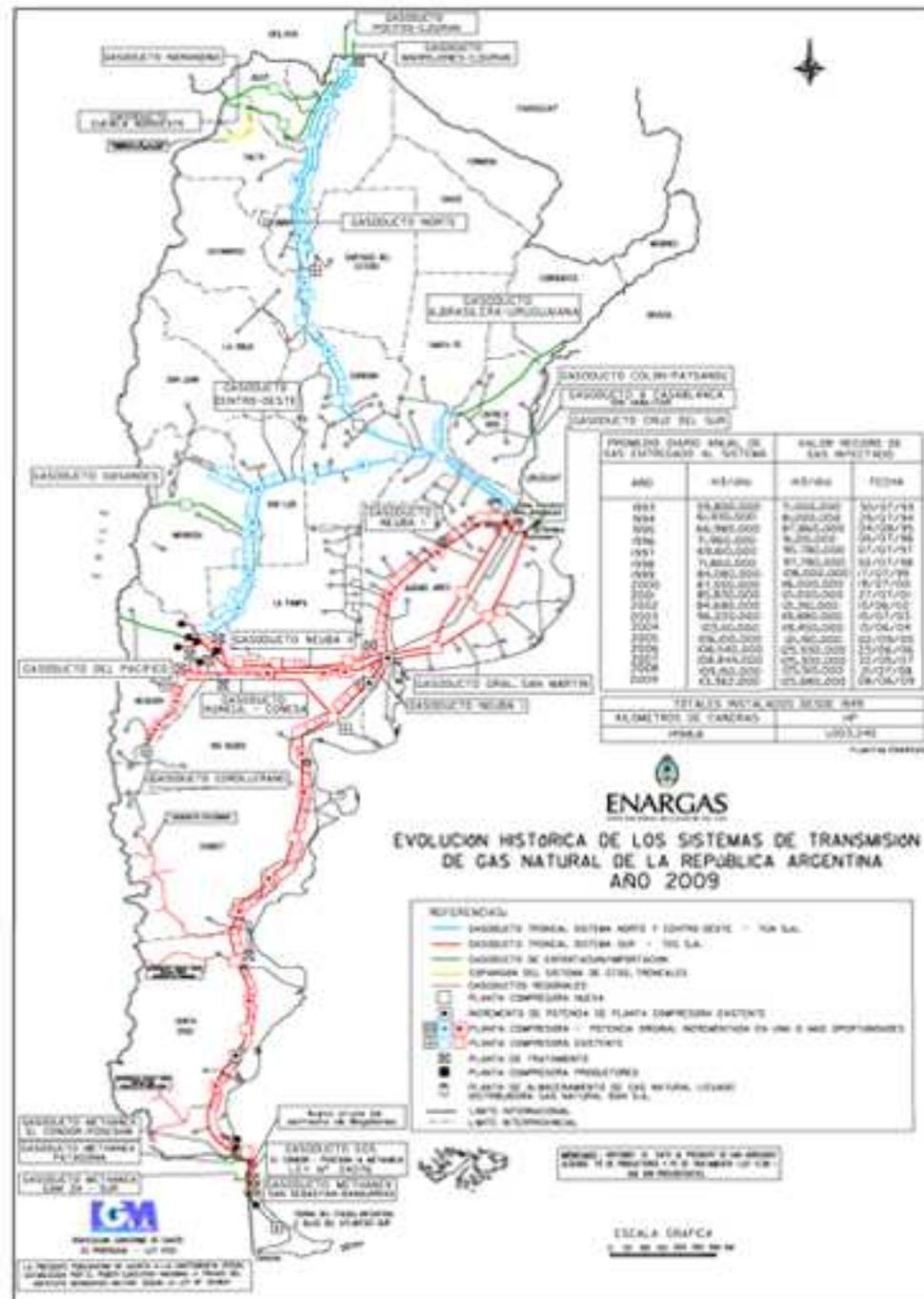
## Gas bajo especificación según NAG 100

(Normas Argentinas Mínimas de Seguridad para el Transporte y Distribución de Gas Natural y Otros Gases por cañerías)

- ▶ Dióxido de Carbono 2% molar 0,5% molar
- ▶ Agua 65 mg/sm<sup>3</sup> 14,5 mg/sm<sup>3</sup>
- ▶ Total Inertes 4% molar 2% molar
- ▶ Sulfuro de Hidrógeno 3 mg/sm<sup>3</sup> 0 mg/sm<sup>3</sup>
- ▶ Azufre entero 15 mg/sm<sup>3</sup> 0 mg/sm<sup>3</sup>
- ▶ Oxígeno 0,2% molar 0% molar
- ▶ Partículas sólidas 22,5 Kg/MM sm<sup>3</sup> (< 5 micrones) S/D
- ▶ Partículas líquidas 100 l / MM sm<sup>3</sup> S/D



