



Universidad Carlos III de Madrid  
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Máster Universitario en Ingeniería Industrial

# Pérdidas de energía en redes de distribución en Baja Tensión – Smart Grids

Trabajo Fin de Máster

**Autor:**

*José Ángel Velasco*

**Directora:**

*Hortensia Amaris*

*Leganés, 27 de septiembre de 2016*



## Índice

1. Introducción
2. Metodología  
balance de carga
3. Caso de estudio
4. Extrapolación  
de pérdidas
5. Conclusiones

# Índice

- 1. Introducción**
- 2. Metodología de balance de carga**
- 3. Caso de estudio**
- 4. Extrapolación de pérdidas**
- 5. Conclusiones**



## Índice

1. Introducción
2. Metodología  
balance de carga
3. Caso de estudio
4. Extrapolación  
de pérdidas
5. Conclusiones



## Índice

### 1. Introducción

*1.1 Red de  
Distribución en BT*

*1.2 Funcionamiento  
“Tradicional”*

*1.3 Funcionamiento  
“Smart Grid”*

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# 1. Introducción



## Índice

### 1. Introducción

#### *1.1 Red de Distribución en BT*

#### *1.2 Funcionamiento “Tradicional”*

#### *1.3 Funcionamiento “Smart Grid”*

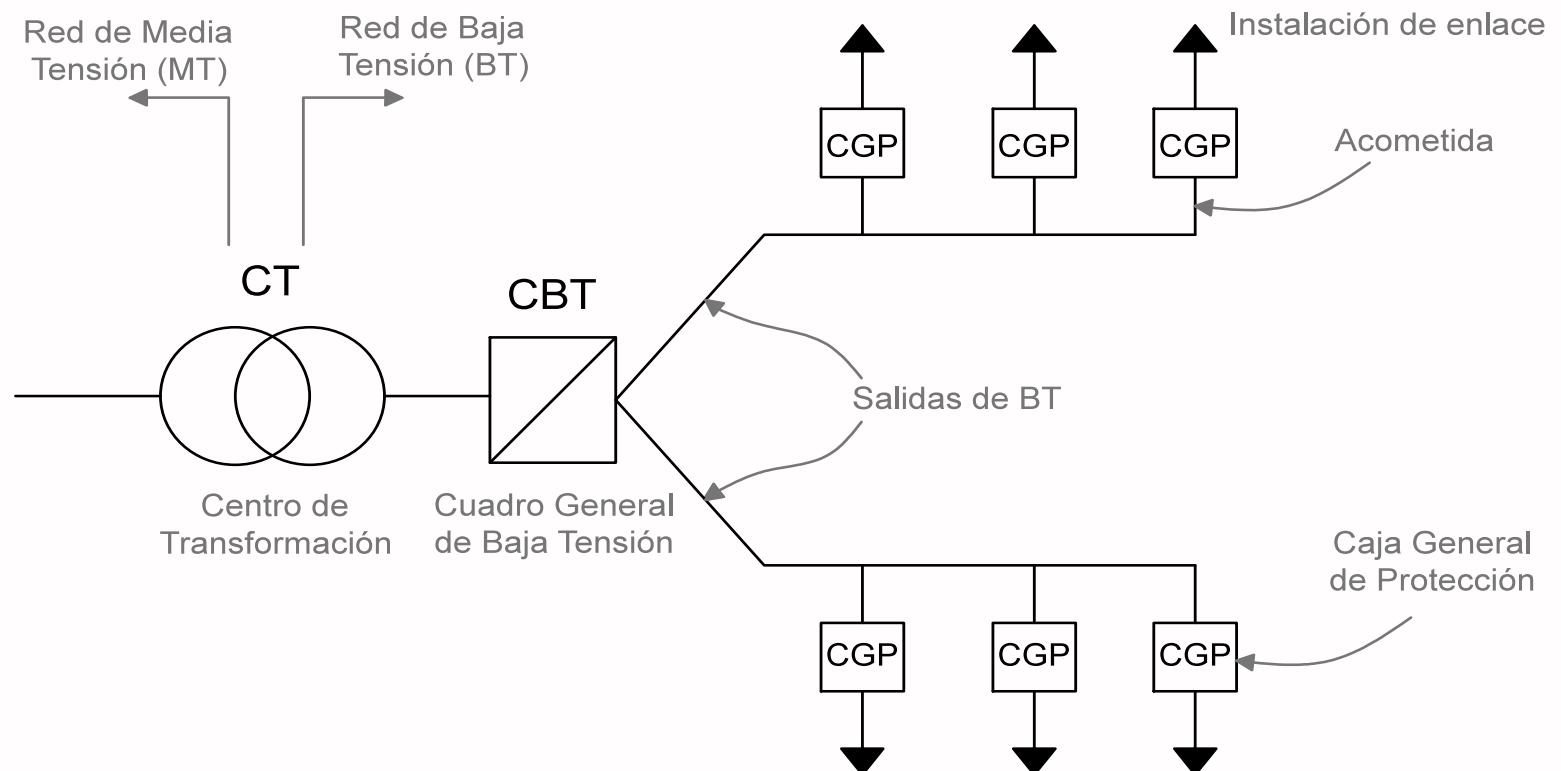
### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Red de distribución en BT





## Índice

### 1. Introducción

#### 1.1 Red de Distribución en BT

#### 1.2 Funcionamiento "Tradicional"

#### 1.3 Funcionamiento "Smart Grid"

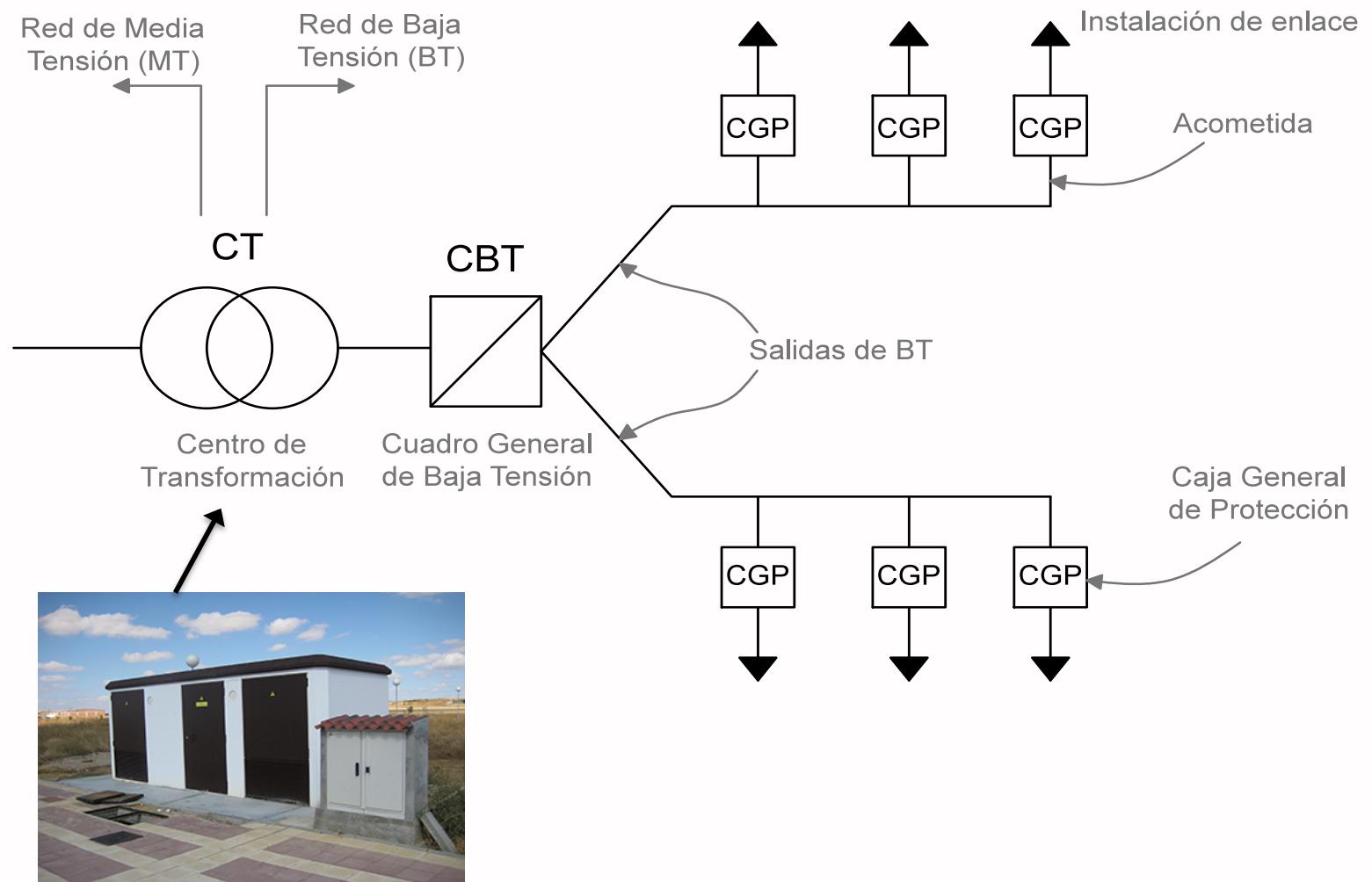
### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Red de distribución en BT





## Índice

### 1. Introducción

#### *1.1 Red de Distribución en BT*

#### *1.2 Funcionamiento “Tradicional”*

#### *1.3 Funcionamiento “Smart Grid”*

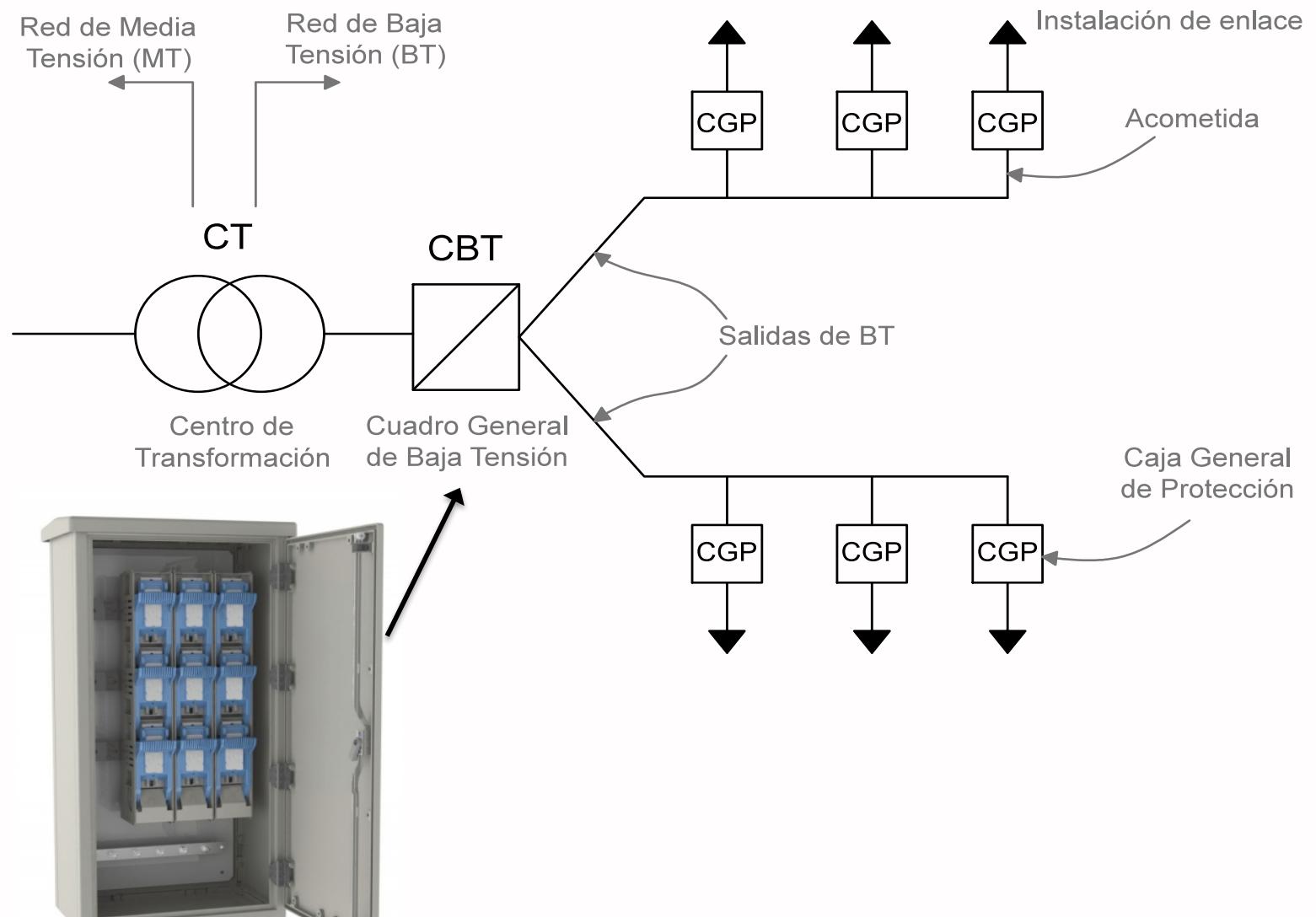
### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Red de distribución en BT





## Índice

### 1. Introducción

#### 1.1 Red de Distribución en BT

#### 1.2 Funcionamiento "Tradicional"

#### 1.3 Funcionamiento "Smart Grid"

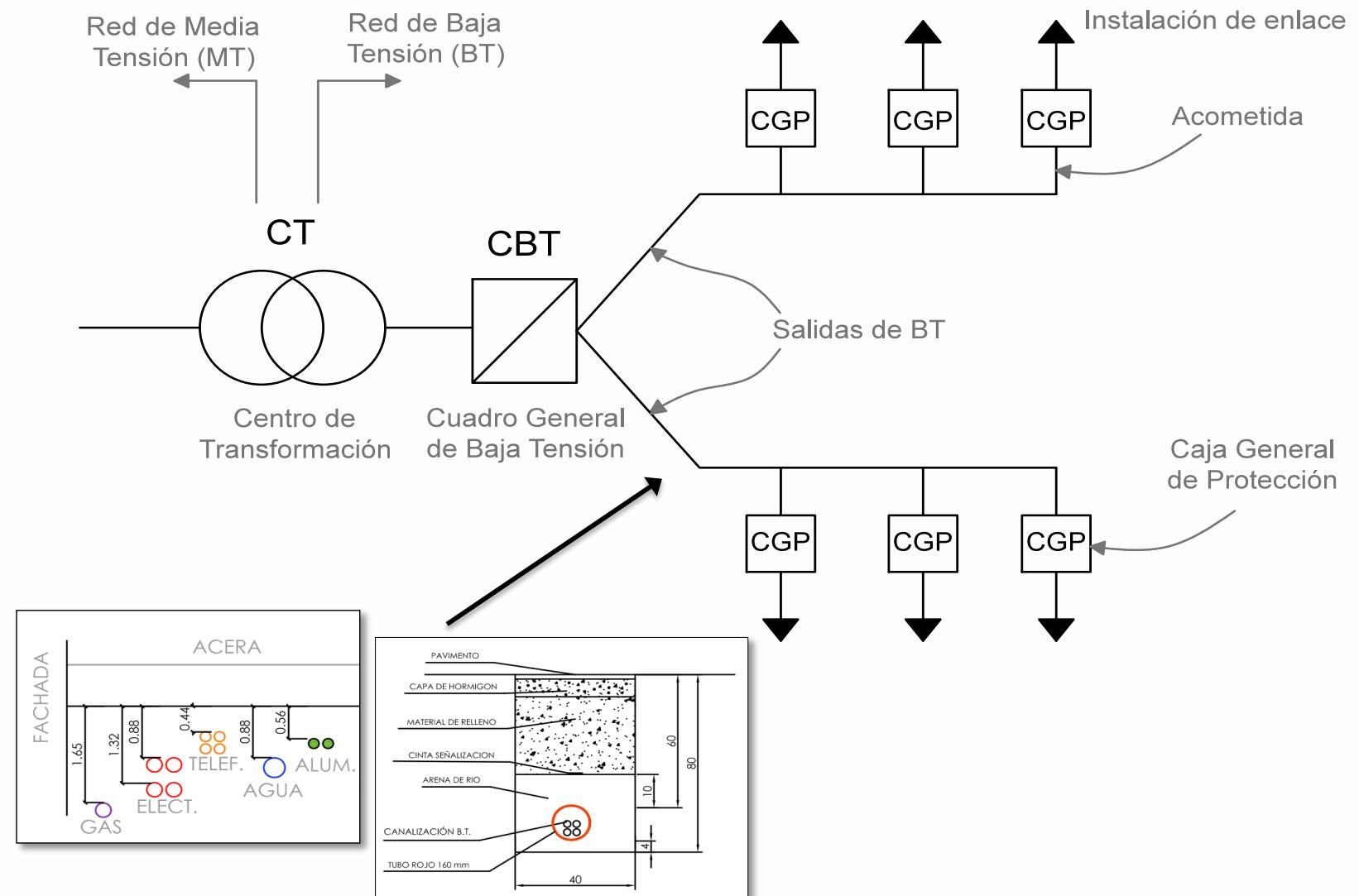
### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Red de distribución en BT





## Índice

### 1. Introducción

#### 1.1 Red de Distribución en BT

#### 1.2 Funcionamiento "Tradicional"

#### 1.3 Funcionamiento "Smart Grid"

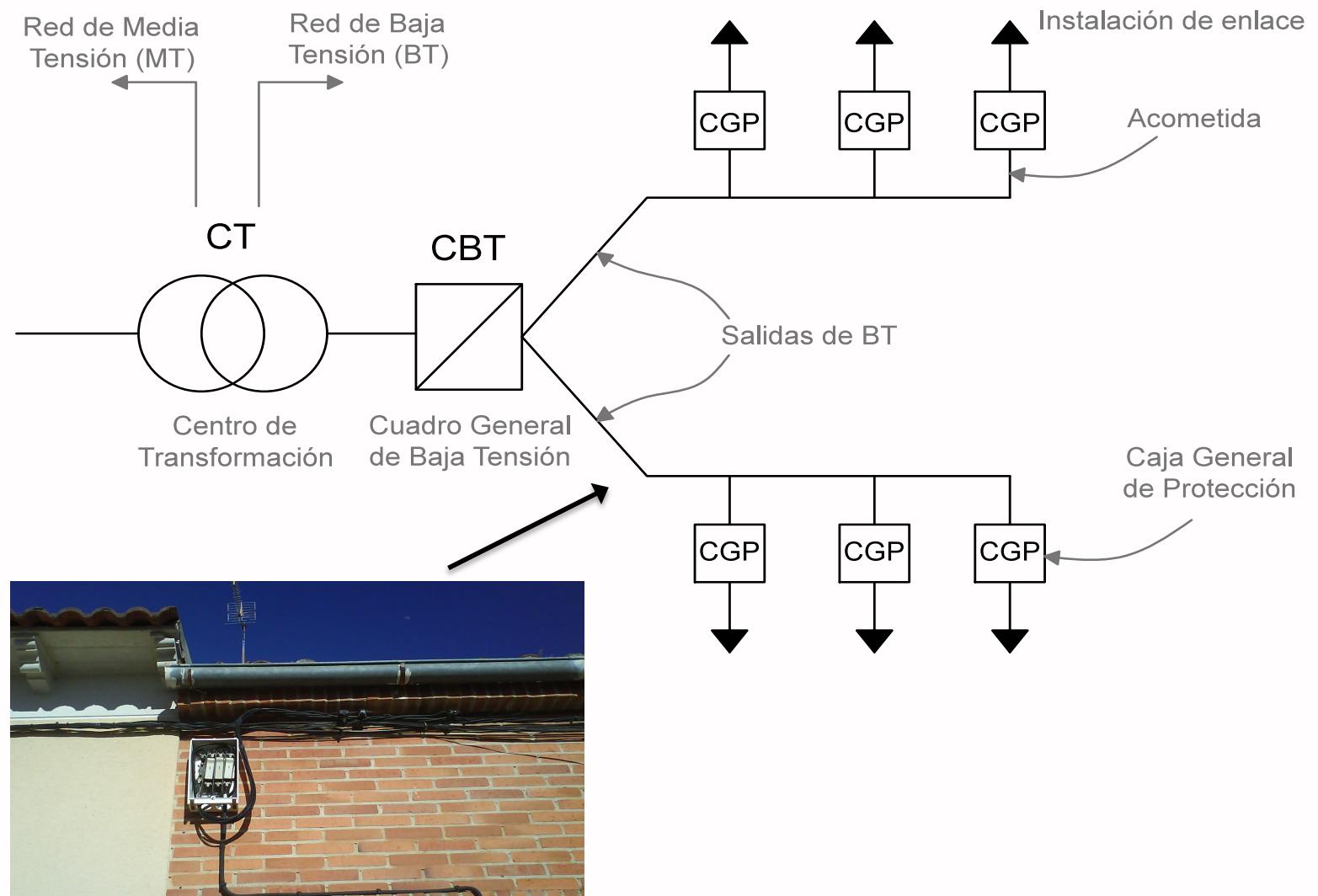
### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Red de distribución en BT





## Índice

### 1. Introducción

#### 1.1 Red de Distribución en BT

#### 1.2 Funcionamiento "Tradicional"

#### 1.3 Funcionamiento "Smart Grid"

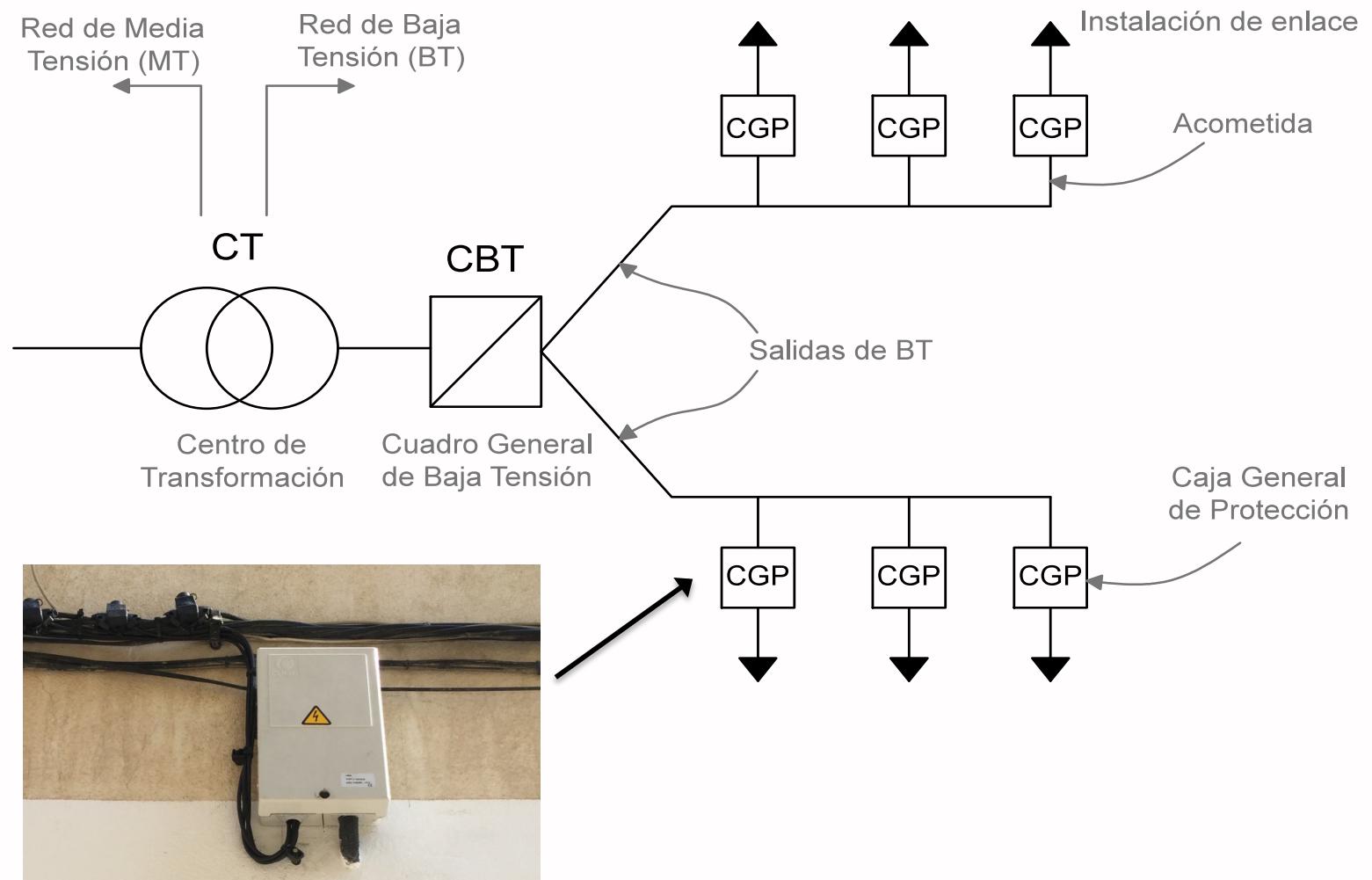
### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Red de distribución en BT





## Índice

### 1. Introducción

#### 1.1 Red de Distribución en BT

#### 1.2 Funcionamiento "Tradicional"

#### 1.3 Funcionamiento "Smart Grid"

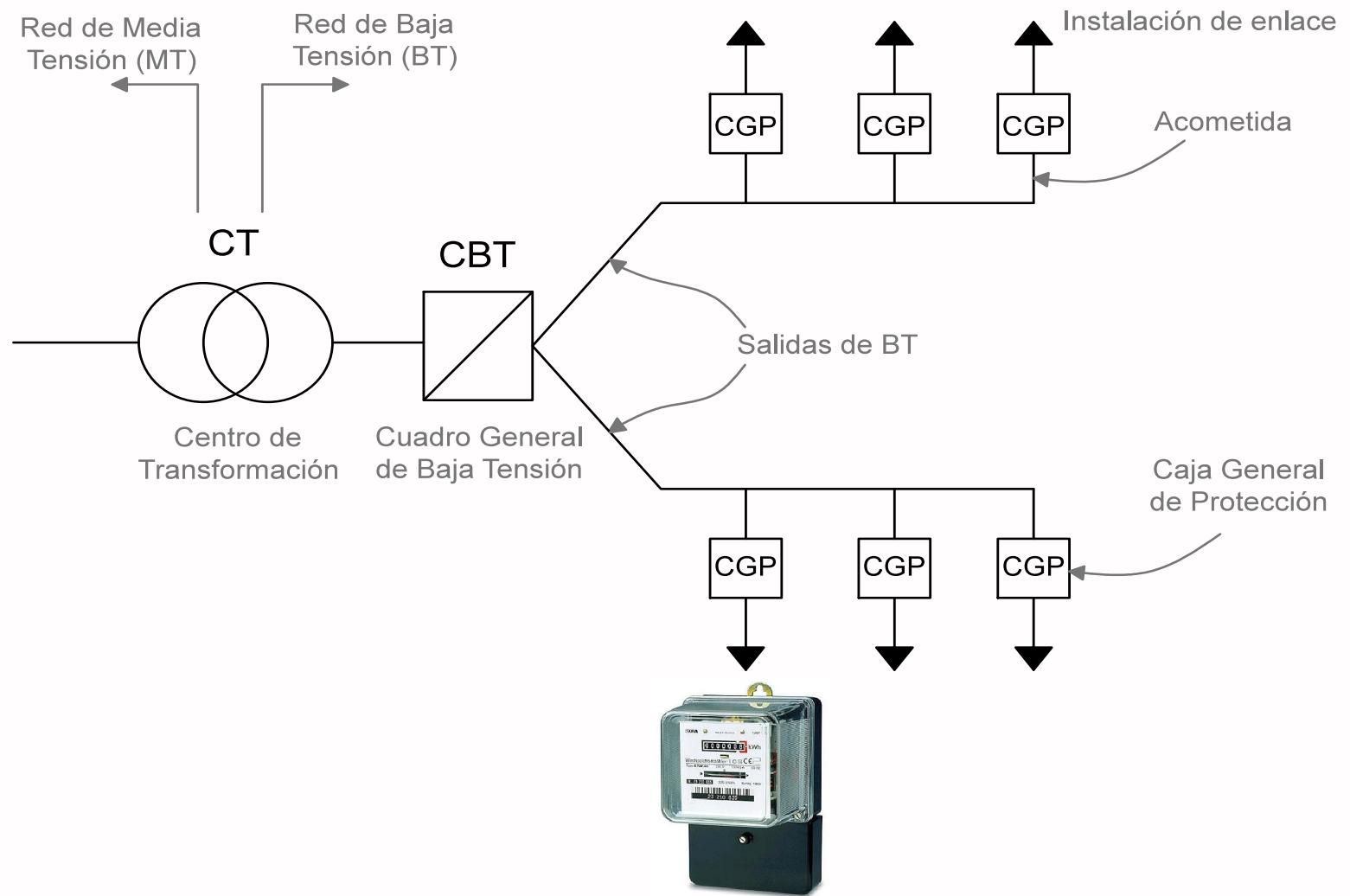
### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Red de distribución en BT





## Índice

### 1. Introducción

*1.1 Red de Distribución en BT*

*1.2 Funcionamiento “Tradicional”*

*1.3 Funcionamiento “Smart Grid”*

### 2. Metodología balance de carga

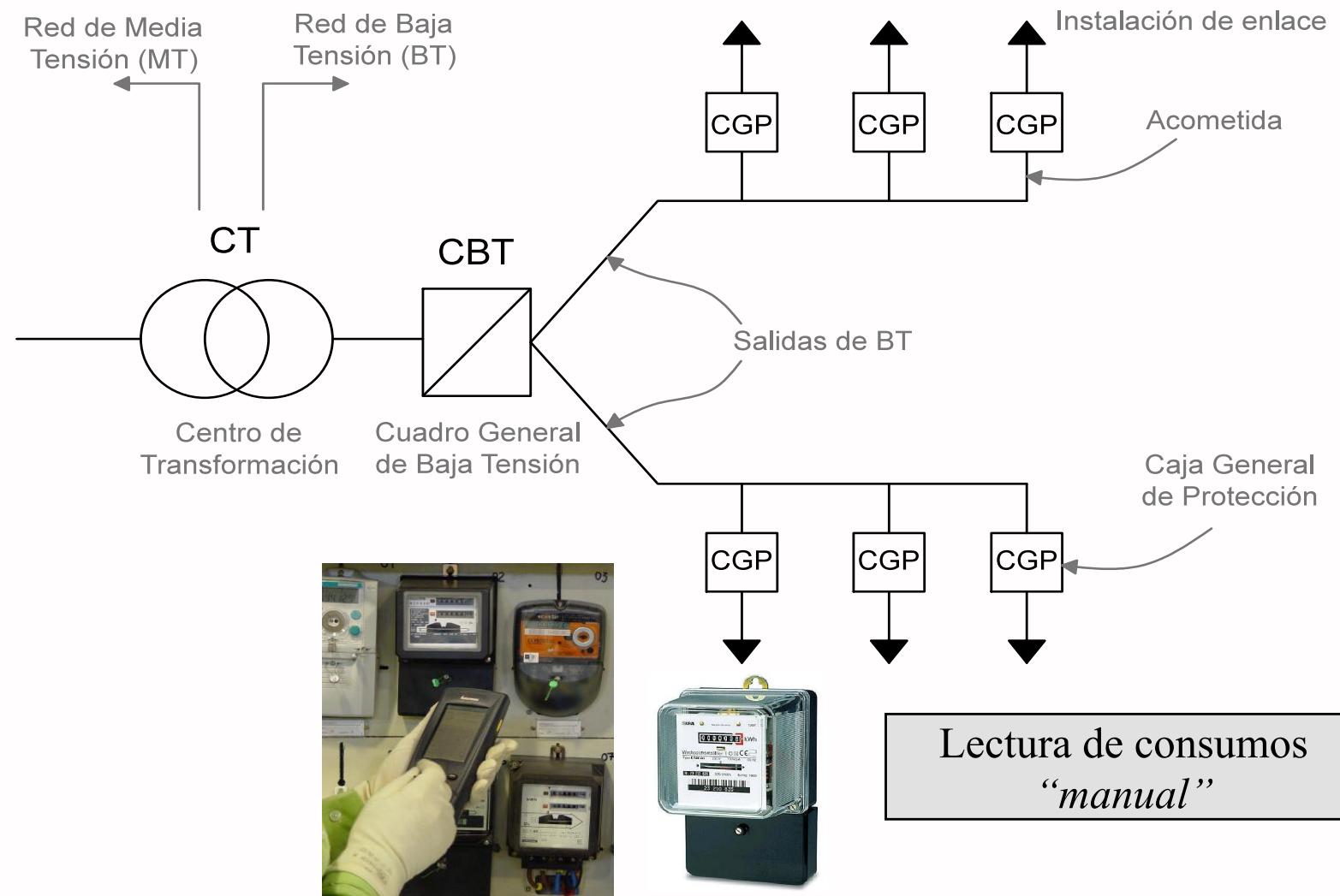
### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Red de distribución en BT

## *Funcionamiento “Tradicional”*





## Índice

### 1. Introducción

*1.1 Red de Distribución en BT*

*1.2 Funcionamiento “Tradicional”*

*1.3 Funcionamiento “Smart Grid”*

### 2. Metodología balance de carga

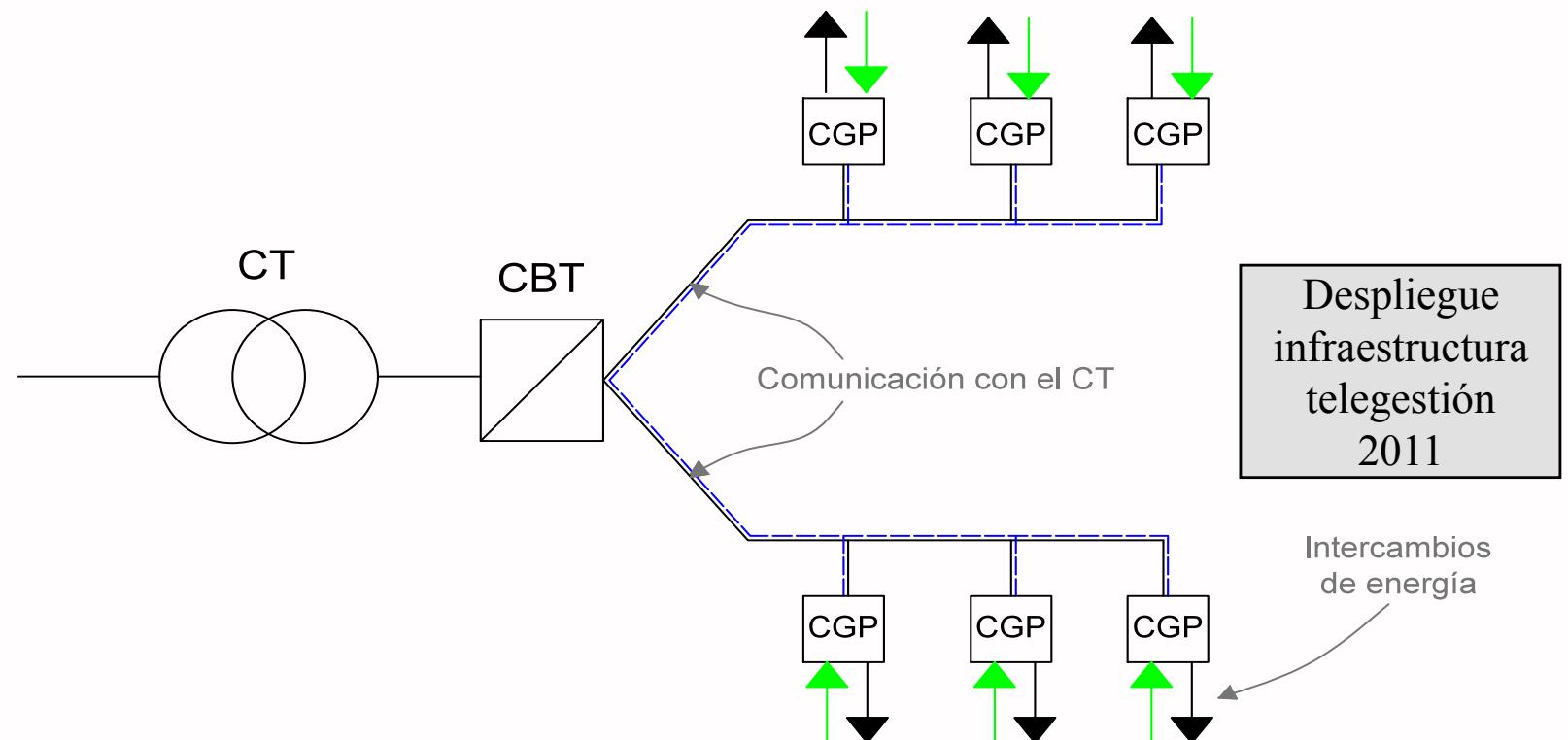
### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Red de distribución en BT

*Funcionamiento “Smart Grid”*





## Índice

### 1. Introducción

1.1 Red de Distribución en BT

1.2 Funcionamiento “Tradicional”

1.3 Funcionamiento “Smart Grid”

### 2. Metodología balance de carga

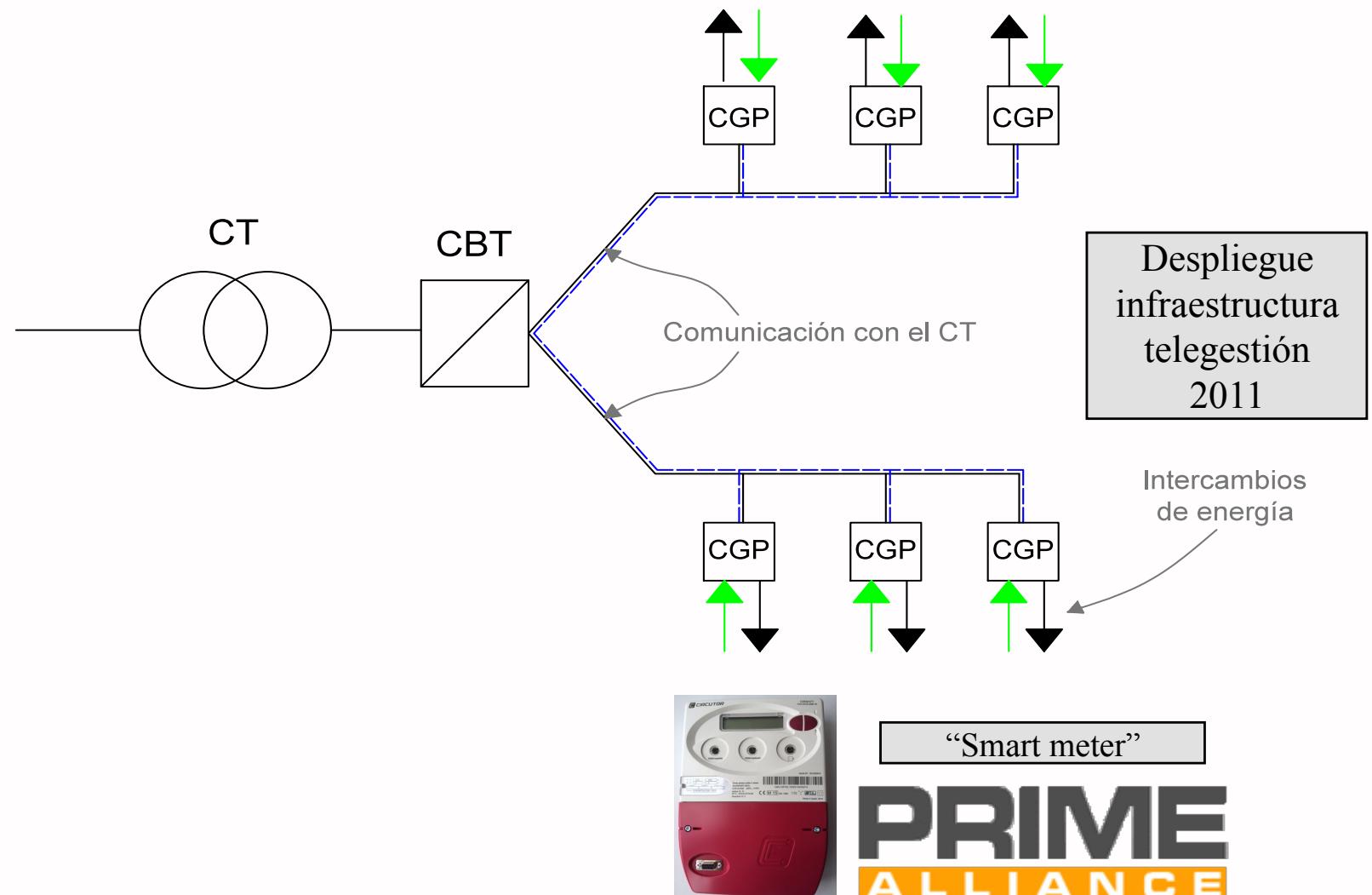
### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Red de distribución en BT

*Funcionamiento “Smart Grid”*





## Índice

### 1. Introducción

*1.1 Red de Distribución en BT*

*1.2 Funcionamiento “Tradicional”*

*1.3 Funcionamiento “Smart Grid”*

### 2. Metodología balance de carga

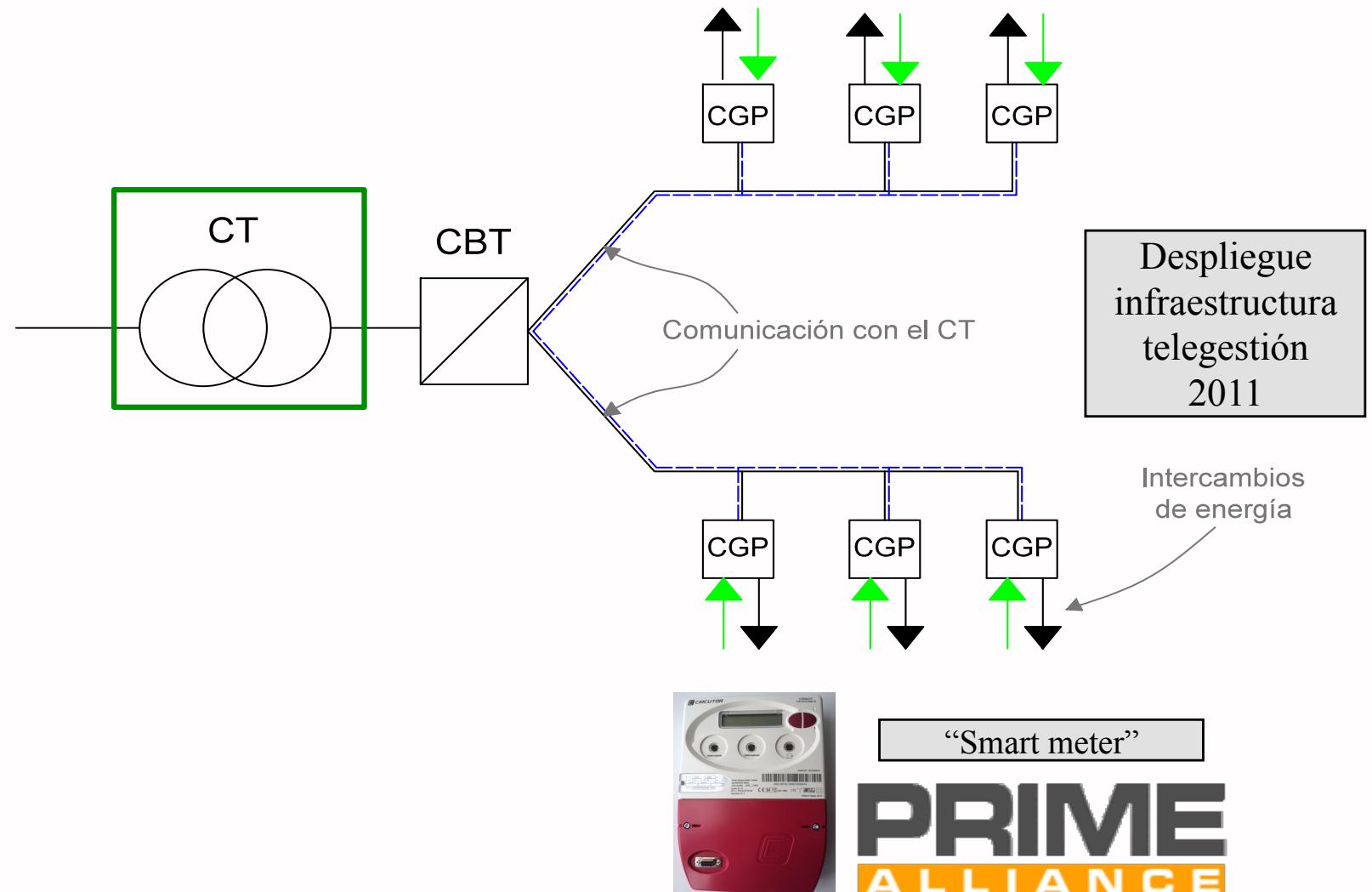
### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Red de distribución en BT

*Funcionamiento “Smart Grid”*





## Índice

### 1. Introducción

*1.1 Red de Distribución en BT*

*1.2 Funcionamiento “Tradicional”*

*1.3 Funcionamiento “Smart Grid”*

### 2. Metodología balance de carga

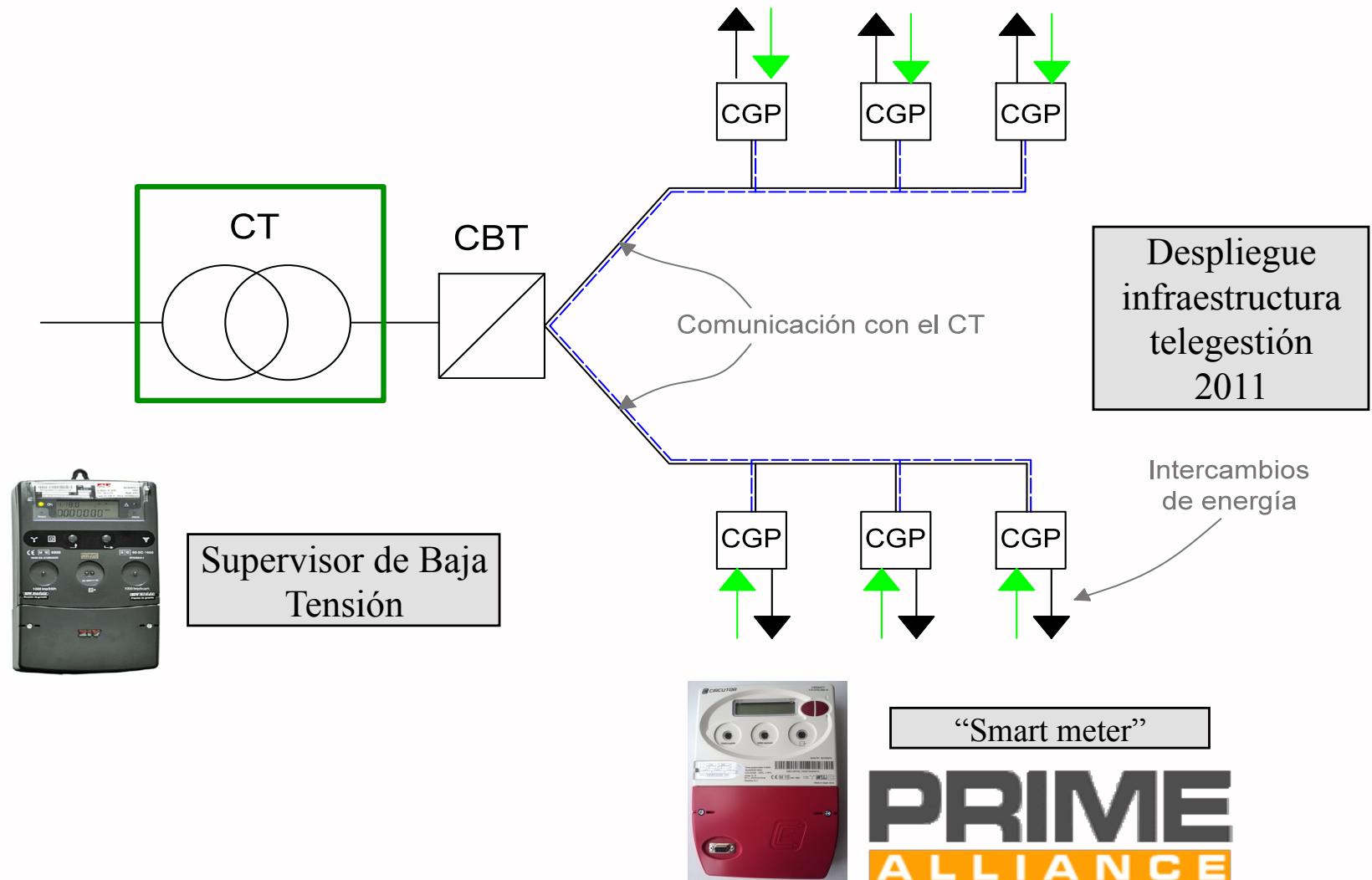
### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Red de distribución en BT

*Funcionamiento “Smart Grid”*





## Índice

### 1. Introducción

1.1 Red de Distribución en BT

1.2 Funcionamiento “Tradicional”

1.3 Funcionamiento “Smart Grid”

### 2. Metodología balance de carga

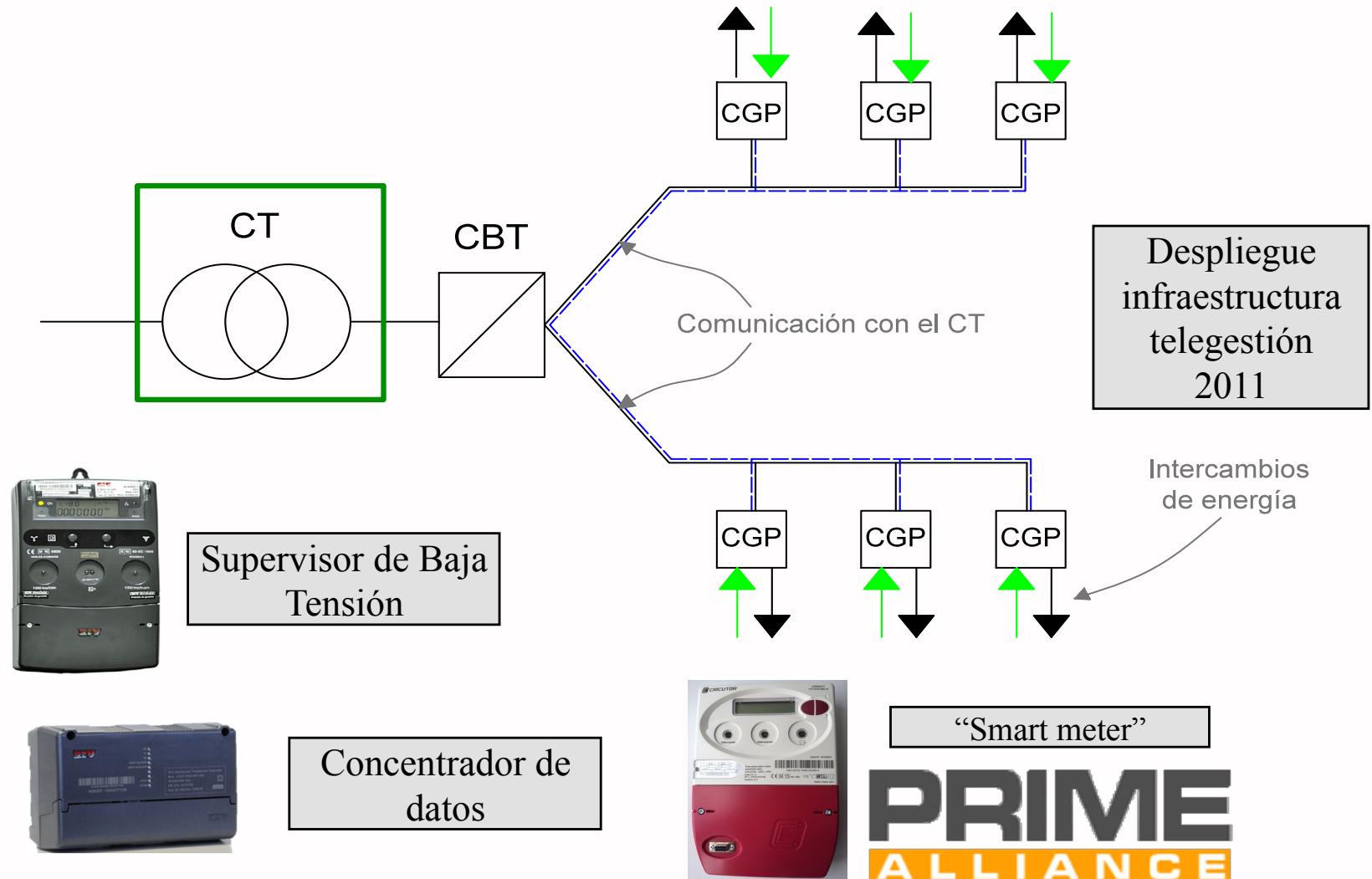
### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Red de distribución en BT