# Gasoductos de transporte en Argentina



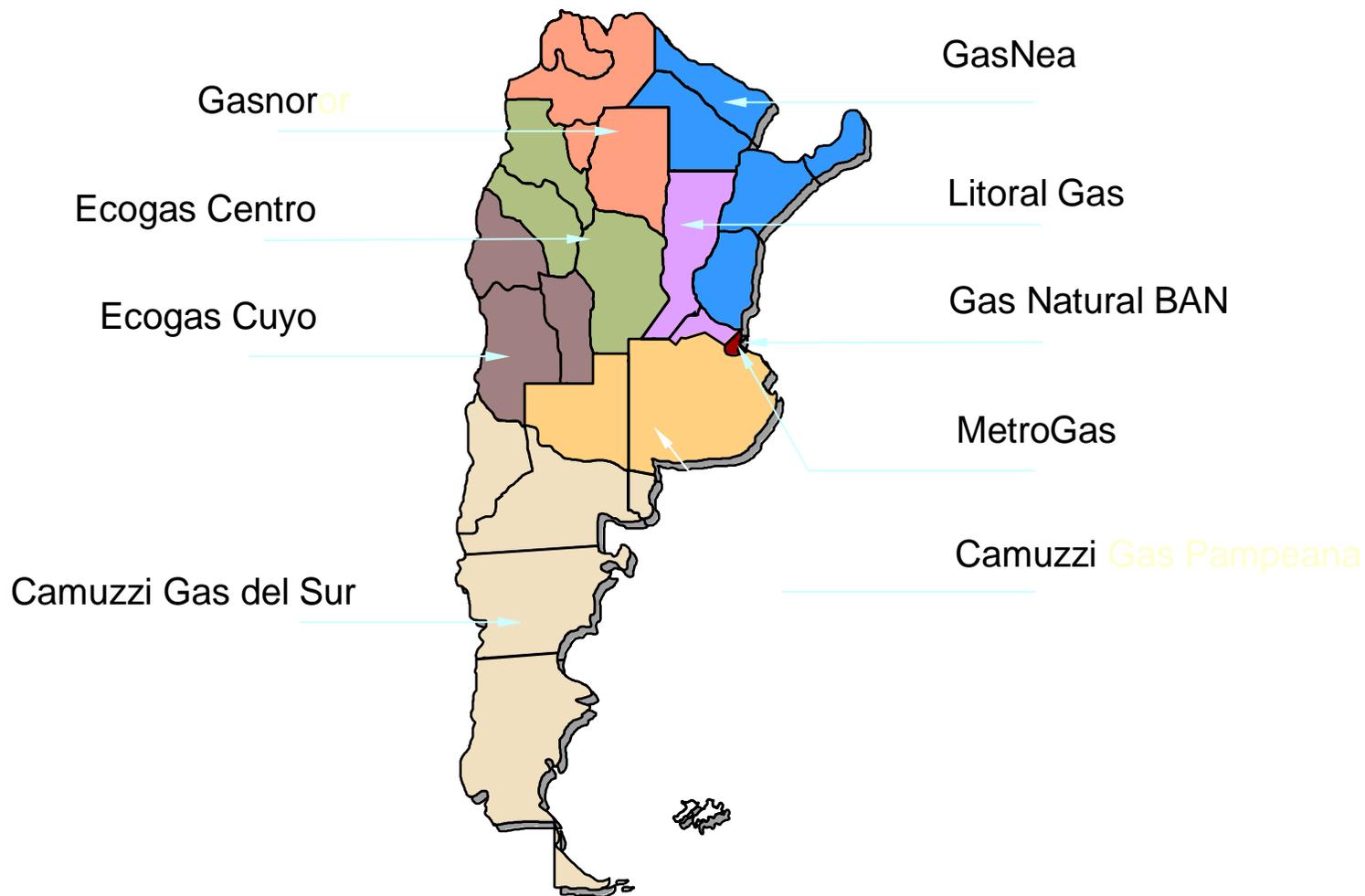
# Distribución de gas natural

Las principales actividades de esta etapa son:

- Distribución de gas natural por gasoductos y redes
- Almacenamiento de Gas Natural