*Funcionamiento “Smart Grid”*





## Índice

### 1. Introducción

1.1 Red de Distribución en BT

1.2 Funcionamiento “Tradicional”

1.3 Funcionamiento “Smart Grid”

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

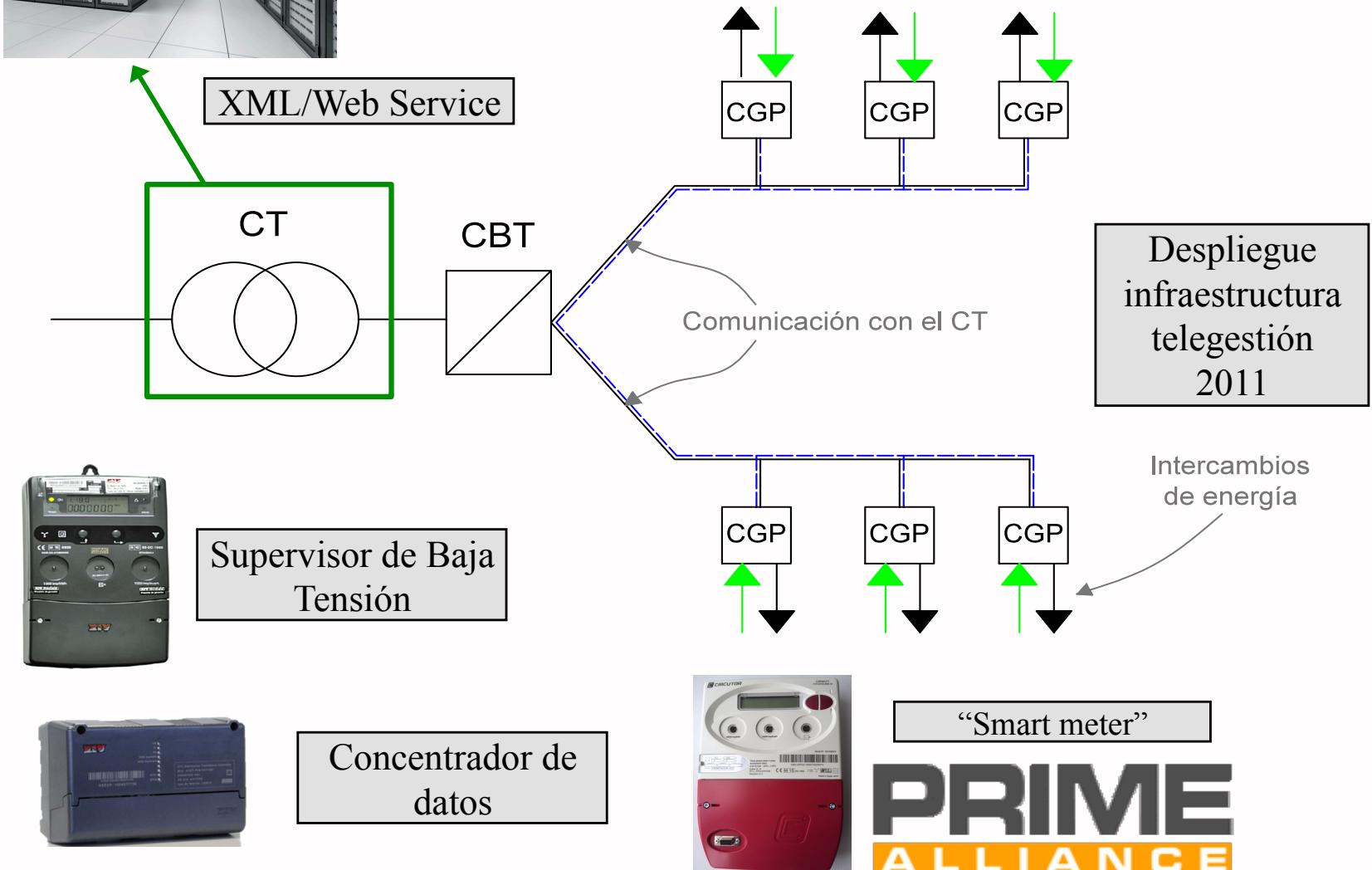
### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Red de distribución en BT



*Funcionamiento “Smart Grid”*





## Índice

1. Introducción
2. Metodología  
balance de carga
3. Caso de estudio
4. Extrapolación  
de pérdidas
5. Conclusiones

## 2. Metodología de balance de carga



## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

## 2. Metodología de balance de carga



## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

#### 2.1 Diagrama general

#### 2.2 Algoritmo Estimación demanda No-telegestionada

#### 2.3 Algoritmo Flujo de carga

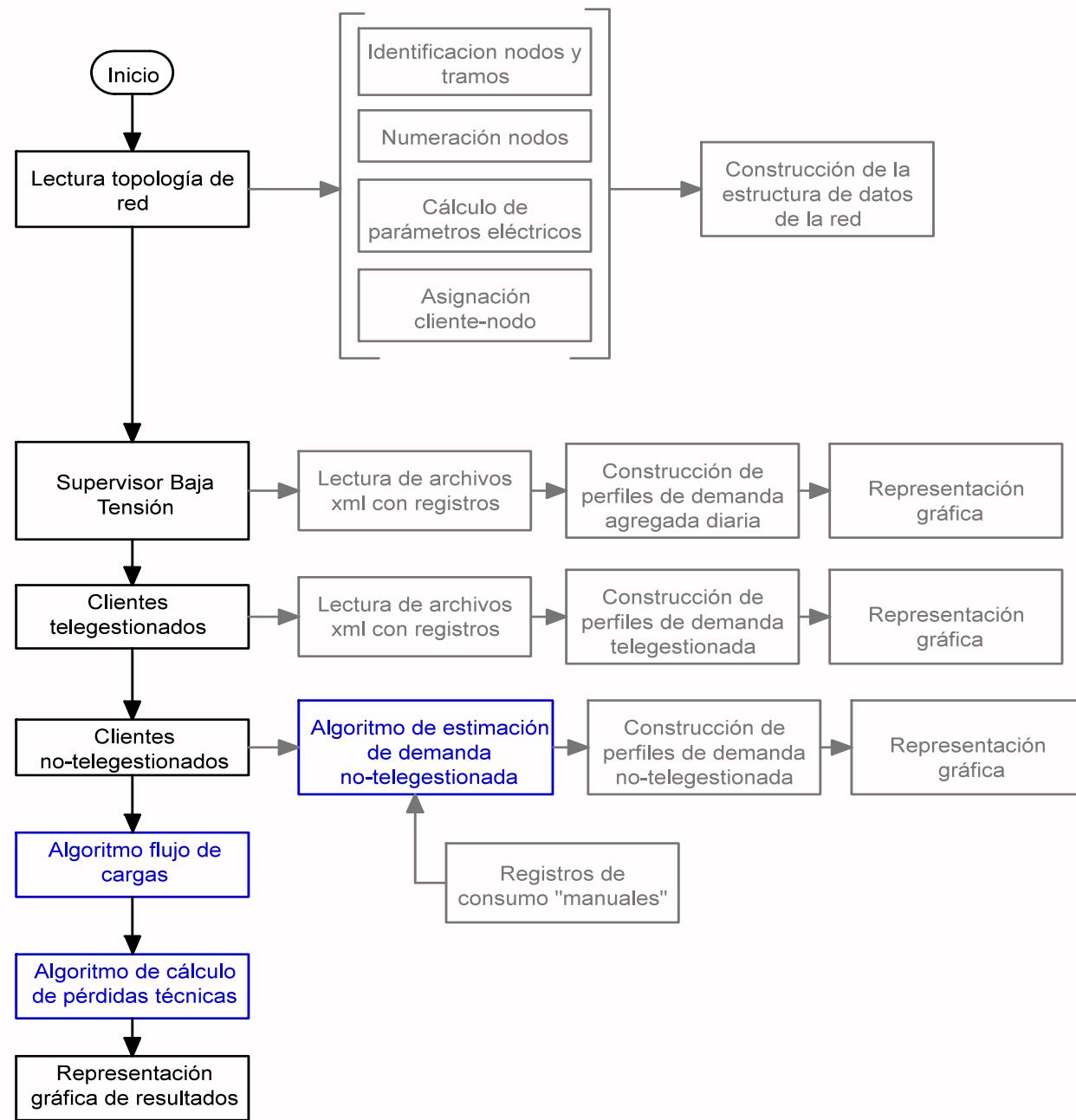
#### 2.4 Algoritmo Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Diagrama general





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

#### 2.1 Diagrama general

#### 2.2 Algoritmo Estimación demanda No-telegestionada

#### 2.3 Algoritmo Flujo de carga

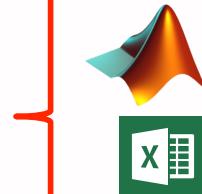
#### 2.4 Algoritmo Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

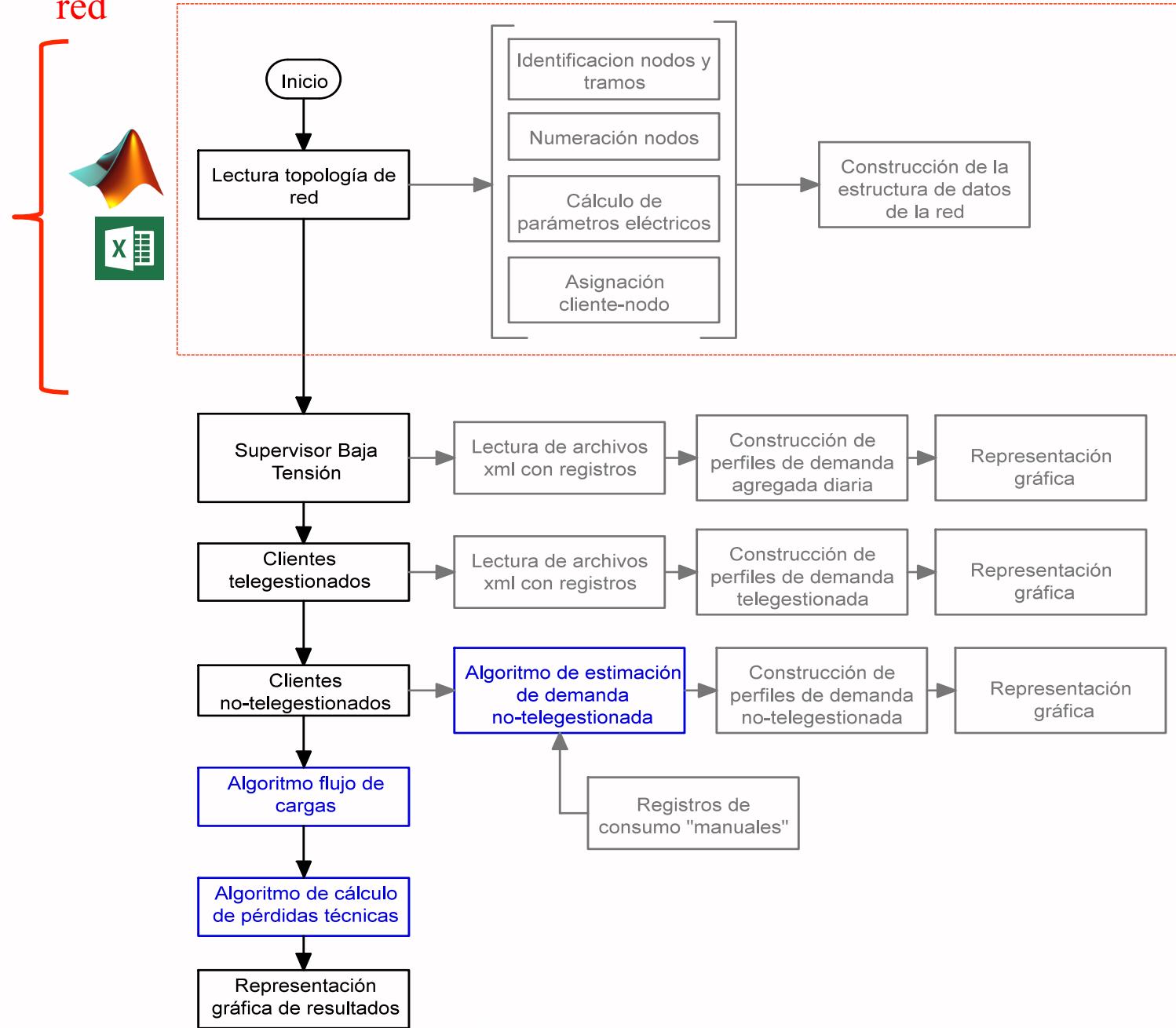
### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

## Modelado red



# Diagrama general





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

#### 2.1 Diagrama general

2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada

2.3 Algoritmo  
Flujo de carga

2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas

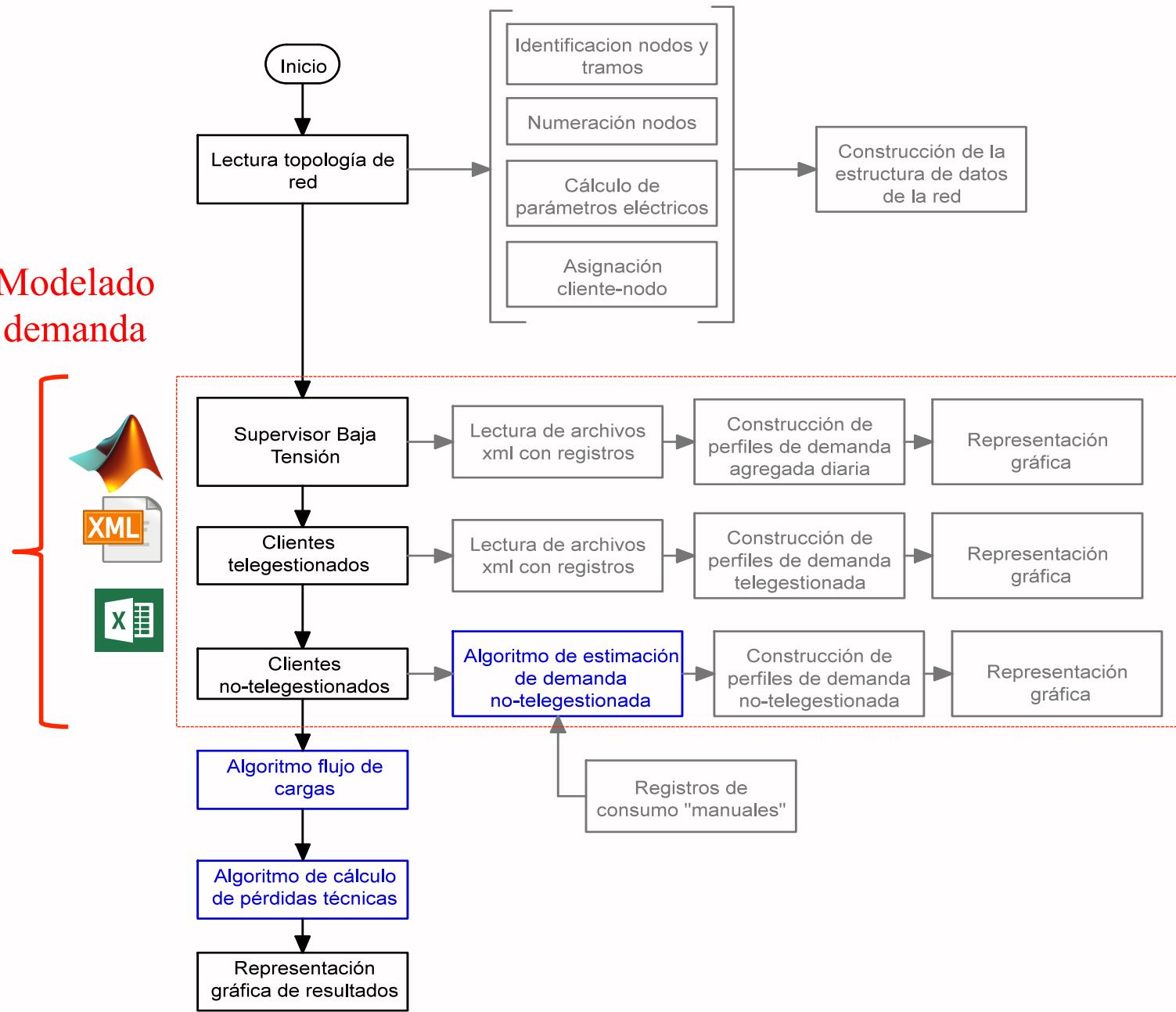
### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Diagrama general

## Modelado demanda





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

#### 2.1 Diagrama general

#### 2.2 Algoritmo Estimación demanda No-telegestionada

#### 2.3 Algoritmo Flujo de carga

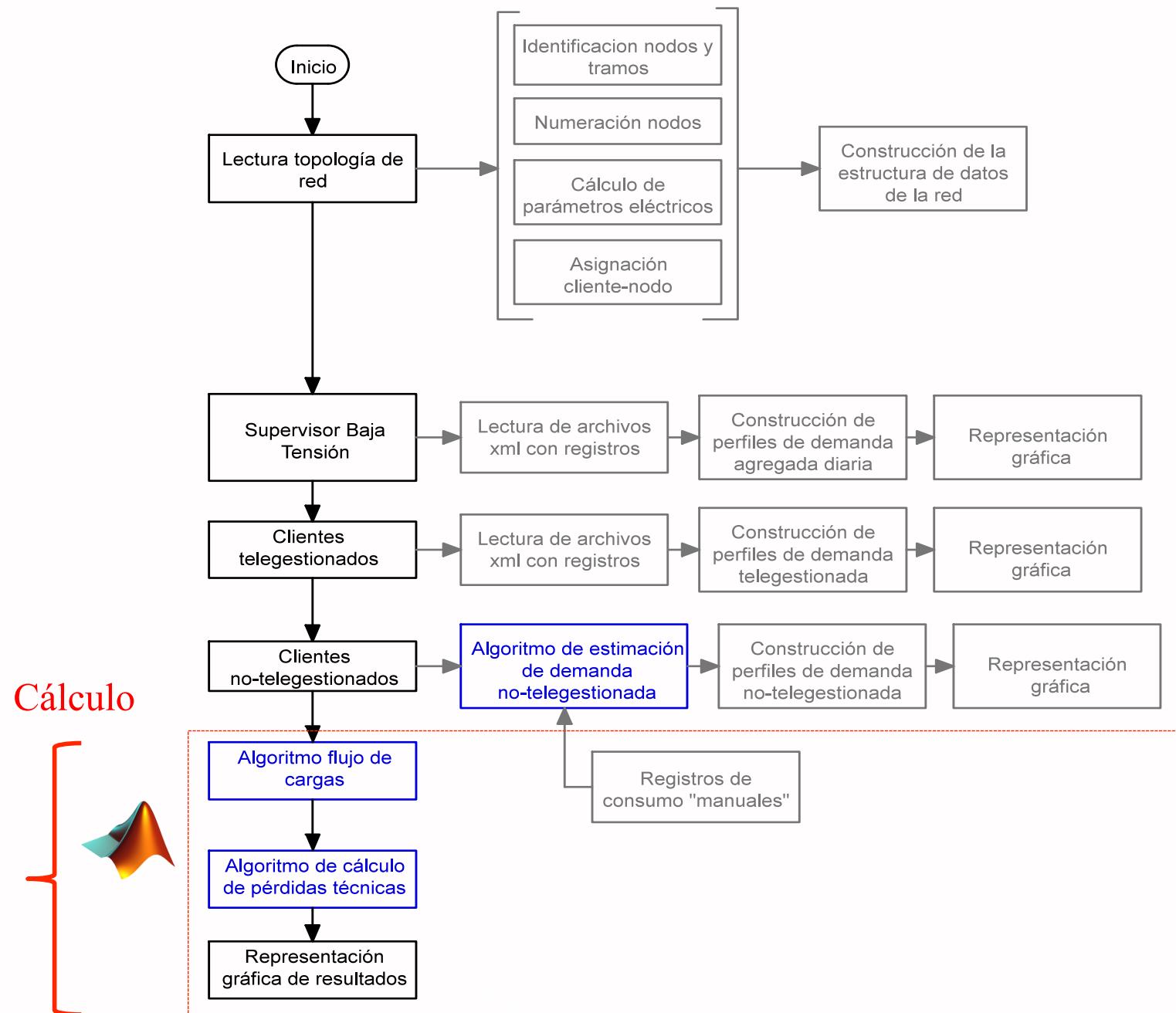
#### 2.4 Algoritmo Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Diagrama general





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

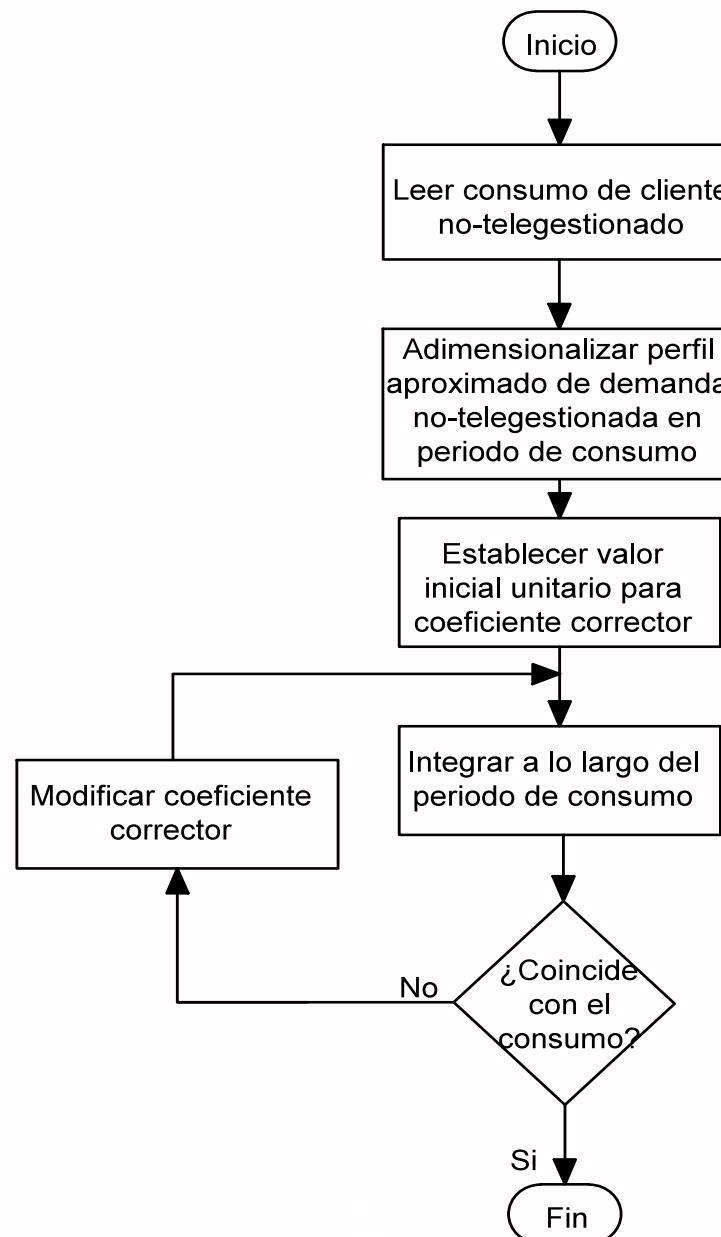
*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo estimación demanda no-telegestionada





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

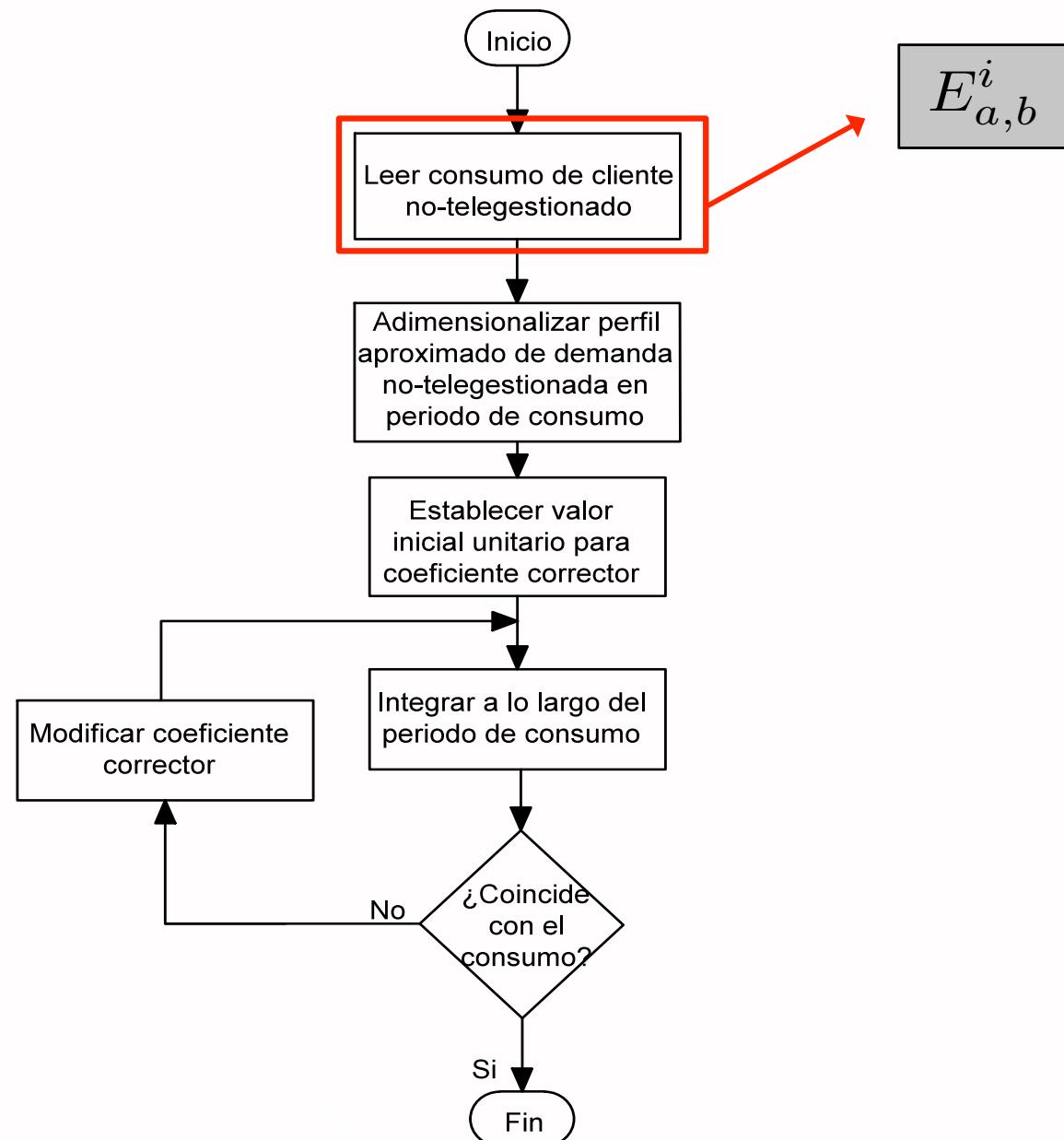
*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo estimación demanda no-telegestionada





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

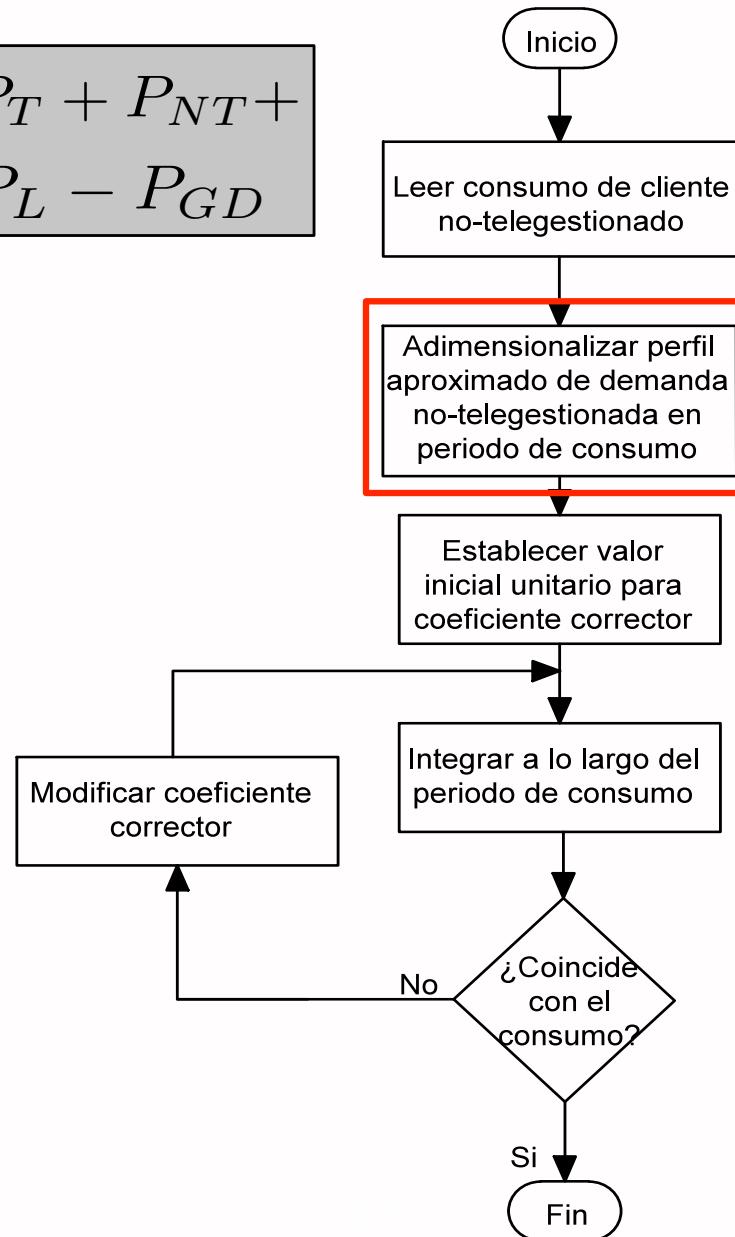
### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo estimación demanda no-telegestionada

$$P_{SBT} = P_T + P_{NT} + \\ P_L - P_{GD}$$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

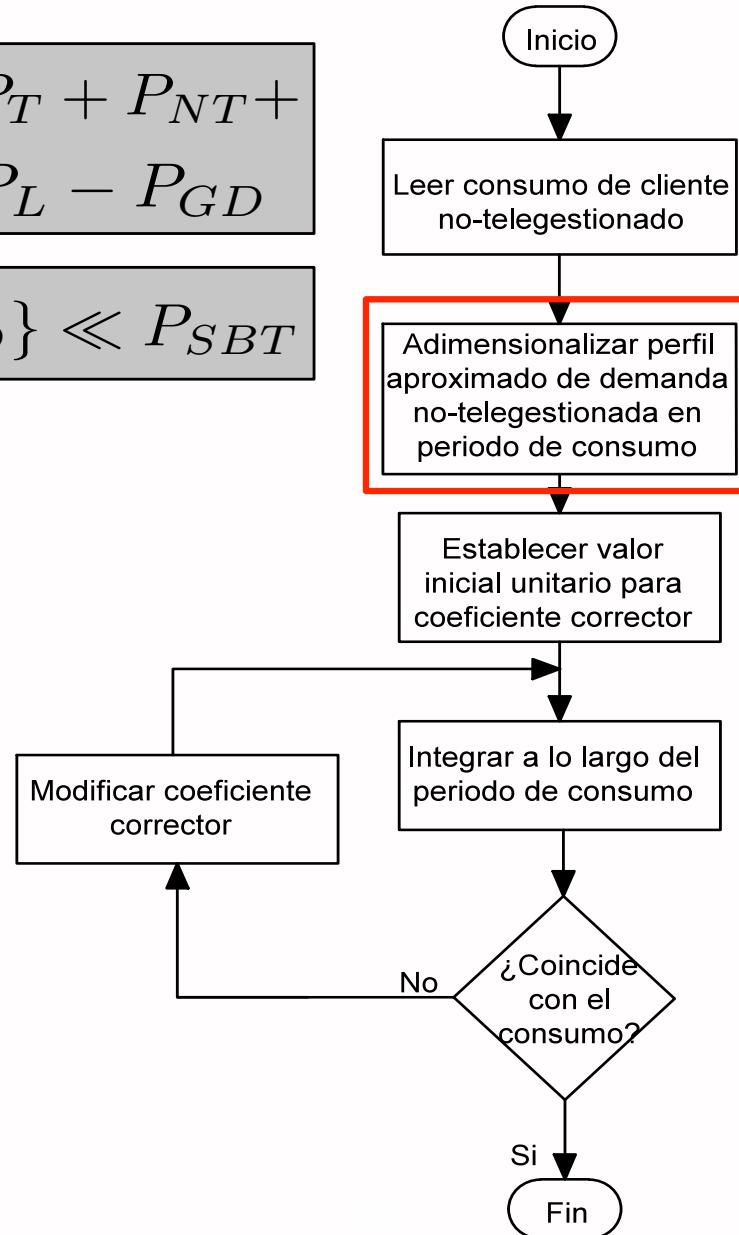
### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo estimación demanda no-telegestionada

$$P_{SBT} = P_T + P_{NT} + \\ P_L - P_{GD}$$

$$\{P_L, P_{GD}\} \ll P_{SBT}$$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

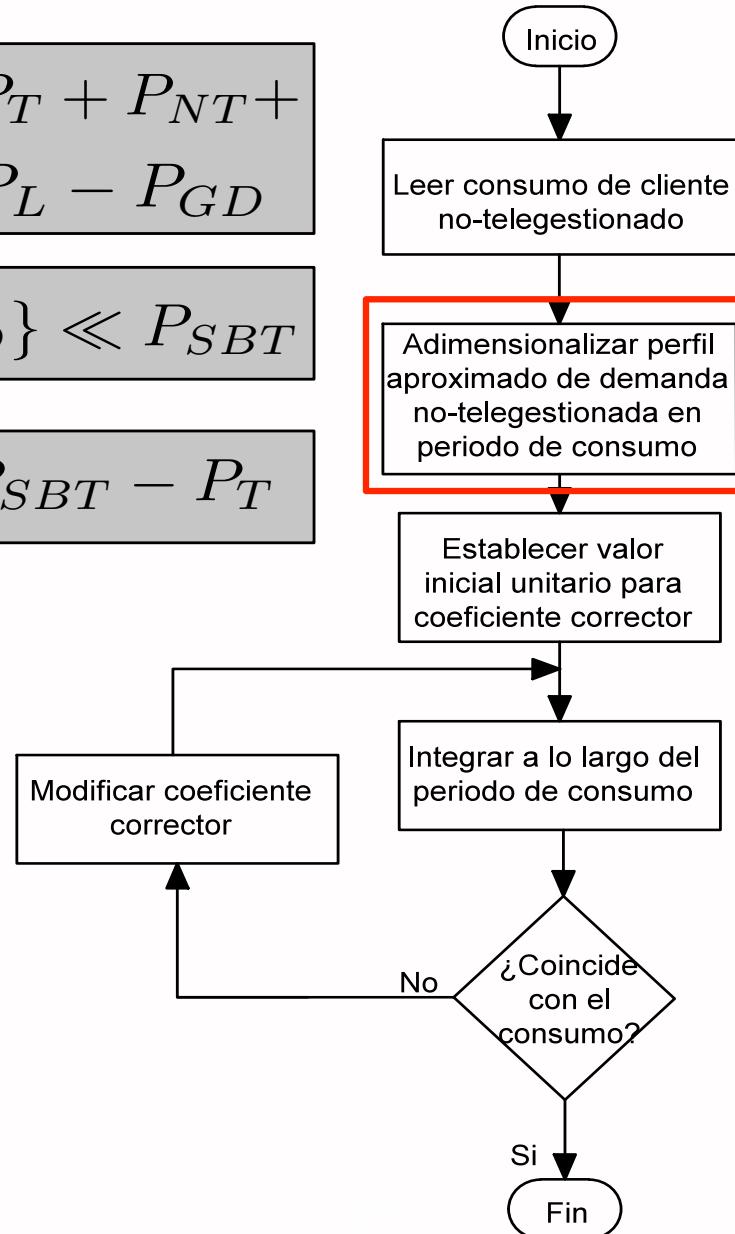
### 5. Conclusiones

# Algoritmo estimación demanda no-telegestionada

$$P_{SBT} = P_T + P_{NT} + P_L - P_{GD}$$

$$\{P_L, P_{GD}\} \ll P_{SBT}$$

$$P_{NT} \approx P_{SBT} - P_T$$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo estimación demanda no-telegestionada

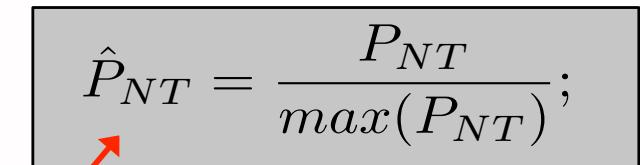
$$P_{SBT} = P_T + P_{NT} + P_L - P_{GD}$$

$$\{P_L, P_{GD}\} \ll P_{SBT}$$

$$P_{NT} \approx P_{SBT} - P_T$$



$$\hat{P}_{NT} = \frac{P_{NT}}{\max(P_{NT})};$$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

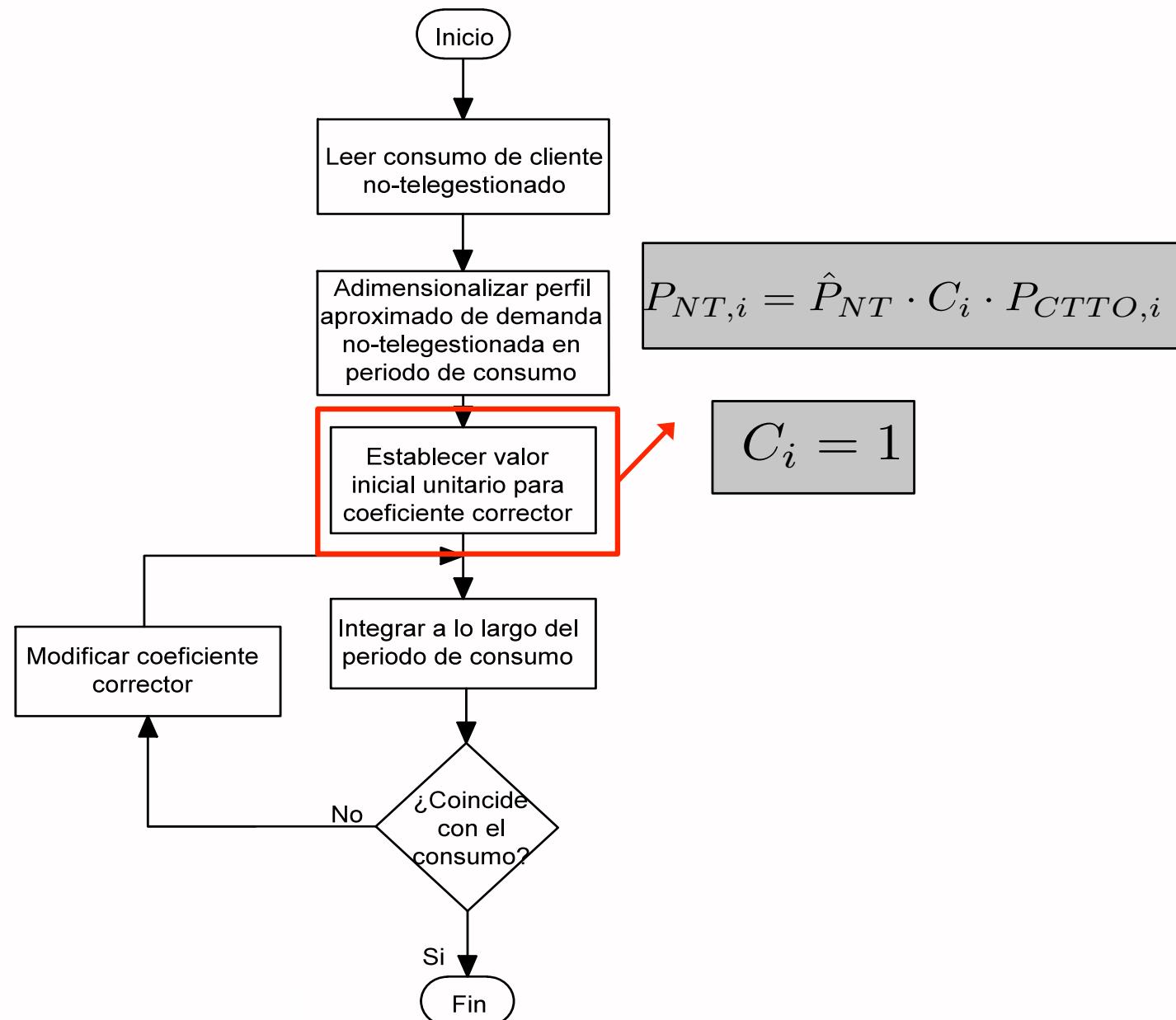
*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo estimación demanda no-telegestionada





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

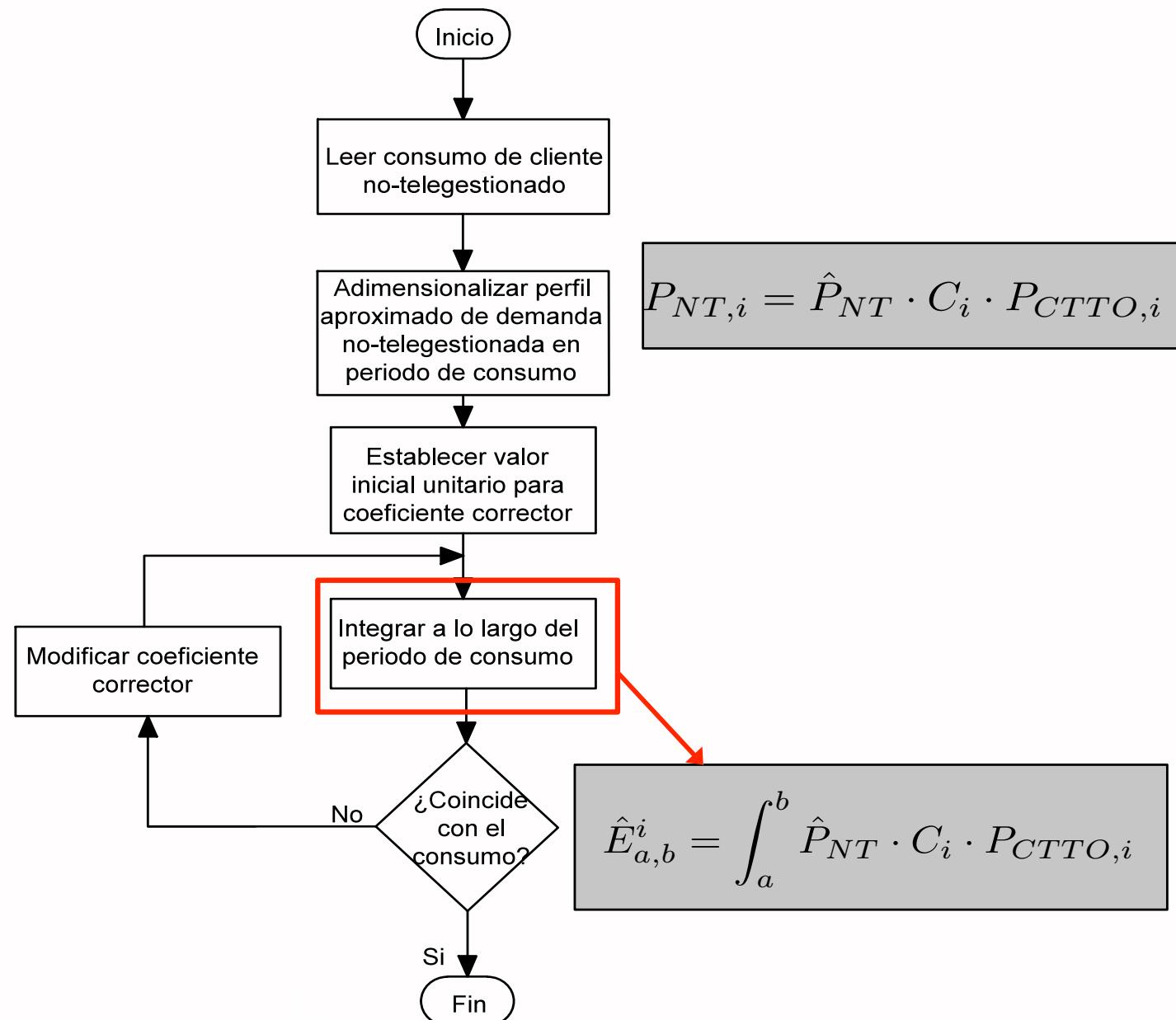
*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo estimación demanda no-telegestionada





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

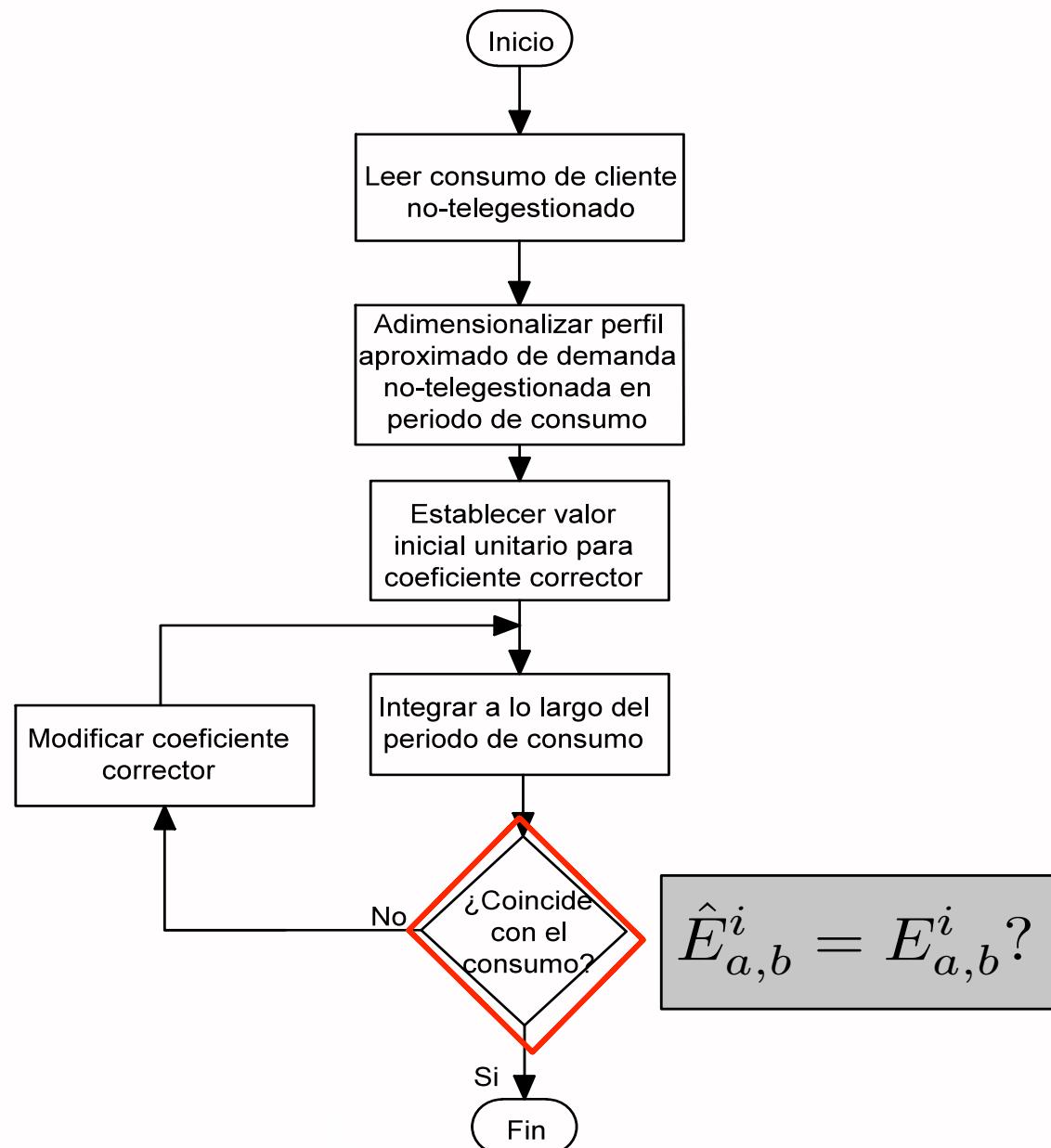
*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo estimación demanda no-telegestionada