# Empresas distribuidoras de gas



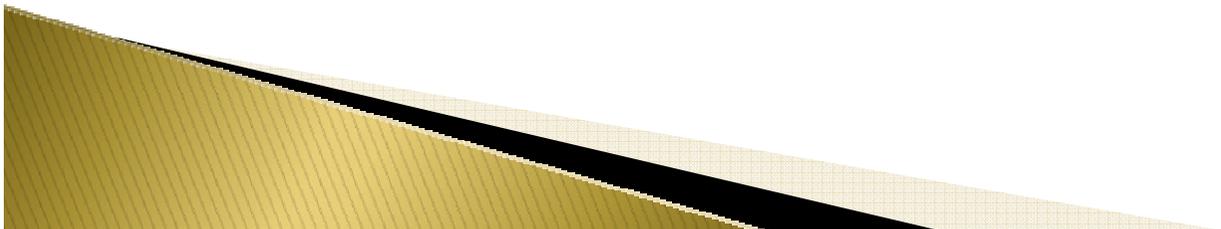
# Sistemas de distribución

Están compuestos por:

- Redes de distribución
- Gasoductos y ramales de alimentación
- Estaciones Regulatoras de Presión y Medición

El diseño de los sistemas de distribución está orientado a:

- Renovación de sistemas existentes
- Proyectar nuevos sistemas

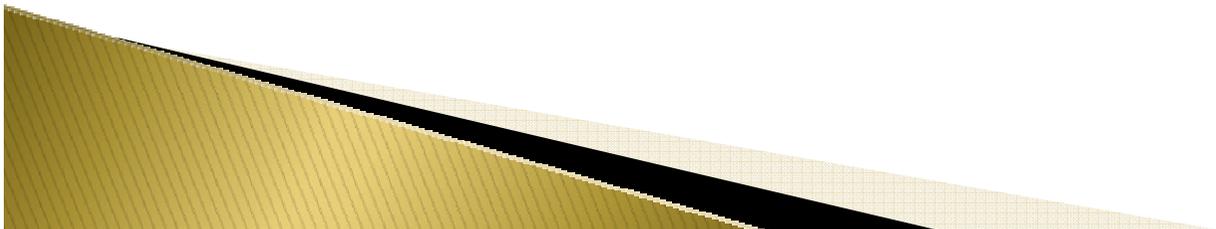


# Consumidores

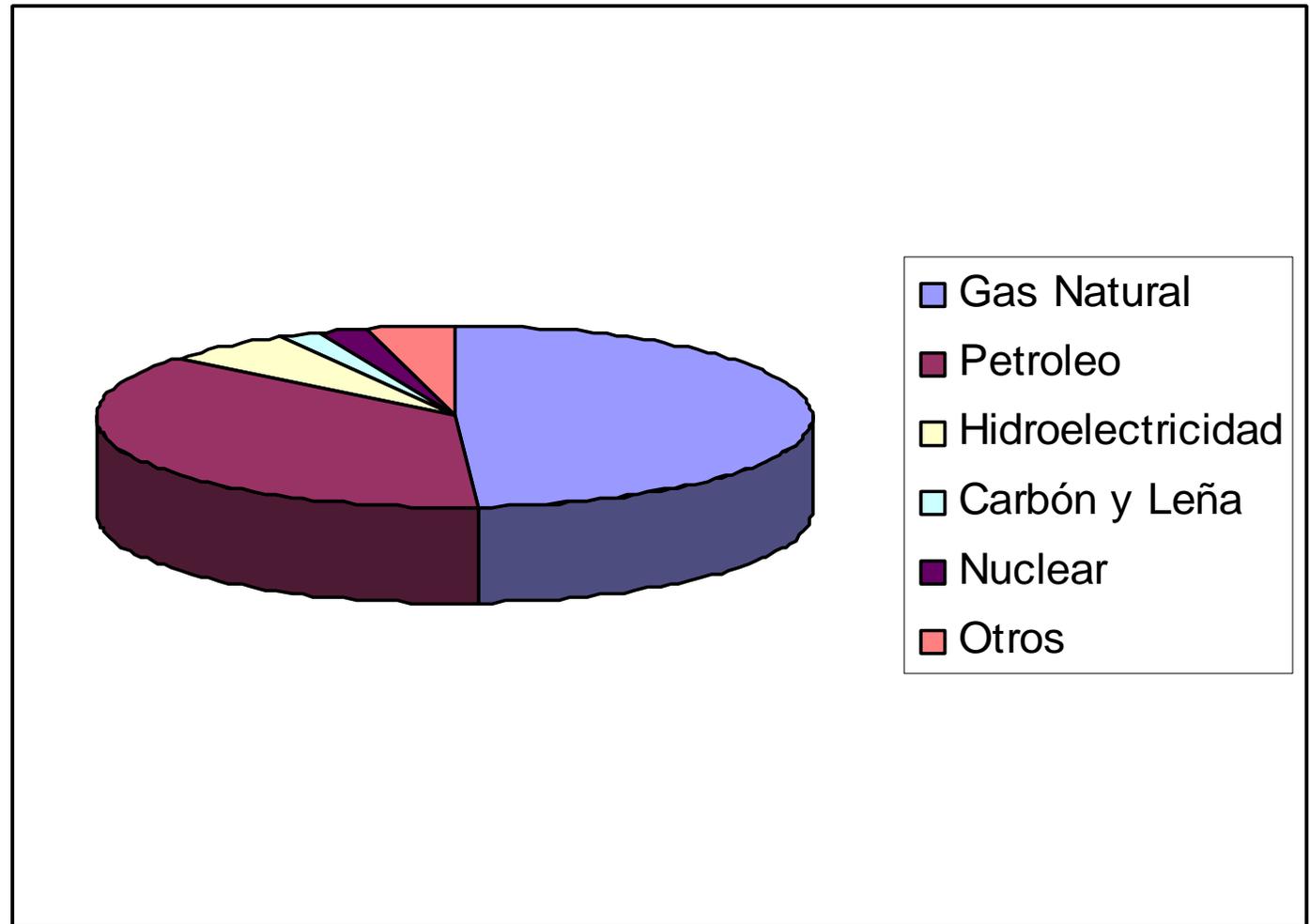
- ▶ Industriales
- ▶ Residenciales
- ▶ Estaciones de GNC
- ▶ Comerciales
- ▶ Usinas de generación eléctrica
- ▶ Subdistribuidores