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

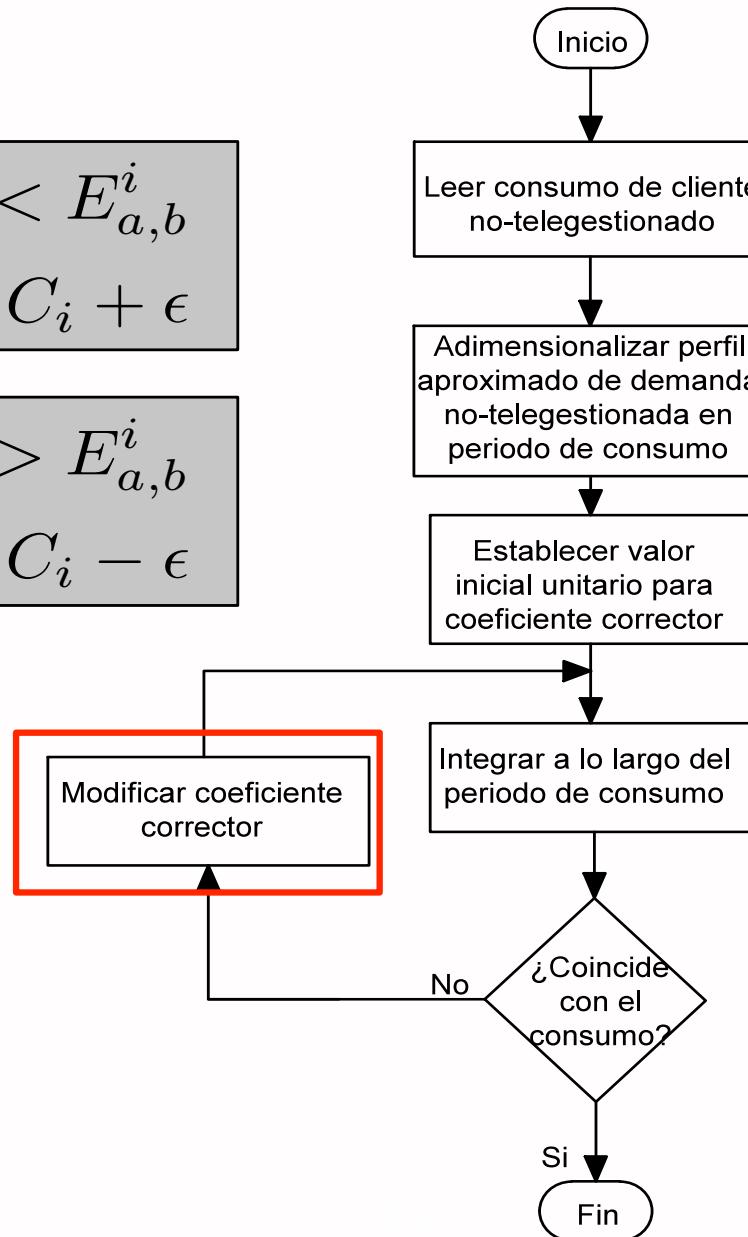
### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo estimación demanda no-telegestionada

$$\hat{E}_{a,b}^i < E_{a,b}^i \\ \rightarrow C_i = C_i + \epsilon$$

$$\hat{E}_{a,b}^i > E_{a,b}^i \\ \rightarrow C_i = C_i - \epsilon$$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

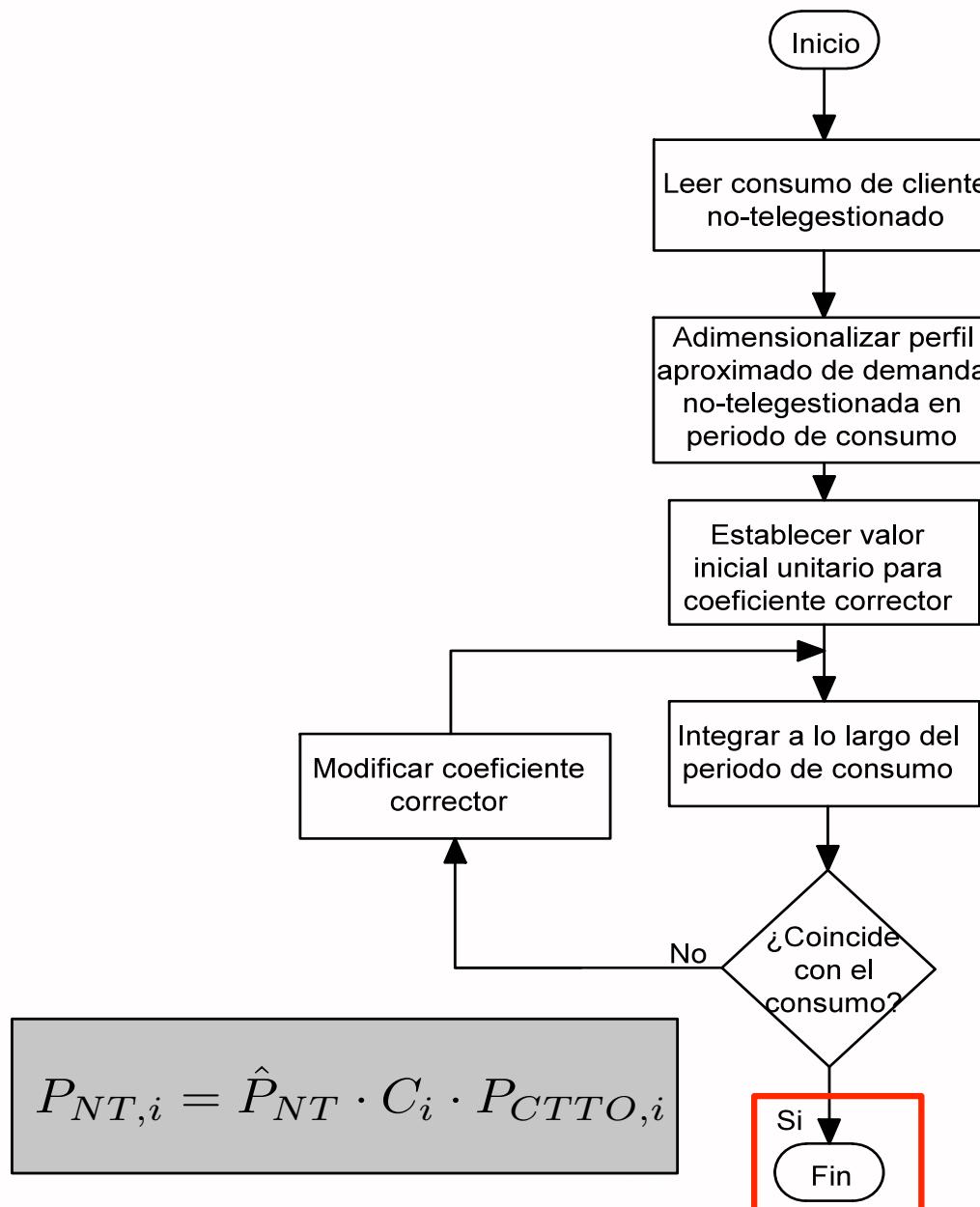
*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo estimación demanda no-telegestionada





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

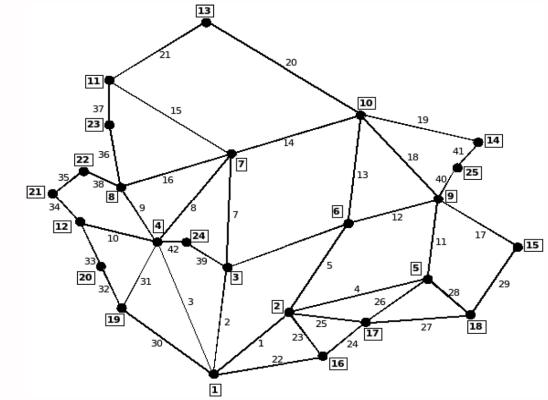
### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas

- ✓ Algoritmo clásico: “*Newton-Raphson*”

red de transporte y  
distribución malladas

OK





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

2.1 Diagrama  
general

2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada

2.3 Algoritmo  
Flujo de carga

2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

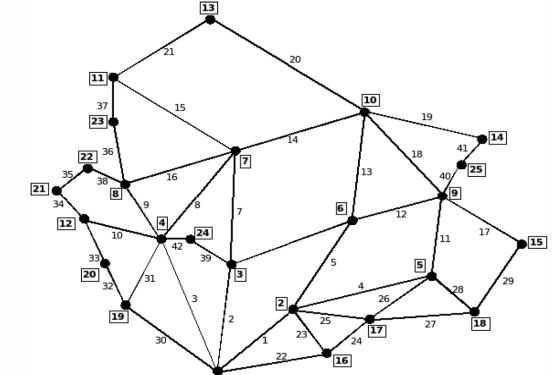
### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas

- ✓ Algoritmo clásico: “*Newton-Raphson*”

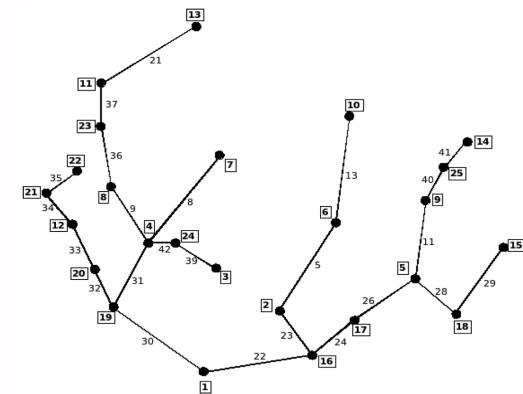
red de transporte y  
distribución malladas

OK



redes de distribución  
radiales

BAJO RENDIMIENTO/  
NO CONVERGE





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

2.1 Diagrama  
general

2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada

2.3 Algoritmo  
Flujo de carga

2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

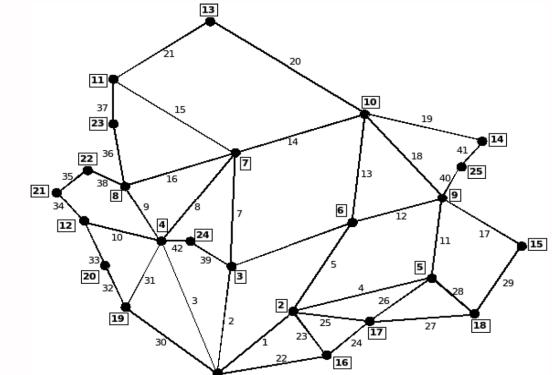
### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas

- ✓ Algoritmo clásico: “*Newton-Raphson*”

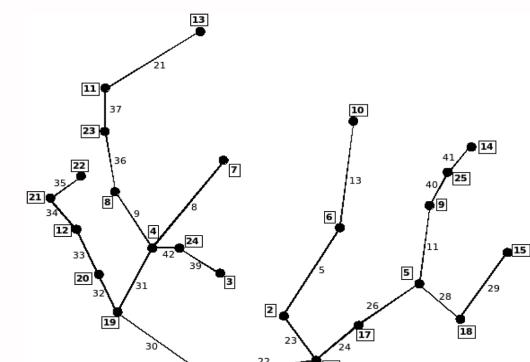
red de transporte y  
distribución malladas

OK



redes de distribución  
radiales

BAJO RENDIMIENTO/  
NO CONVERGE



Problemas  
“mal condicionados”  
 (“*Ill-conditioned*”)



## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

2.1 Diagrama  
general

2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada

2.3 Algoritmo  
Flujo de carga

2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

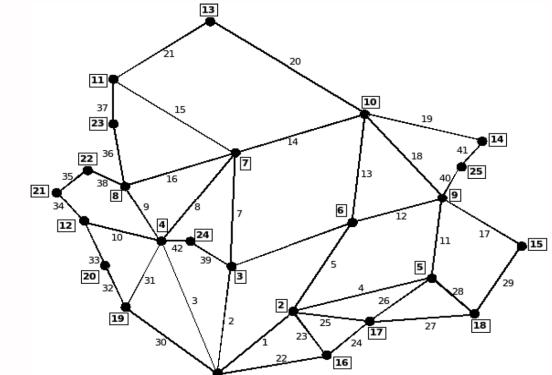
### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas

- ✓ Algoritmo clásico: “*Newton-Raphson*”

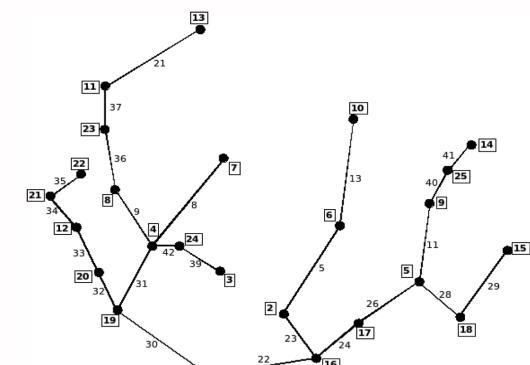
red de transporte y  
distribución malladas

OK



redes de distribución  
radiales

BAJO RENDIMIENTO/  
NO CONVERGE



Problemas  
“mal condicionados”  
 (“*Ill-conditioned*”)

$$[J] \Delta x = -\Delta S$$



## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

2.1 Diagrama  
general

2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada

2.3 Algoritmo  
Flujo de carga

2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

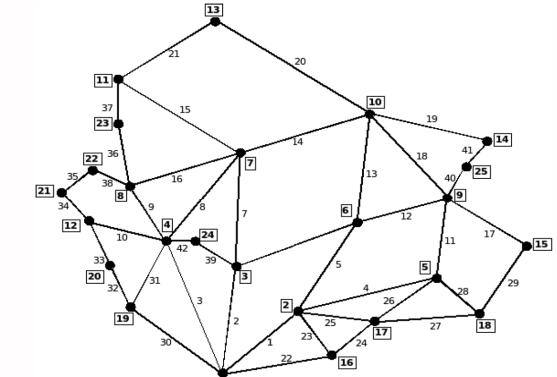
### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas

- ✓ Algoritmo clásico: “*Newton-Raphson*”

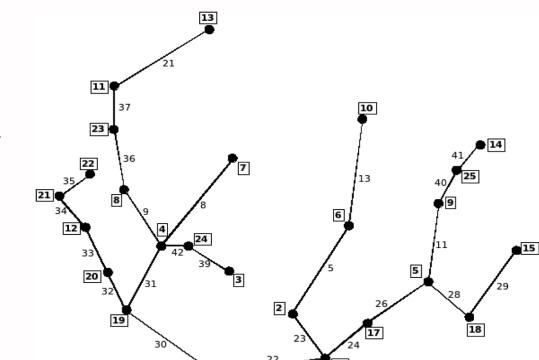
red de transporte y  
distribución malladas

OK



redes de distribución  
radiales

BAJO RENDIMIENTO/  
NO CONVERGE



Problemas  
“mal condicionados”  
 (“*Ill-conditioned*”)

- Líneas con alto ratio R/X  
→ Números “pequeños”

$$[J] \Delta x = -\Delta S$$



## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

2.1 Diagrama  
general

2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada

2.3 Algoritmo  
Flujo de carga

2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

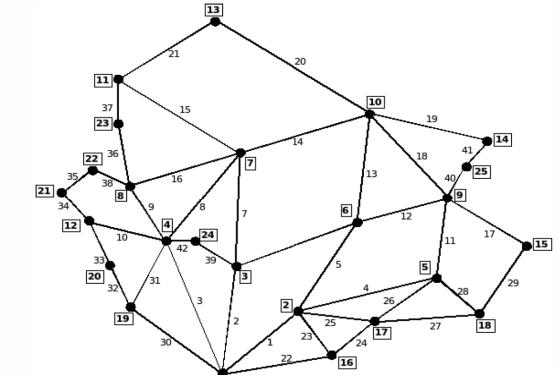
### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas

✓ Algoritmo clásico: “*Newton-Raphson*”

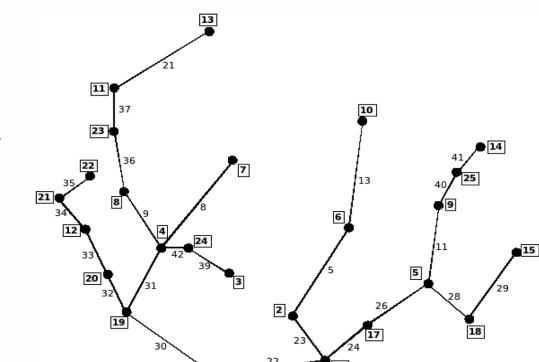
red de transporte y  
distribución malladas

OK



redes de distribución  
radiales

BAJO RENDIMIENTO/  
NO CONVERGE



Problemas  
“mal condicionados”  
 (“*Ill-conditioned*”)

$$[J] \Delta x = -\Delta S$$

- Líneas con alto ratio R/X  
→ Números “pequeños”
- Poca interconexión entre nodos  
(estructura radial)  
→ Matriz dispersa



## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

2.1 Diagrama  
general

2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada

2.3 Algoritmo  
Flujo de carga

2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

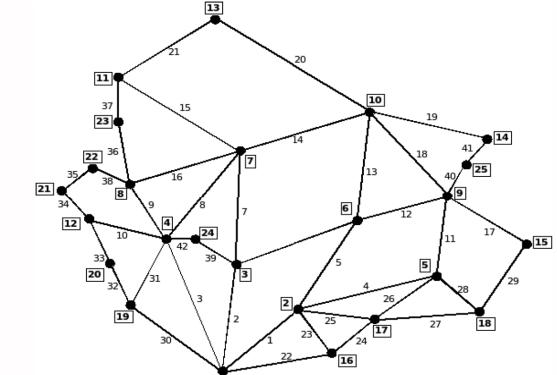
### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas

- ✓ Algoritmo clásico: “*Newton-Raphson*”

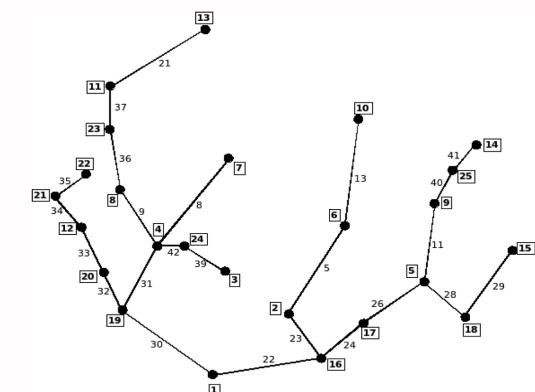
red de transporte y  
distribución malladas

OK



redes de distribución  
radiales

BAJO RENDIMIENTO/  
NO CONVERGE



Solución:  
flujo de carga basado en  
*Leyes de Kirchhoff*



## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

#### 2.1 Diagrama general

#### 2.2 Algoritmo Estimación demanda No-telegestionada

#### 2.3 Algoritmo Flujo de carga

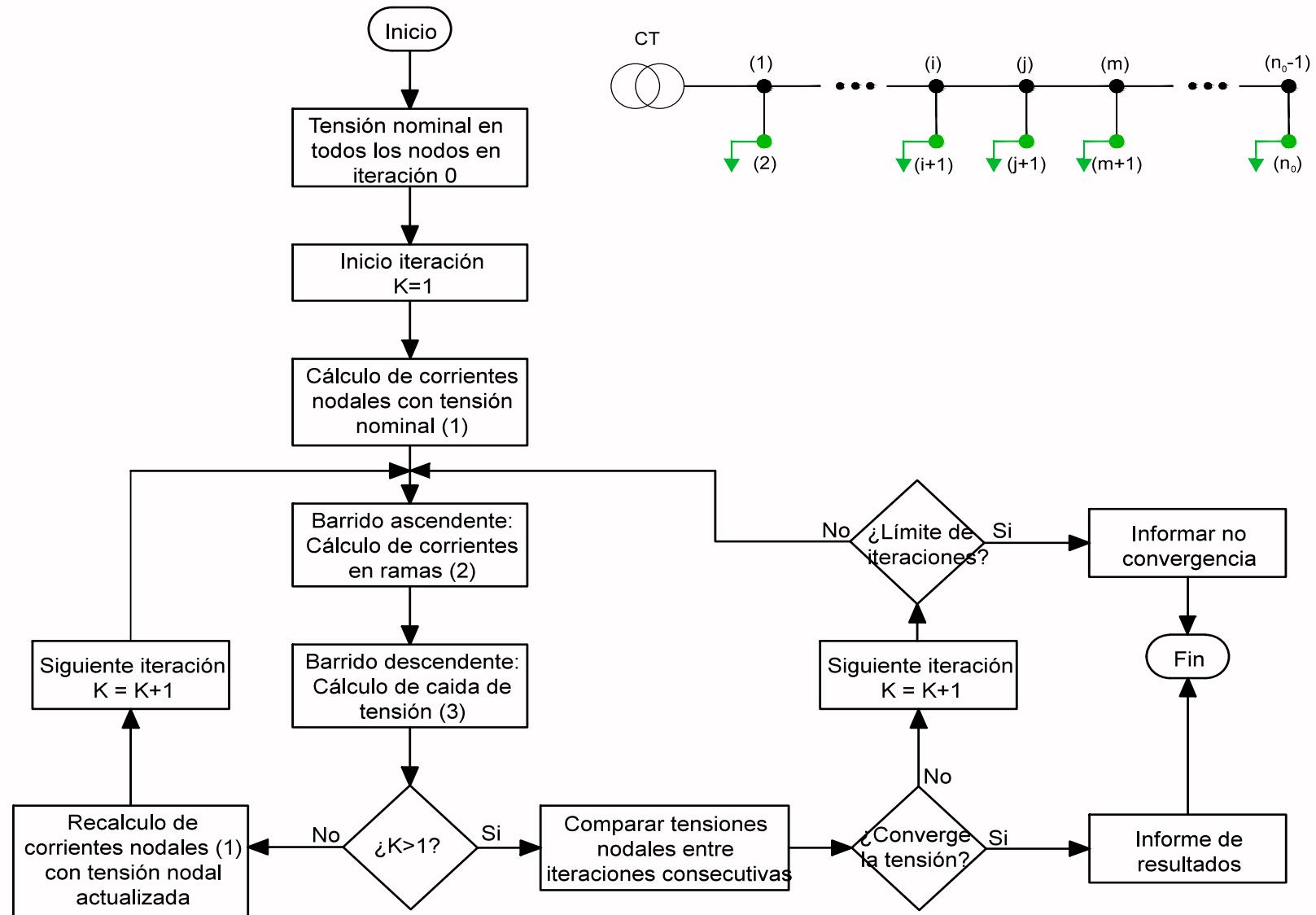
#### 2.4 Algoritmo Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

#### 2.1 Diagrama general

#### 2.2 Algoritmo Estimación demanda No-telegestionada

#### 2.3 Algoritmo Flujo de carga

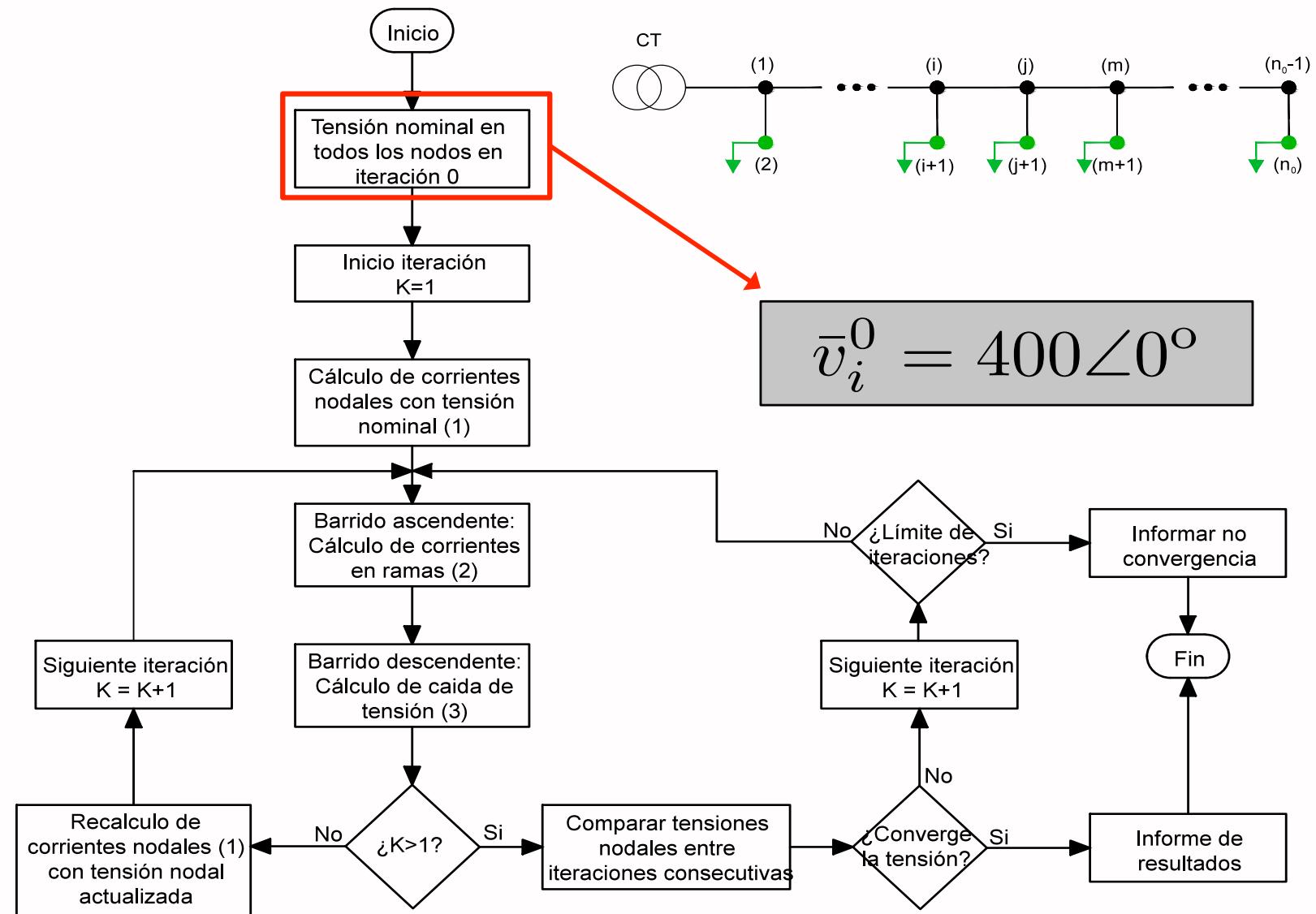
#### 2.4 Algoritmo Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