## Tipos de servicios:

- ▶ Firme (no interrumpible)
- ▶ Interrumpible



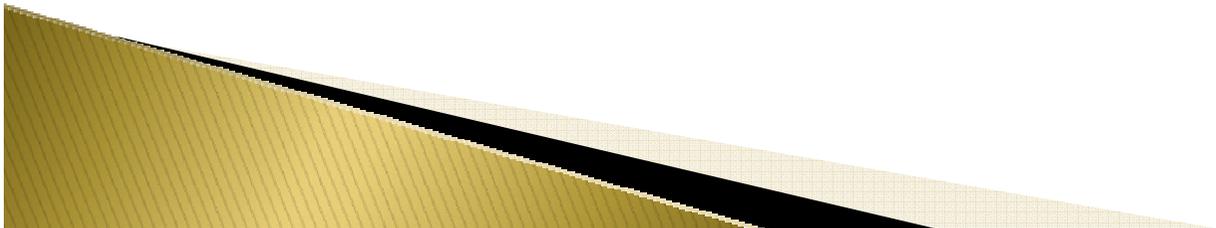
# Matriz energética



# Gasoductos, Ramales y Redes

NAG 100 – Normas Argentinas Mínimas de Seguridad para el Transporte y Distribución de Gas Natural y Otros Gases por cañerías

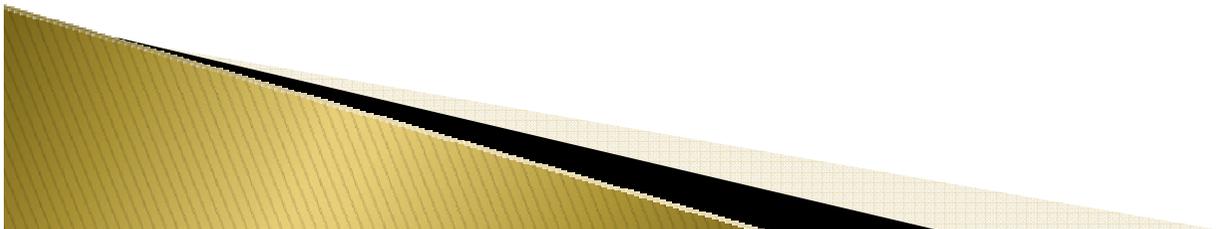
- ▶ Gasoductos presión de operación  $\geq 40$  bar
- ▶ Ramal presión de operación  $< 40$  bar
- ▶ Redes de distribución Media presión  $0,5 \leq \text{presión} \leq 4$  bar  
Baja presión  $18 \leq \text{presión} \leq 287$  mbar
- ▶ Estaciones Reguladoras de Presión
- ▶ Sistemas autónomos: GNC, GNP, GNL, GLP o GNS