#### 2.1 Diagrama general

#### 2.2 Algoritmo Estimación demanda No-telegestionada

#### 2.3 Algoritmo Flujo de carga

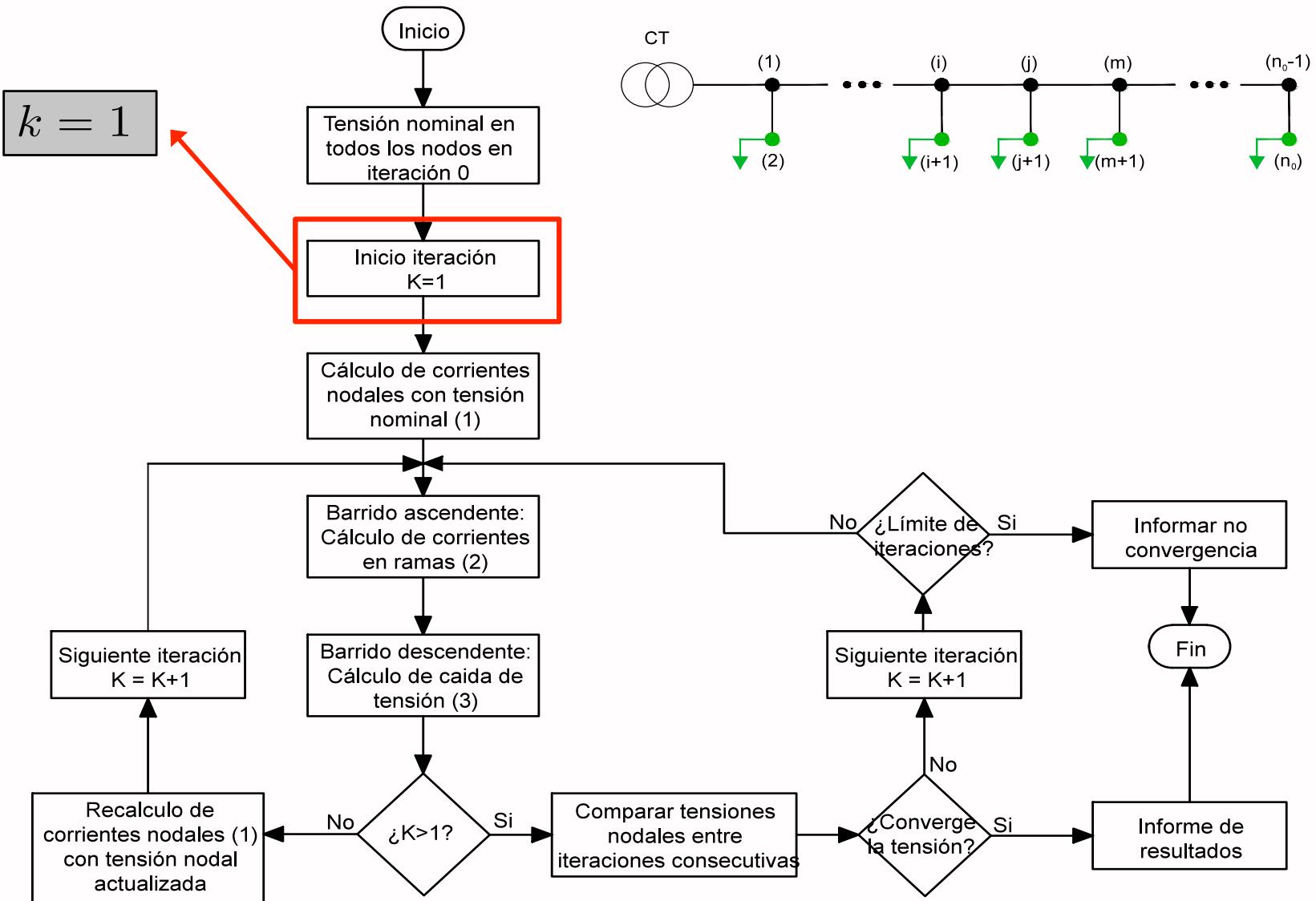
#### 2.4 Algoritmo Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas





Índice

## 1. Introducción

## 2. Metodología balance de carga

## 2.1 Diagramma general

## 2.2 Algoritmo Estimación demanda No-telegestionada

## 2.3 Algoritmo *Flujo de carga*

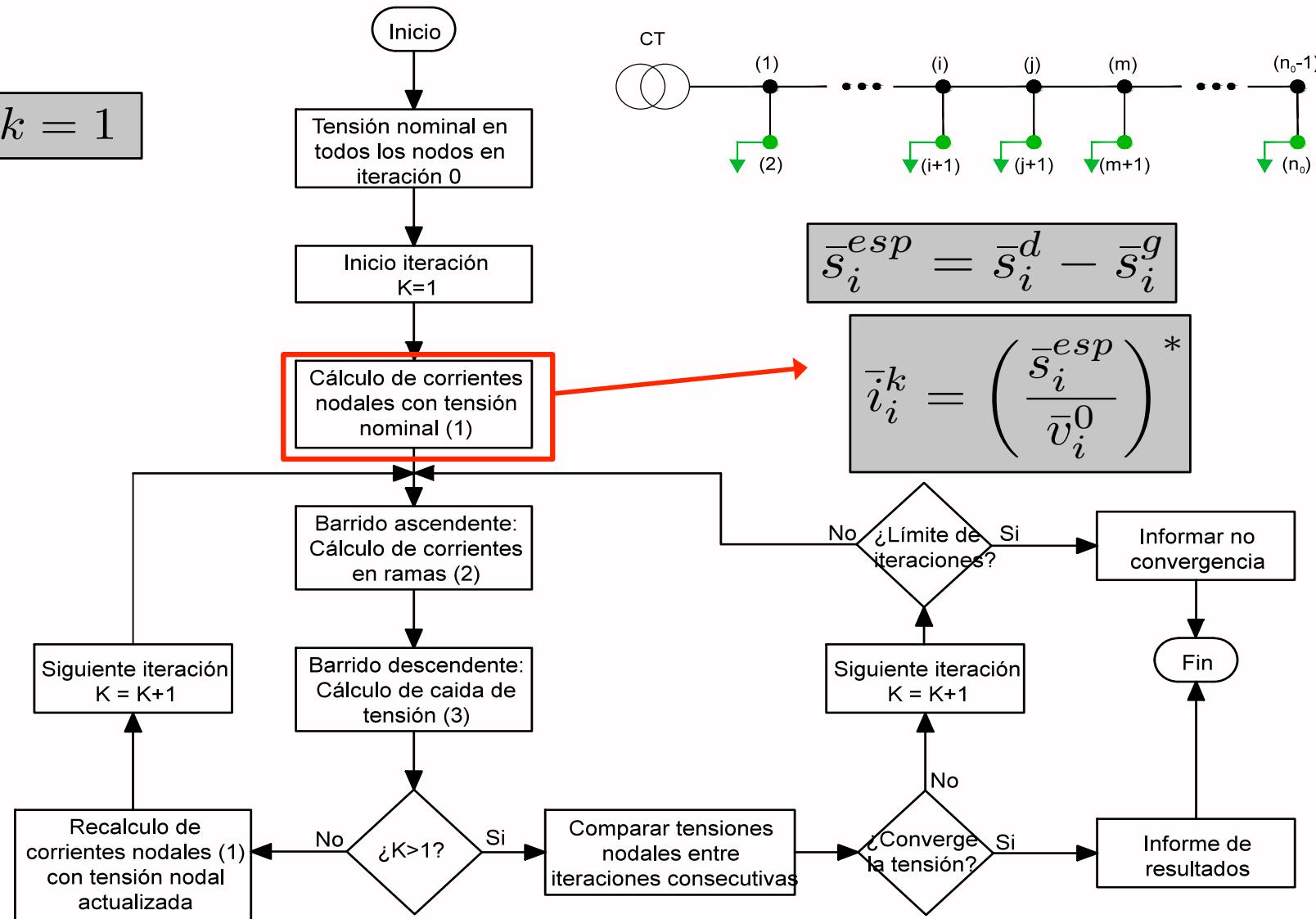
## 2.4 Algoritmo Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

## 4. Extrapolación de pérdidas

## 5. Conclusiones

$$k = 1$$





## Índice

### 1. Introducción

$k = 1$

### 2. Metodología balance de carga

#### 2.1 Diagrama general

#### 2.2 Algoritmo Estimación demanda No-telegestionada

#### 2.3 Algoritmo Flujo de carga

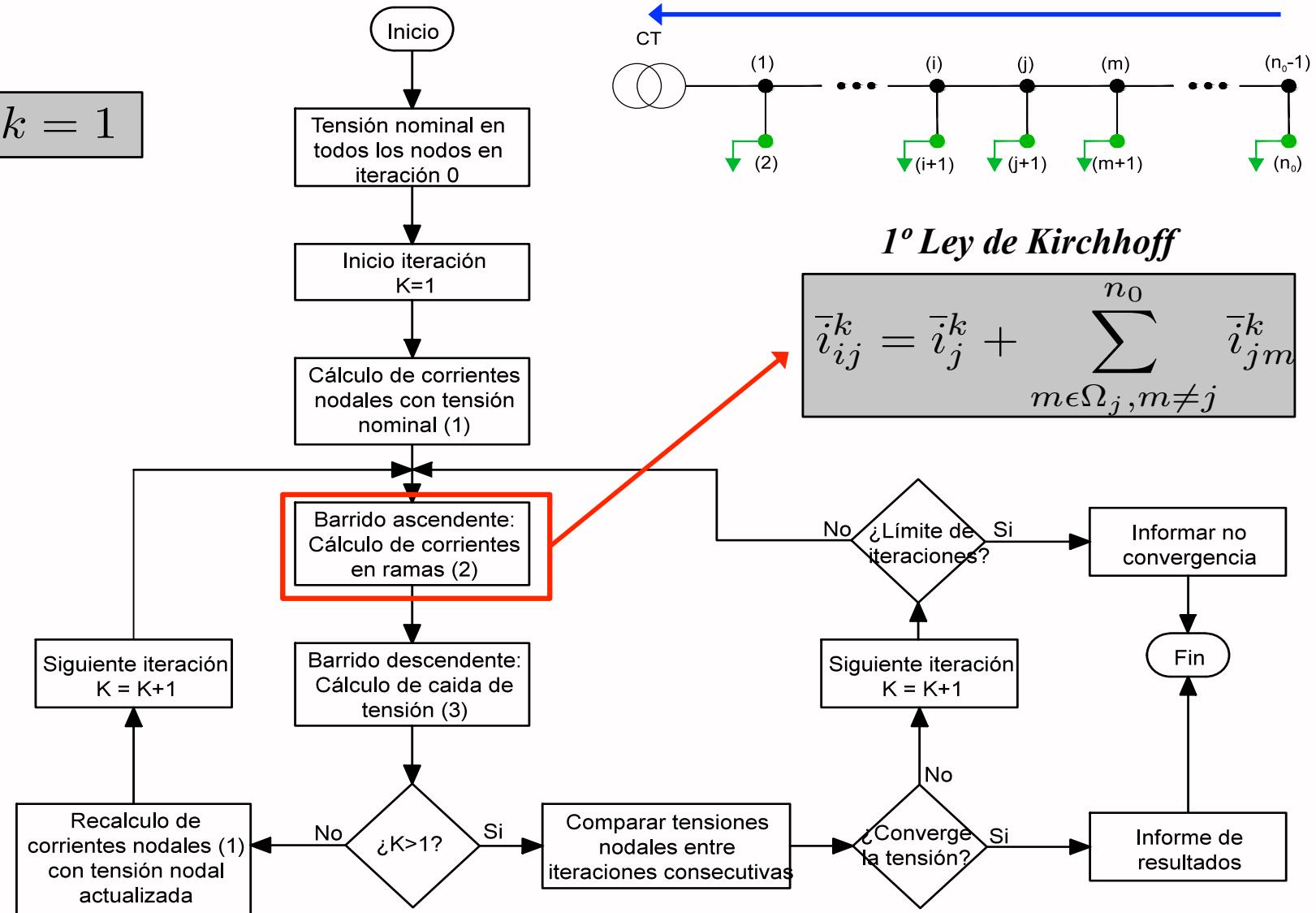
#### 2.4 Algoritmo Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas





## Índice

### 1. Introducción

$$k = 1$$

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

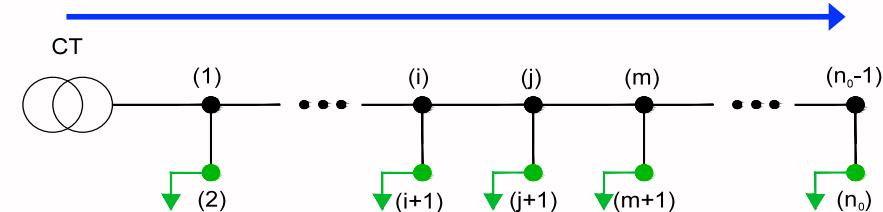
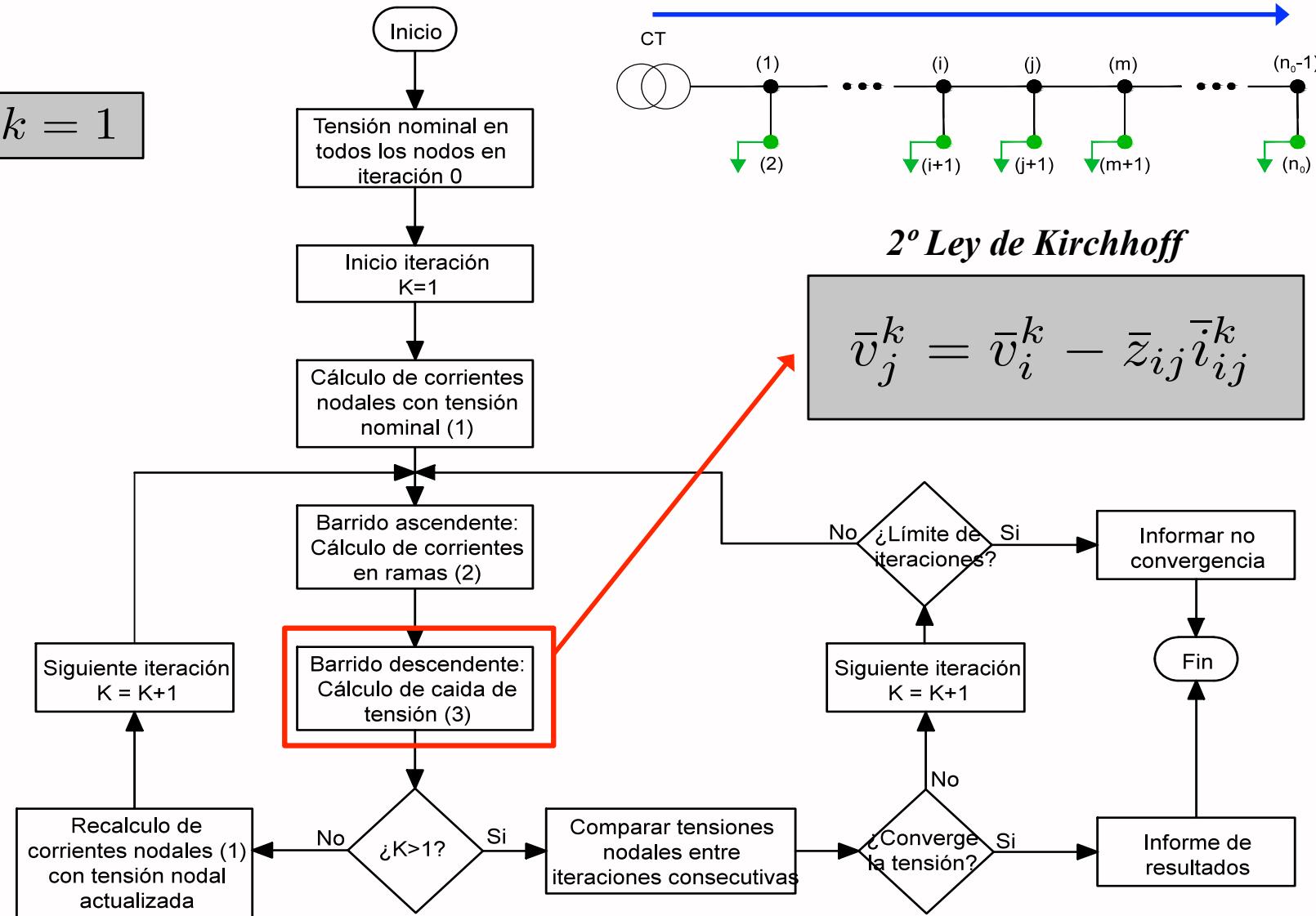
*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

#### 2.1 Diagrama general

#### 2.2 Algoritmo Estimación demanda No-telegestionada

#### 2.3 Algoritmo Flujo de carga

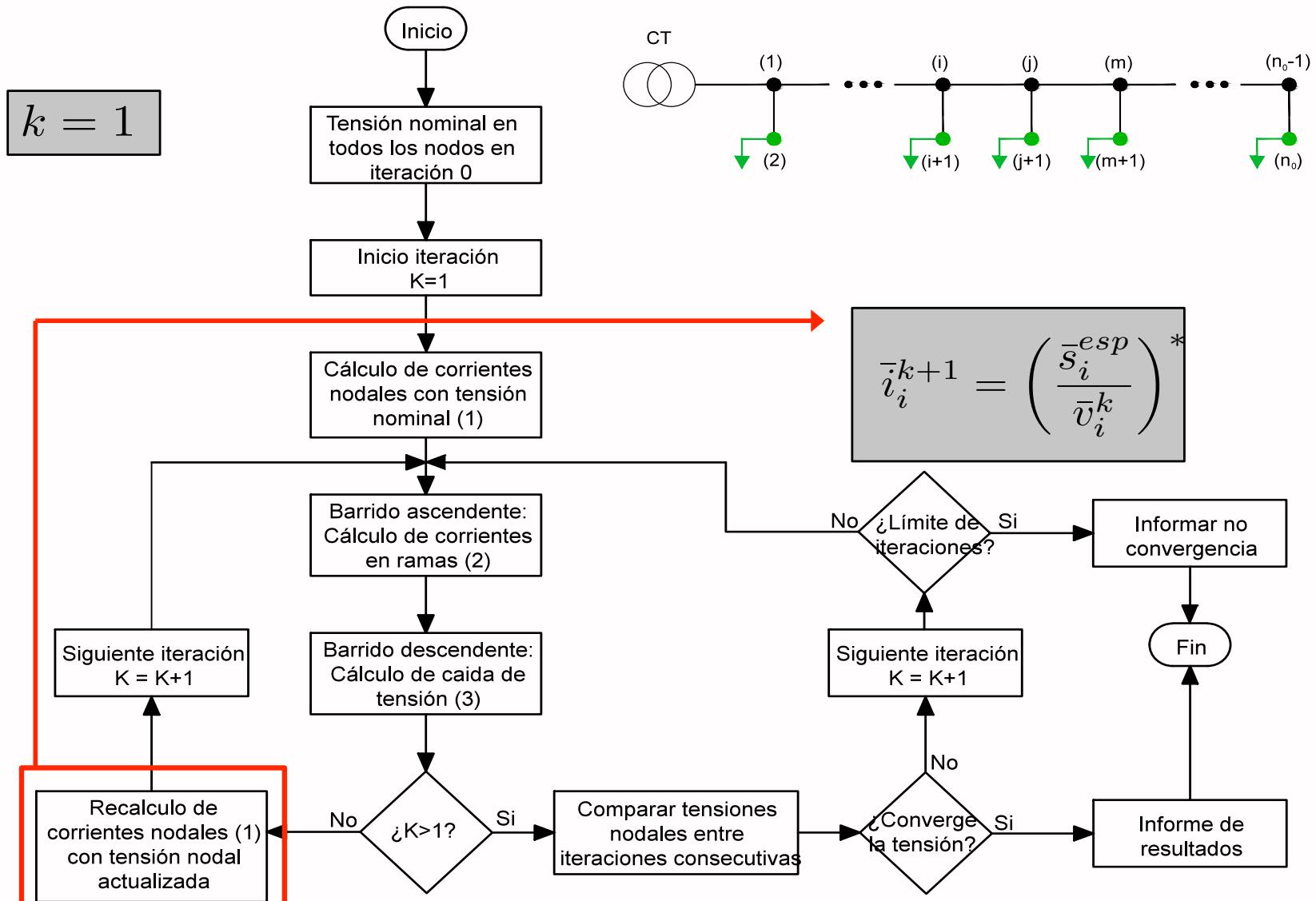
#### 2.4 Algoritmo Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

#### 2.1 Diagrama general

#### 2.2 Algoritmo Estimación demanda No-telegestionada

#### 2.3 Algoritmo Flujo de carga

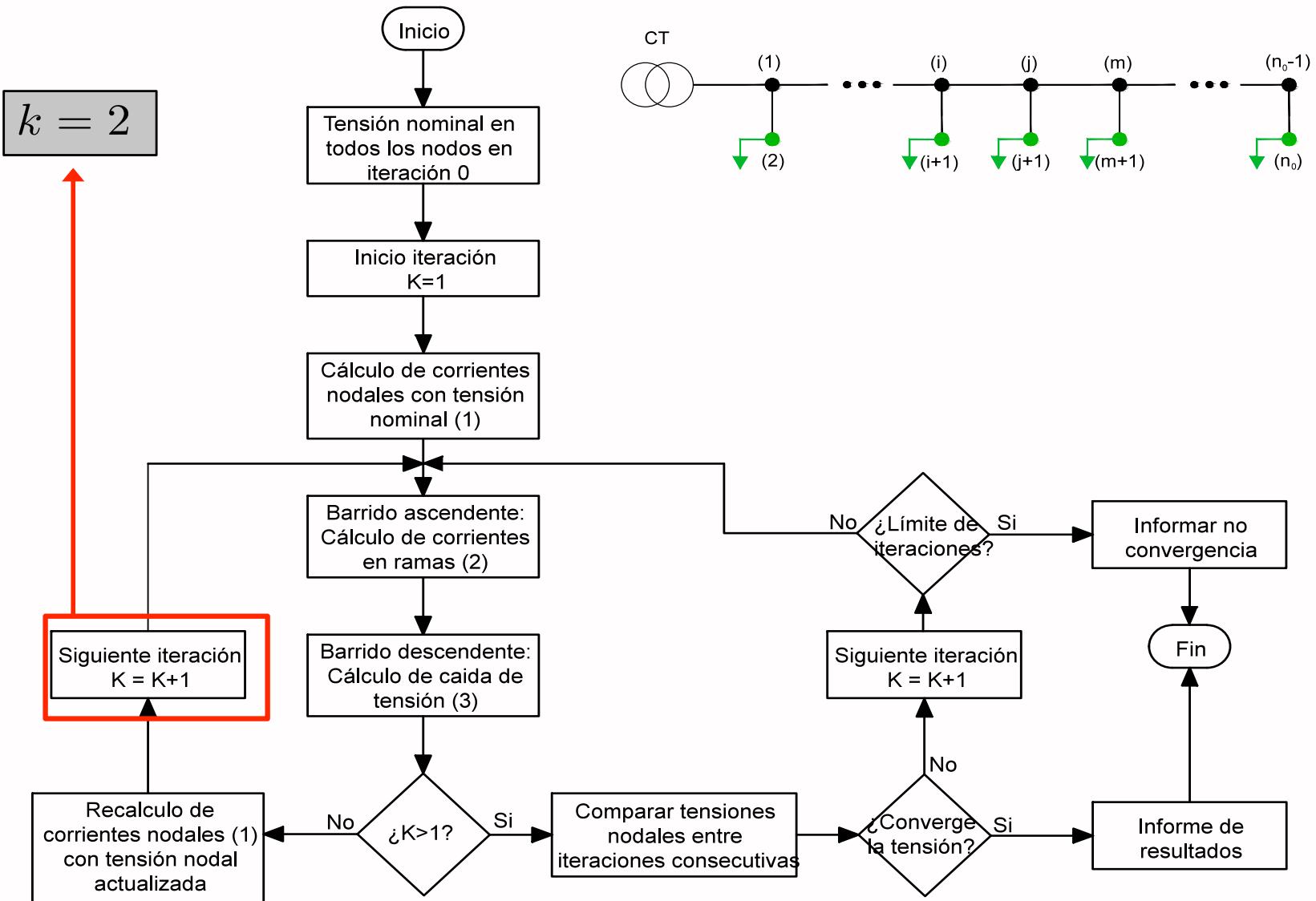
#### 2.4 Algoritmo Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas