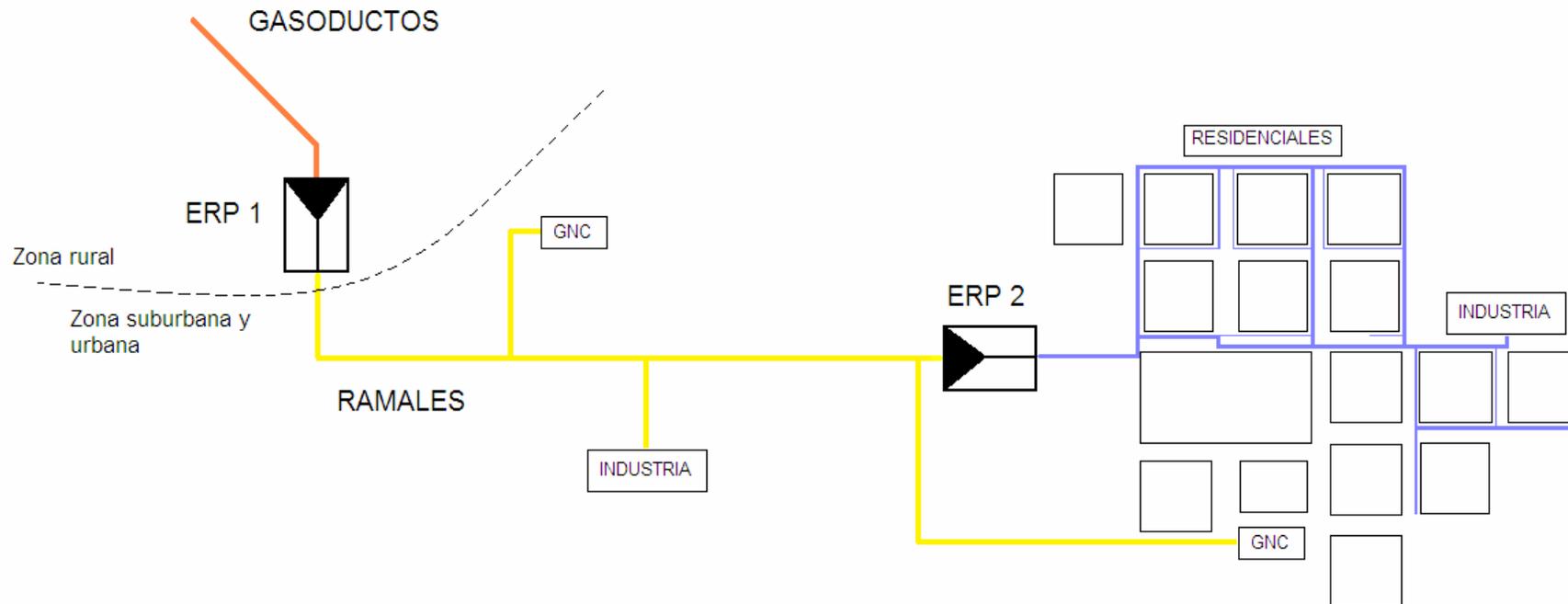
# Pautas para el diseño de gasoductos y ramales



- ▶ Presión máxima de operación
- ▶ Clase de trazado (cantidad y tipo de viviendas)
- ▶ Distancias a L.E., árboles, líneas eléctricas, interferencias, etc.
- ▶ Tensión circunferencial
- ▶ Tapada
- ▶ Válvulas de bloqueo de línea



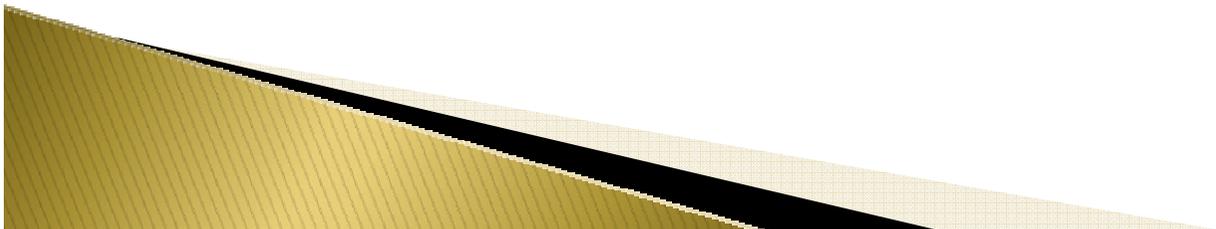
# Gasoductos, ramales y redes



# Modelos matemáticos. Fórmulas

Hipótesis simplificativas para el cálculo:

- ▶ Flujo unidimensional
- ▶ Régimen turbulento
- ▶ Flujo isotérmico
- ▶ Cañería horizontal (pendientes menores a 10 grados)



# Algunas fórmulas de cálculo de flujo de gas en conductos para alta presión...

▶ General 
$$Q = 0,1811 \cdot \frac{T_o}{P_o} \sqrt{\frac{P_1^2 - P_2^2}{Z.G.T.L}} \cdot D^{2.5} \cdot \left(\frac{1}{f}\right)^{0.5}$$

▶ Weymouth 
$$Q = 1,739 \cdot E \cdot \frac{T_o}{P_o} \sqrt{\frac{P_1^2 - P_2^2}{Z.G.T.L}} \cdot D^{2.666}$$

▶ California 
$$Q = 1,523 \cdot E \cdot \frac{T_o}{P_o} \sqrt{\frac{P_1^2 - P_2^2}{Z.G.T.L}} \cdot D^{2.666}$$

▶ Cox - Pittsburg - Rix - Towl 
$$Q = C \cdot E \cdot \frac{T_o}{P_o} \sqrt{\frac{P_1^2 - P_2^2}{Z.G.T.L}} \cdot D^{2.5}$$

Con:

- C = 2,42 para Cox
- C = 2,67 para Pittsburg
- C = 2,68 para Rix
- C = 2,78 para Towl

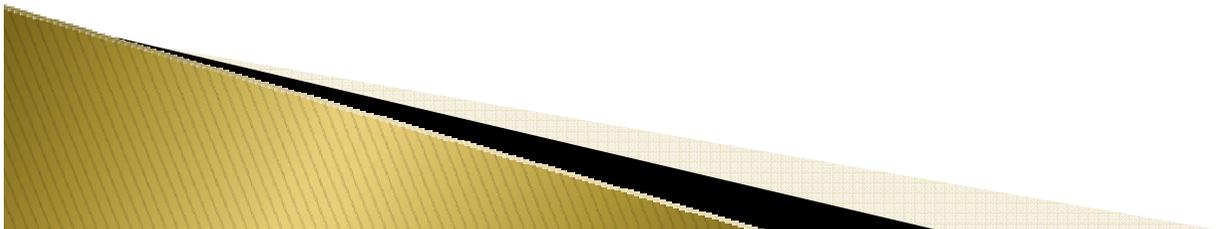
# Modelos off line

Regimen:       – estacionario  
                      – transitorio

Calibración: SCADA → presiones, Q

Aplicaciones:

- ▶ Planificar el crecimiento de los sistemas
- ▶ Verificar la posibilidad de suministro a nuevos clientes
- ▶ Resolver problemas operativos y tomar decisiones

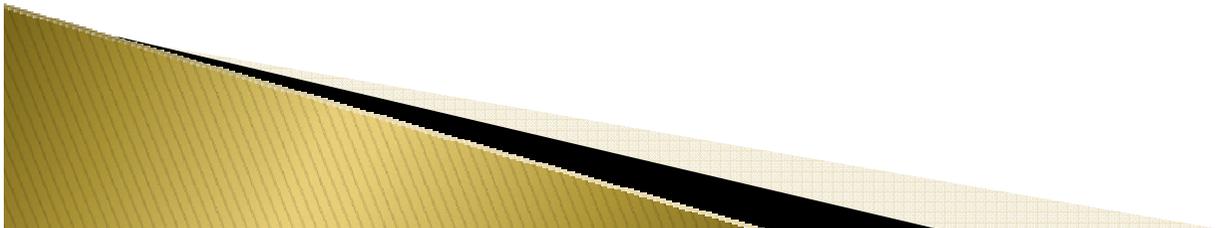


# Modelos on line

Modelos que se alimentan con los datos provenientes de la conexión on line con SCADA

## Aplicaciones:

- ▶ Toma de decisiones respecto de despachos de gas hacia los clientes o centros de consumo
- ▶ Para realizar pronósticos
- ▶ Para resolver conflictos operativos por incidentes



# “Gracias por concurrir...”

Ing. Angelina Soto  
Dra. Ing. Silvia Bruno