## Índice

### 1. Introducción

$k = 2$

### 2. Metodología balance de carga

#### 2.1 Diagrama general

#### 2.2 Algoritmo Estimación demanda No-telegestionada

#### 2.3 Algoritmo Flujo de carga

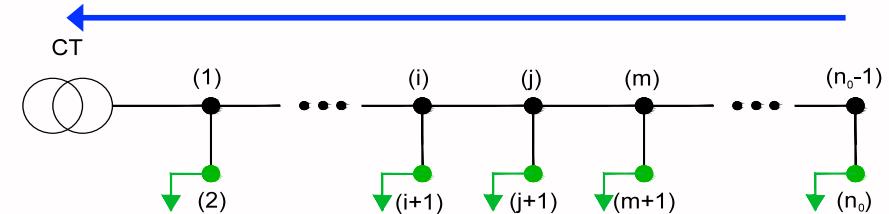
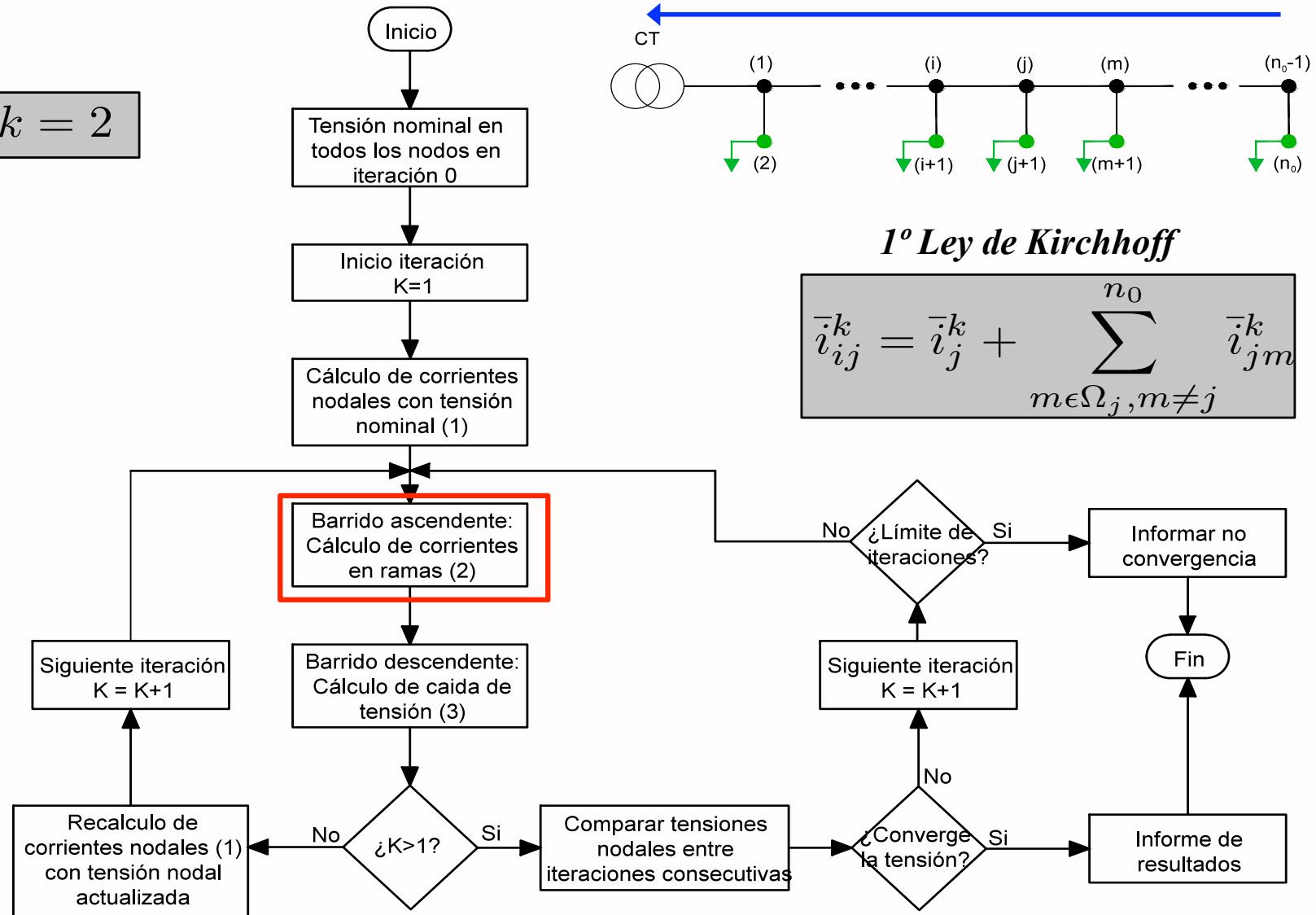
#### 2.4 Algoritmo Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas



1º Ley de Kirchhoff

$$\bar{i}_{ij}^k = \bar{i}_j^k + \sum_{m \in \Omega_j, m \neq j} \bar{i}_{jm}^k$$



## Índice

### 1. Introducción

$$k = 2$$

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

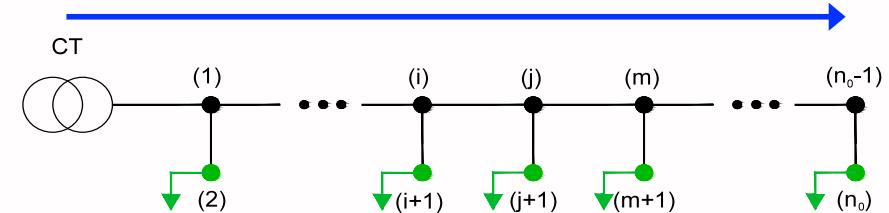
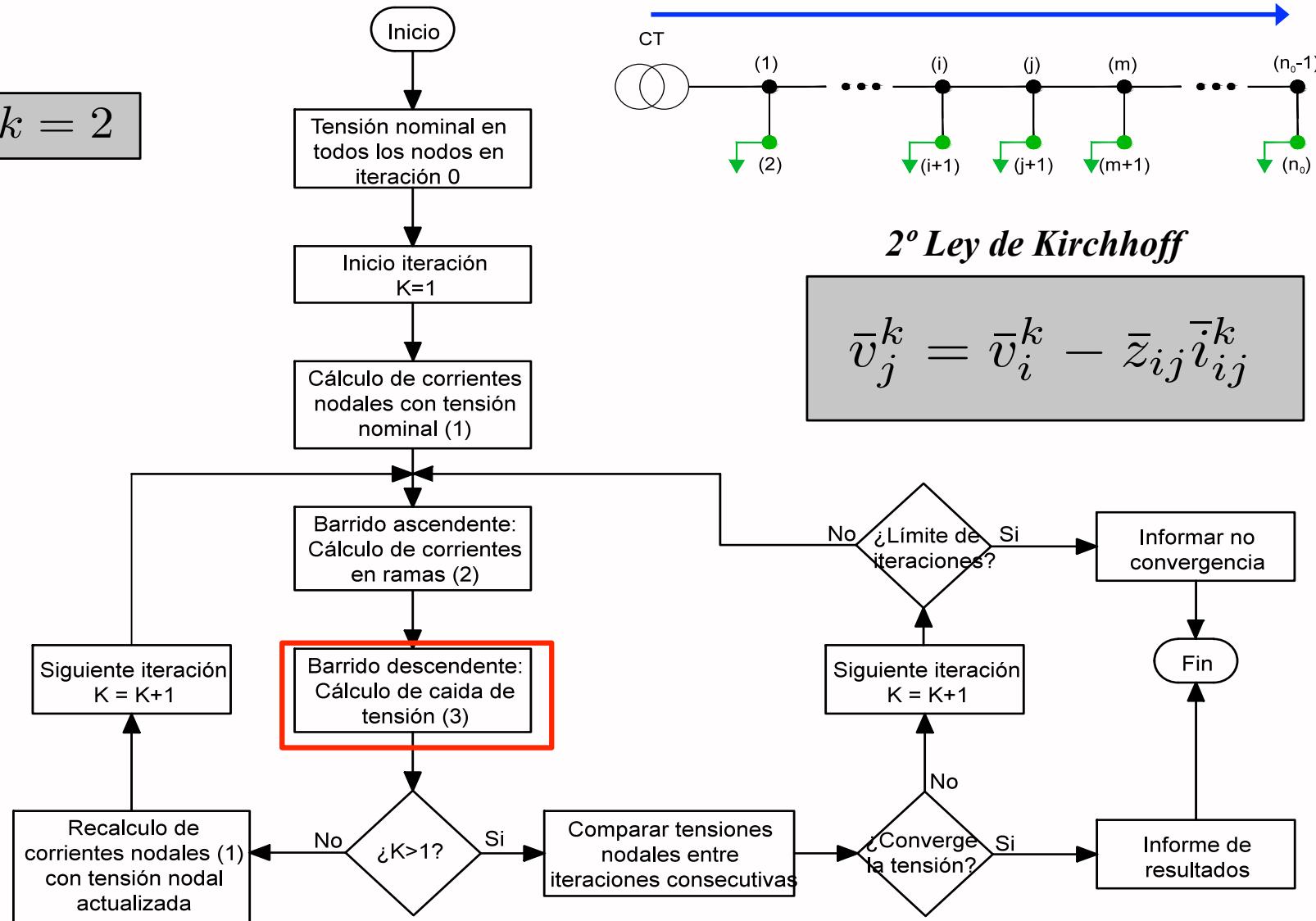
*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas



*2º Ley de Kirchhoff*

$$\bar{v}_j^k = \bar{v}_i^k - \bar{z}_{ij} \bar{i}_{ij}^k$$



## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

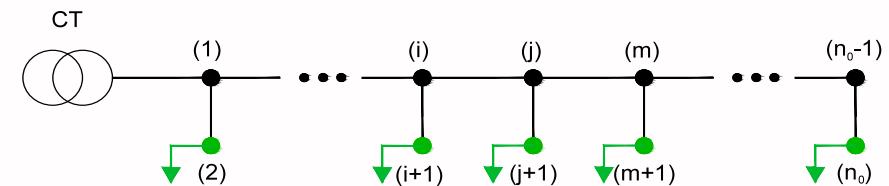
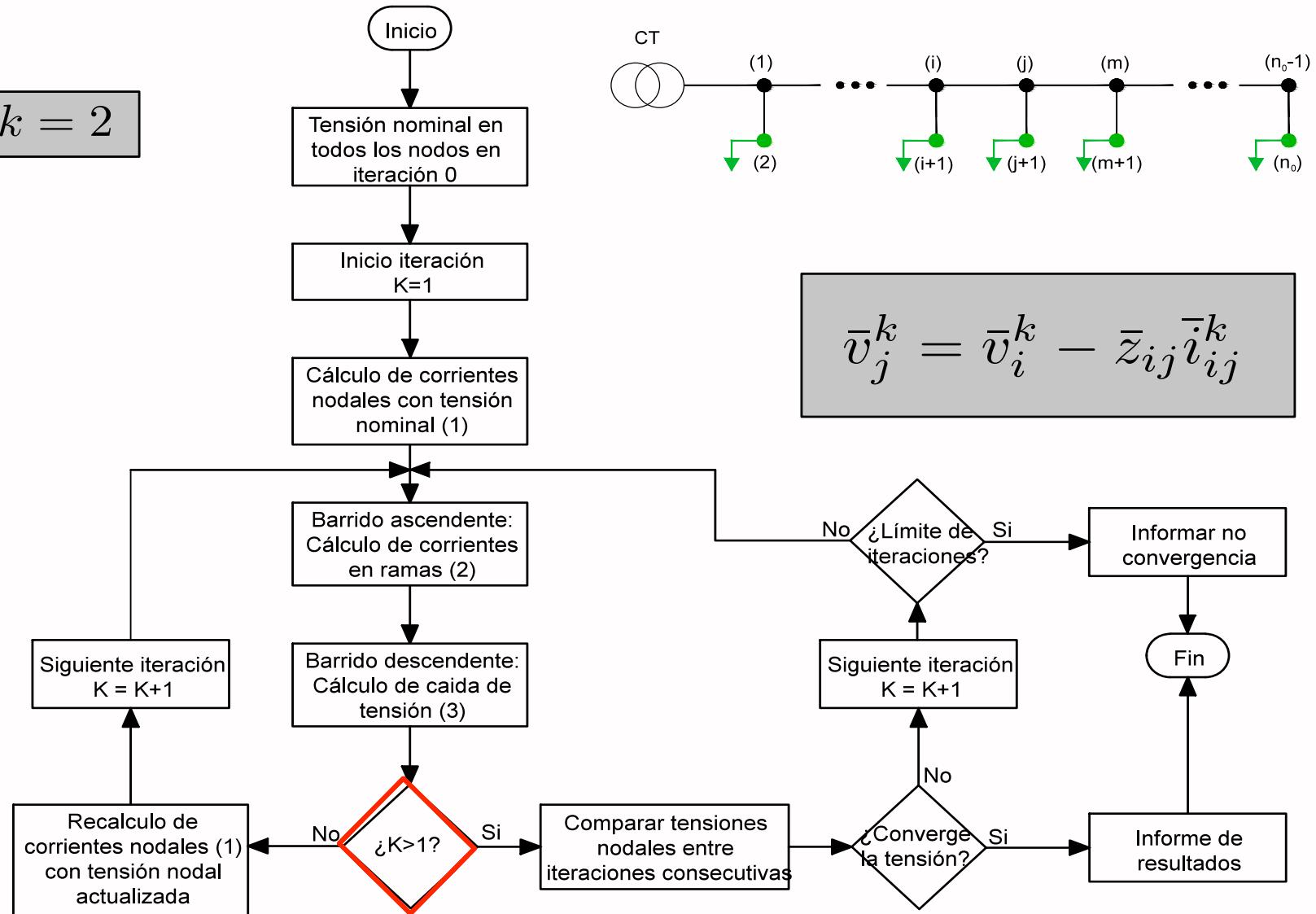
### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas

$$k = 2$$



$$\bar{v}_j^k = \bar{v}_i^k - \bar{z}_{ij} \bar{i}_{ij}^k$$



## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

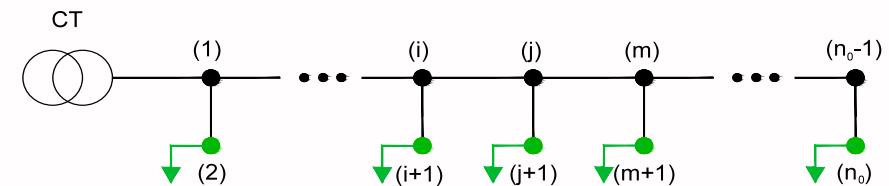
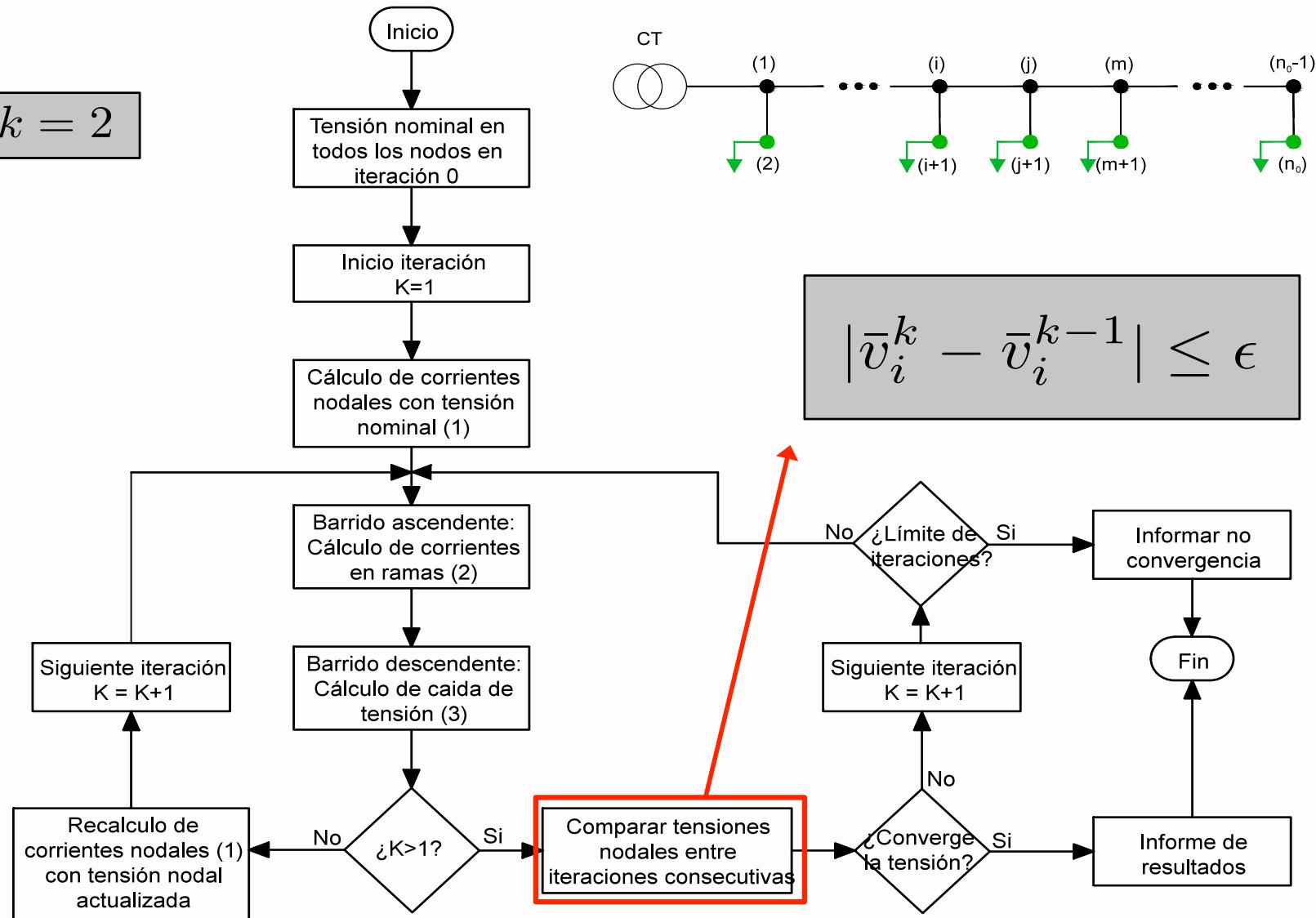
### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas

$$k = 2$$



$$|\bar{v}_i^k - \bar{v}_i^{k-1}| \leq \epsilon$$



Índice

## 1. Introducción

## 2. Metodología balance de carga

## 2.1 Diagrama general

## 2.2 Algoritmo Estimación demanda No-telegestionada

## 2.3 Algoritmo Flujo de carga

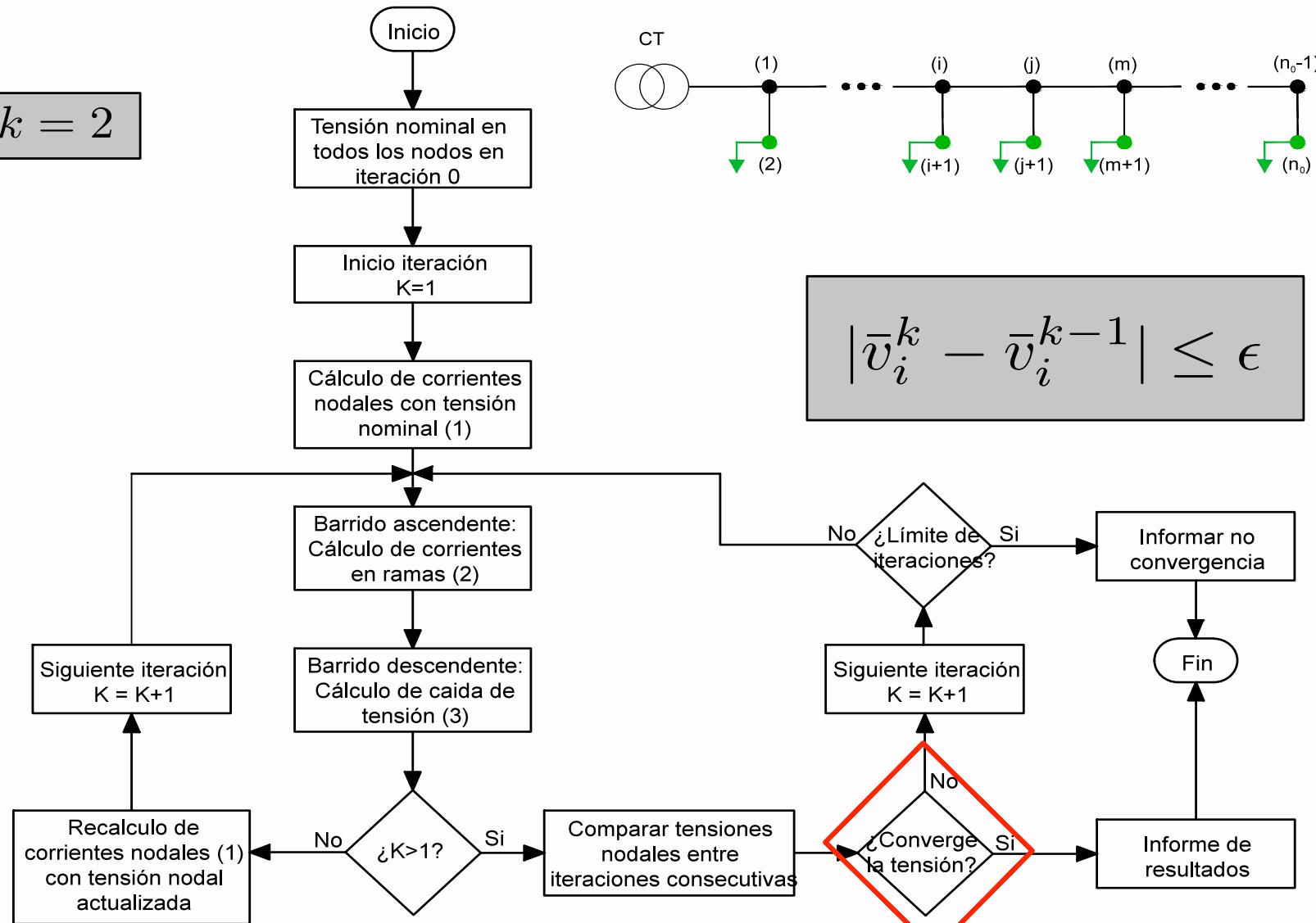
## 2.4 Algoritmo Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

## 4. Extrapolación de pérdidas

## 5. Conclusiones

$$k = 2$$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

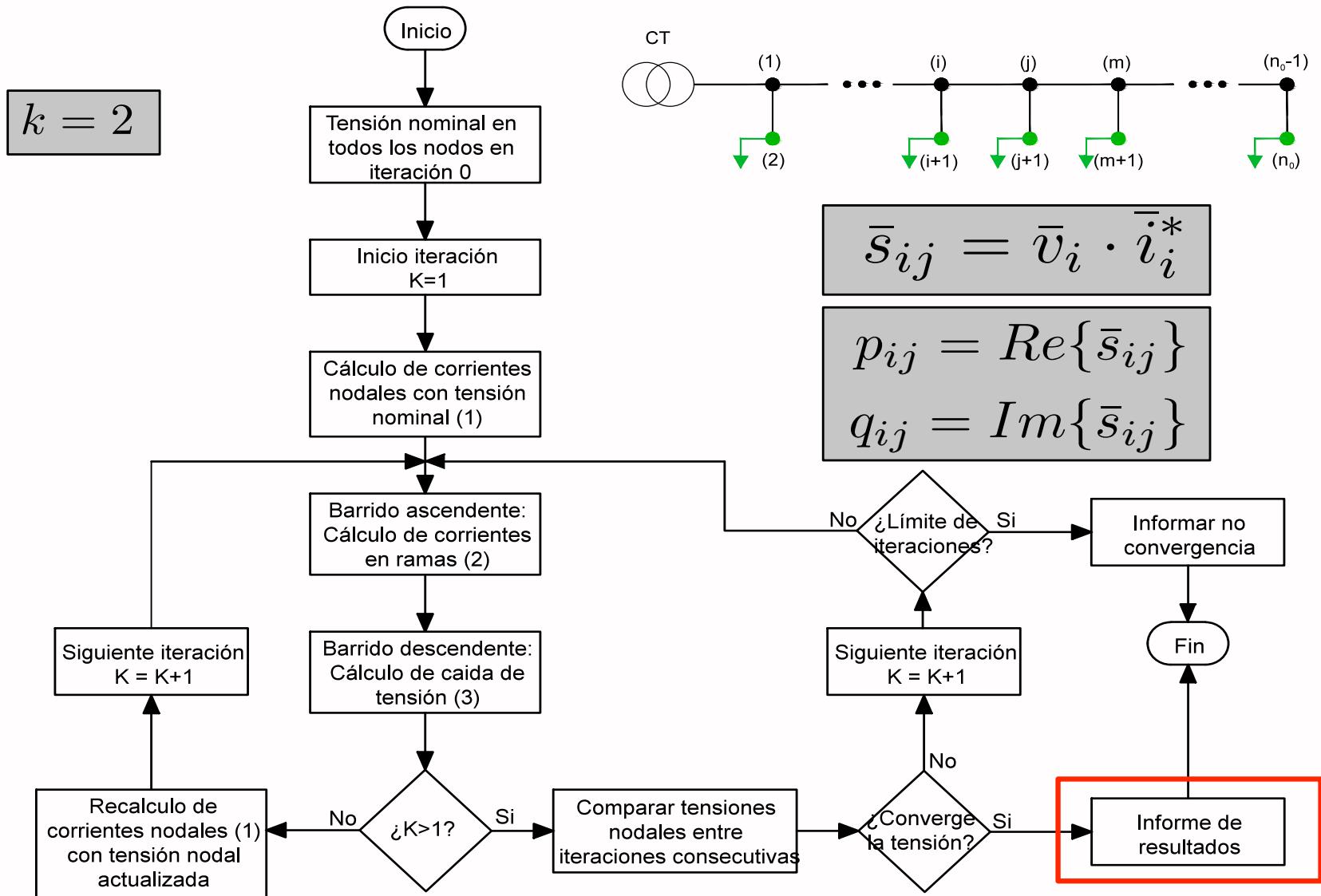
*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de flujo de cargas





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

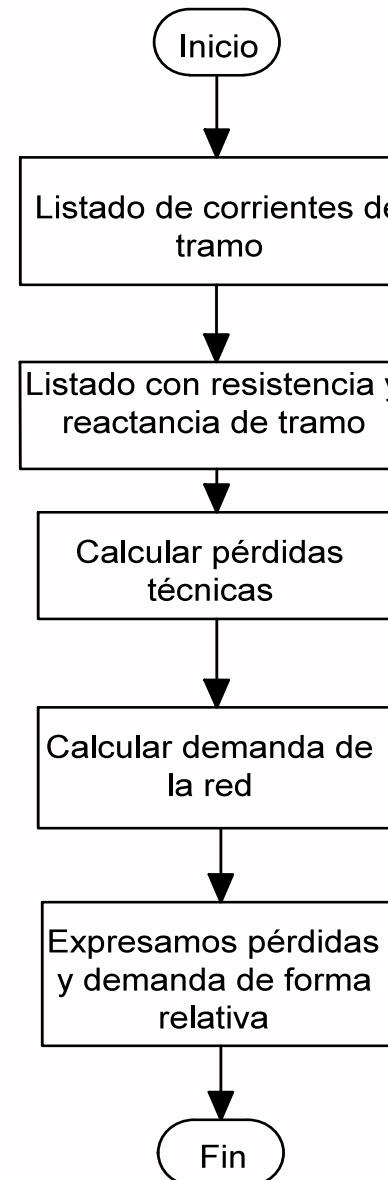
*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de pérdidas técnicas





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

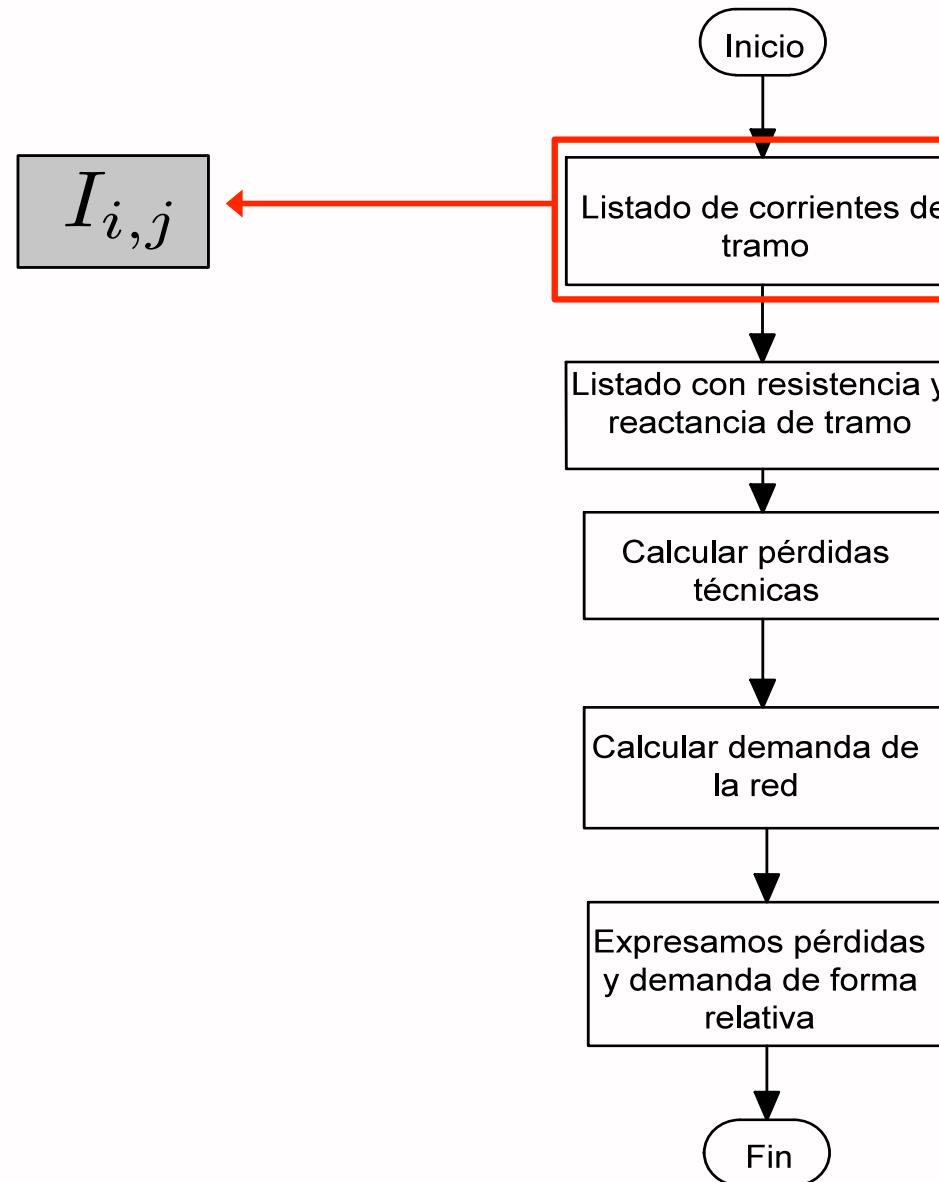
*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de pérdidas técnicas





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

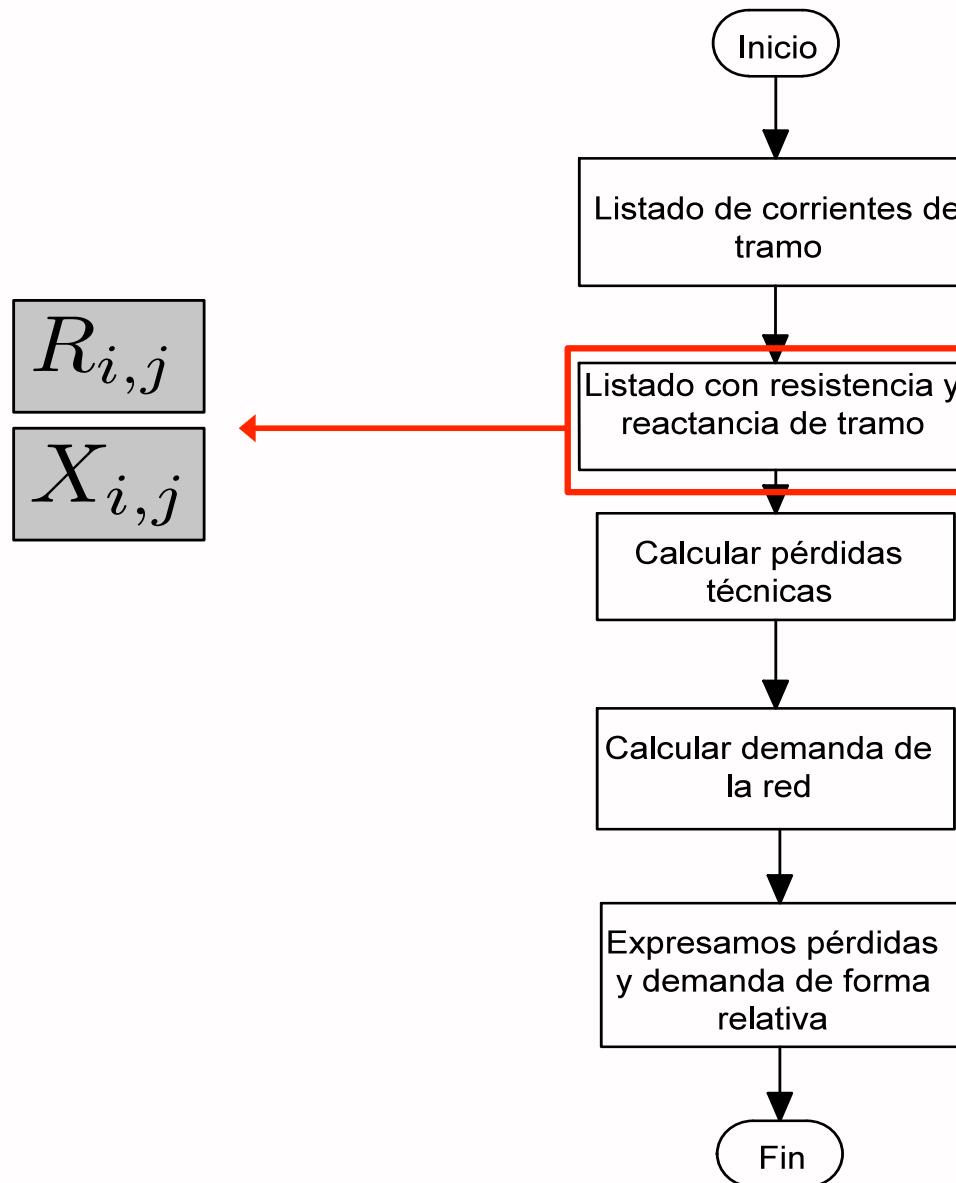
*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de pérdidas técnicas





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

#### 2.1 Diagrama general

#### 2.2 Algoritmo Estimación demanda No-telegestionada

#### 2.3 Algoritmo Flujo de carga

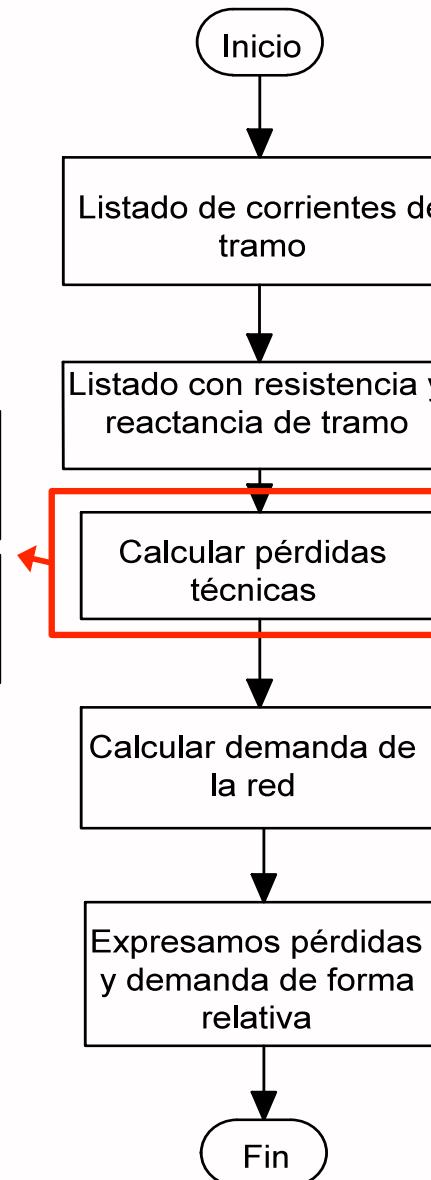
#### 2.4 Algoritmo Pérdidas técnicas

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de pérdidas técnicas



$$P_L = \sum_{i=1}^{n_0} \sum_{j=1, j \neq i}^{n_0} 3 (I_{ij})^2 R_{ij}$$

$$Q_L = \sum_{i=1}^{n_0} \sum_{j=1, j \neq i}^{n_0} 3 (I_{ij})^2 X_{ij}$$



## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

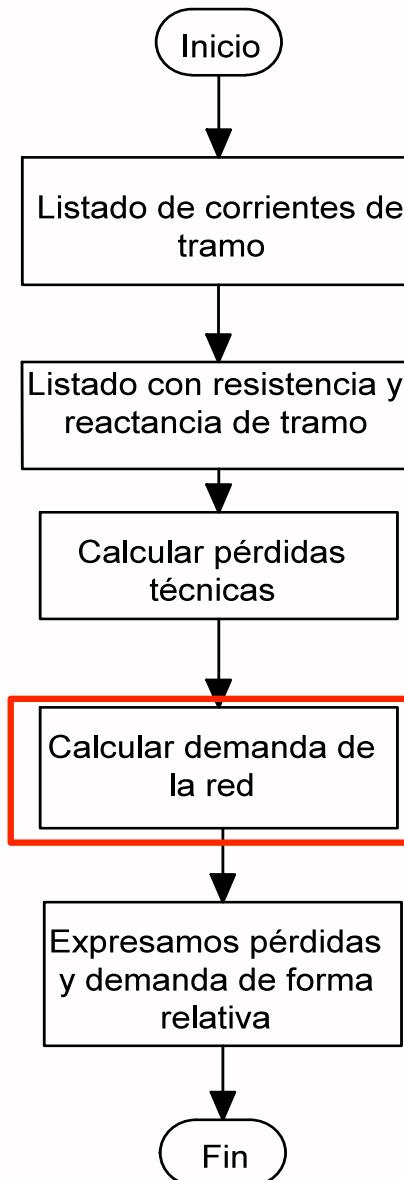
*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de pérdidas técnicas



$$S_D = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{n_c} P_{d,i}\right)^2 \left(\sum_{i=1}^{n_c} Q_{d,i}\right)^2}$$



## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

*2.1 Diagrama  
general*

*2.2 Algoritmo  
Estimación demanda  
No-telegestionada*

*2.3 Algoritmo  
Flujo de carga*

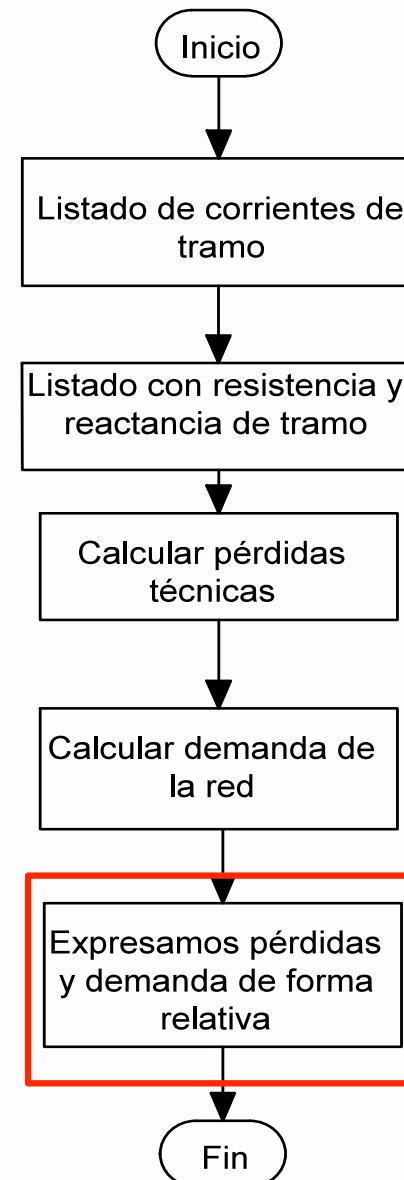
*2.4 Algoritmo  
Pérdidas técnicas*

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Algoritmo de pérdidas técnicas



$$P_{L,pu} = \frac{P_L}{S_D}$$
$$Q_{L,pu} = \frac{Q_L}{S_D}$$

$$S_{D,pu} = \frac{S_D}{S_{CT}}$$



## Índice

1. Introducción
2. Metodología  
balance de carga
3. Caso de estudio
4. Extrapolación  
de pérdidas
5. Conclusiones

## 3. Caso de estudio



## Índice

1. Introducción

2. Metodología  
balance de carga

3. Caso de estudio

*3.1 Datos de la red*

*3.2 Resultados*

4. Extrapolación  
de pérdidas

5. Conclusiones

## 3. Caso de estudio



## Índice

1. Introducción

2. Metodología  
balance de carga

3. Caso de estudio

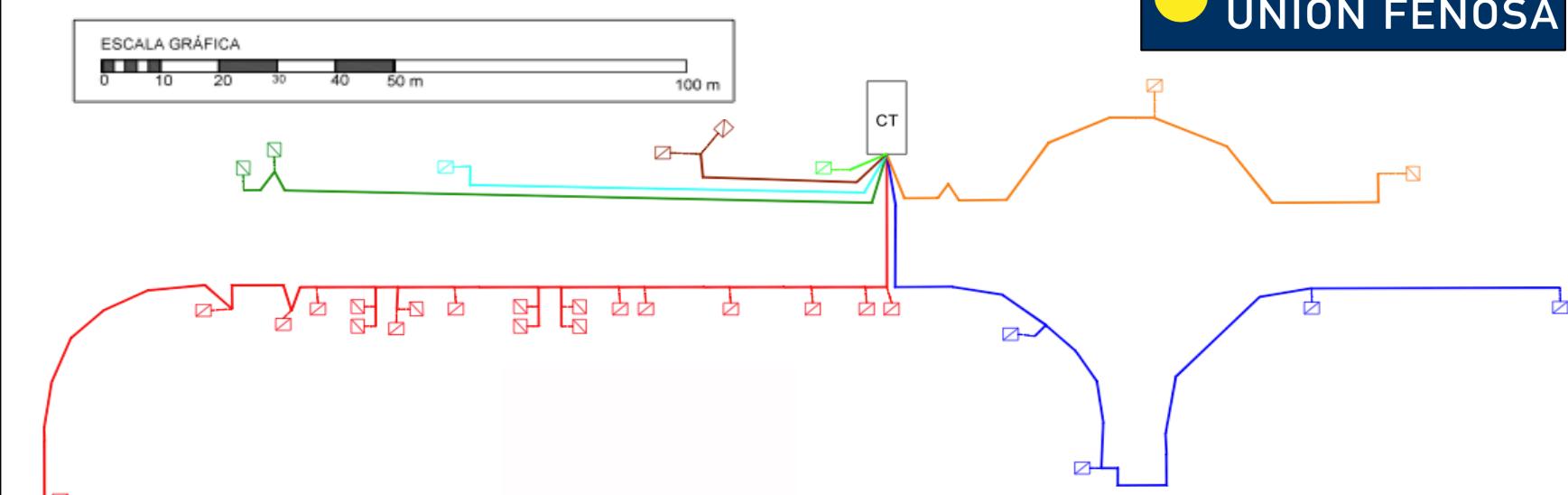
*3.1 Datos de la red*

*3.2 Resultados*

4. Extrapolación  
de pérdidas

5. Conclusiones

# Datos de la red objeto de estudio



## Características

- Red subterránea (Union Fenosa)
- 1 Transformador (Sct: 630 kVA)
- 7 Salidas en BT (XZ1 AL)
- 10 Clientes telegestionados ( $P < 15 \text{ kW}$ )
- 20 Clientes no telegestionados ( $15 \text{ kW} < P < 65 \text{ kW}$ )
- Datos telegestión: *Septiembre de 2015*

Código Color	Nº Salida
Rojo	1
Azul	2
Naranja	3
Verde	4
Cian	5
Marrón	6
Verde	7



## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

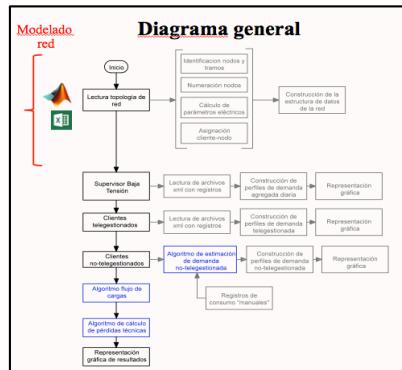
### 3. Caso de estudio

#### *3.1 Datos de la red*

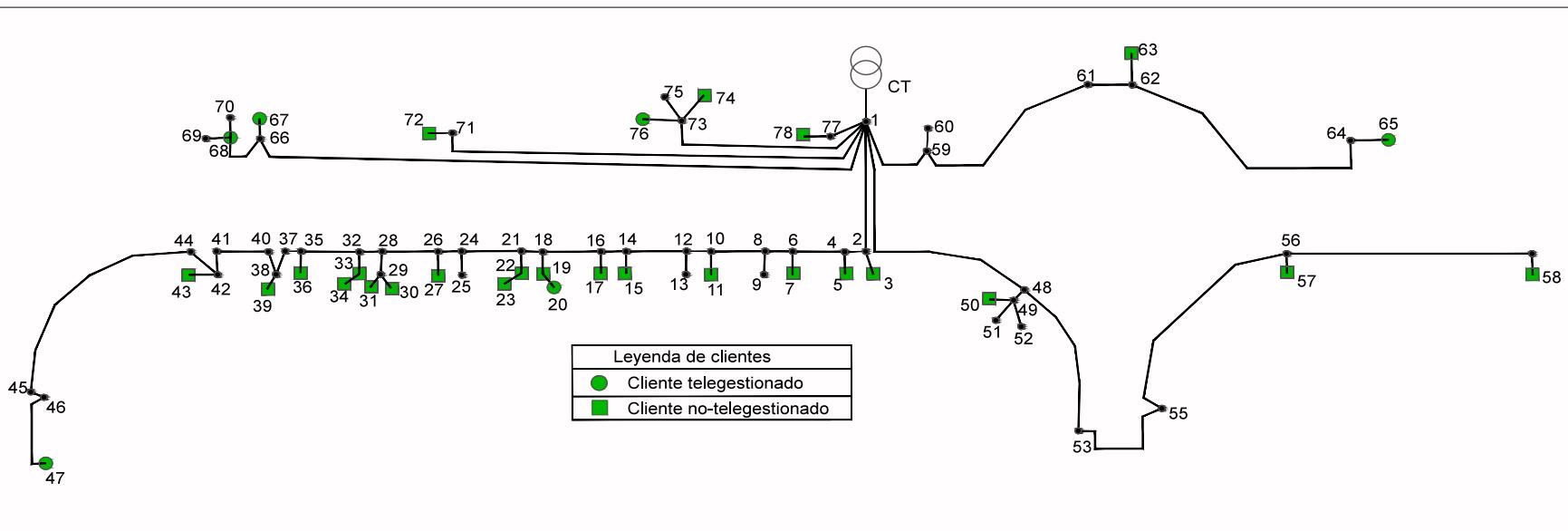
#### *3.2 Resultados*

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones



# Modelado de la red objeto de estudio





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

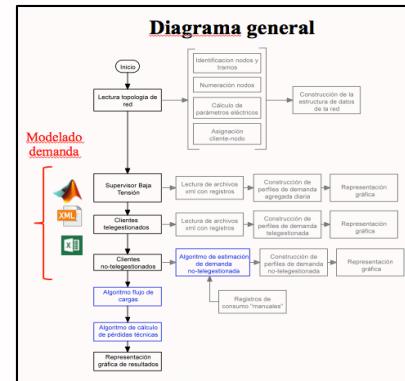
### 3. Caso de estudio

#### 3.1 Datos de la red

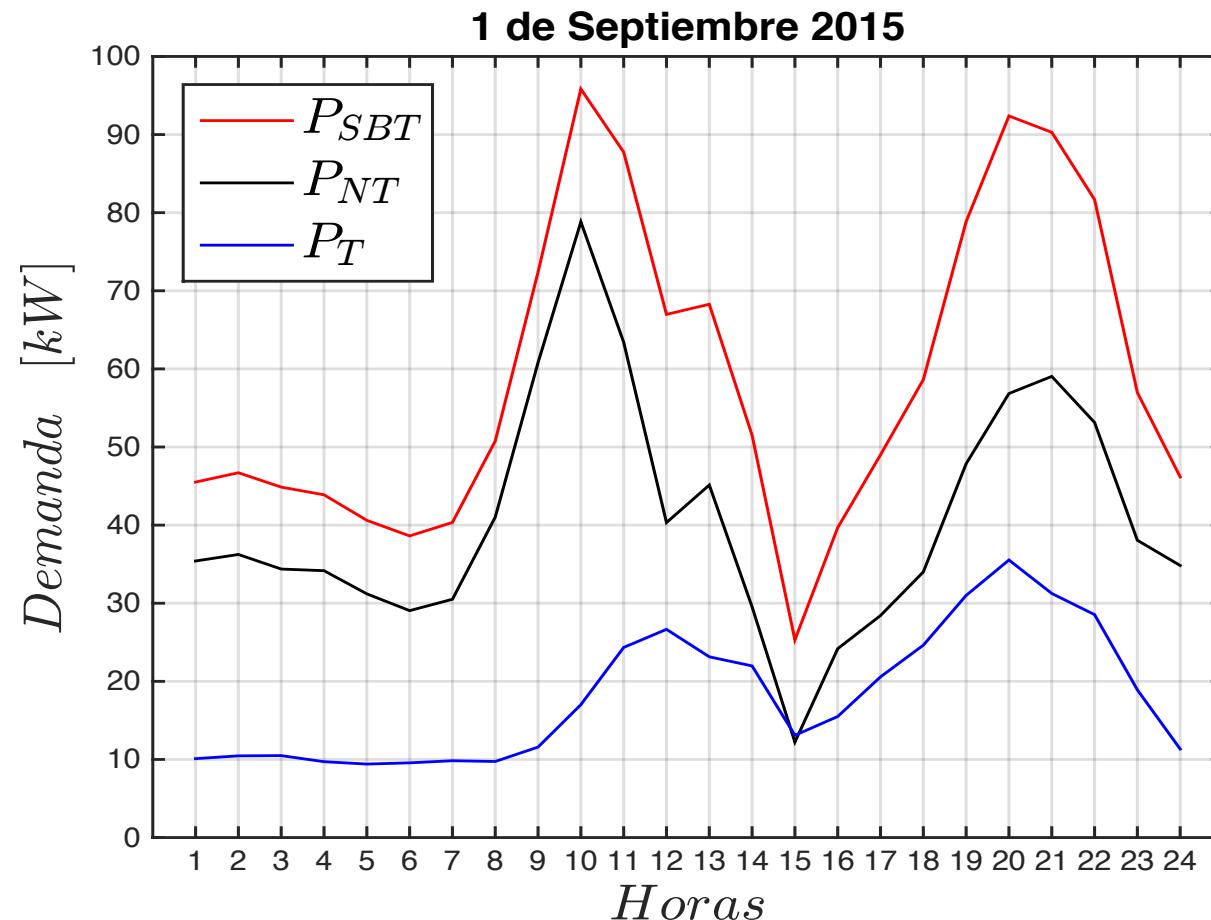
#### 3.2 Resultados

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones



# Modelado de la demanda





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

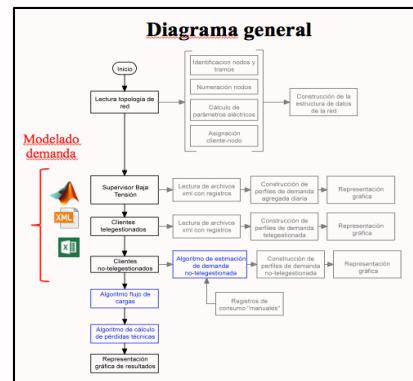
### 3. Caso de estudio

#### *3.1 Datos de la red*

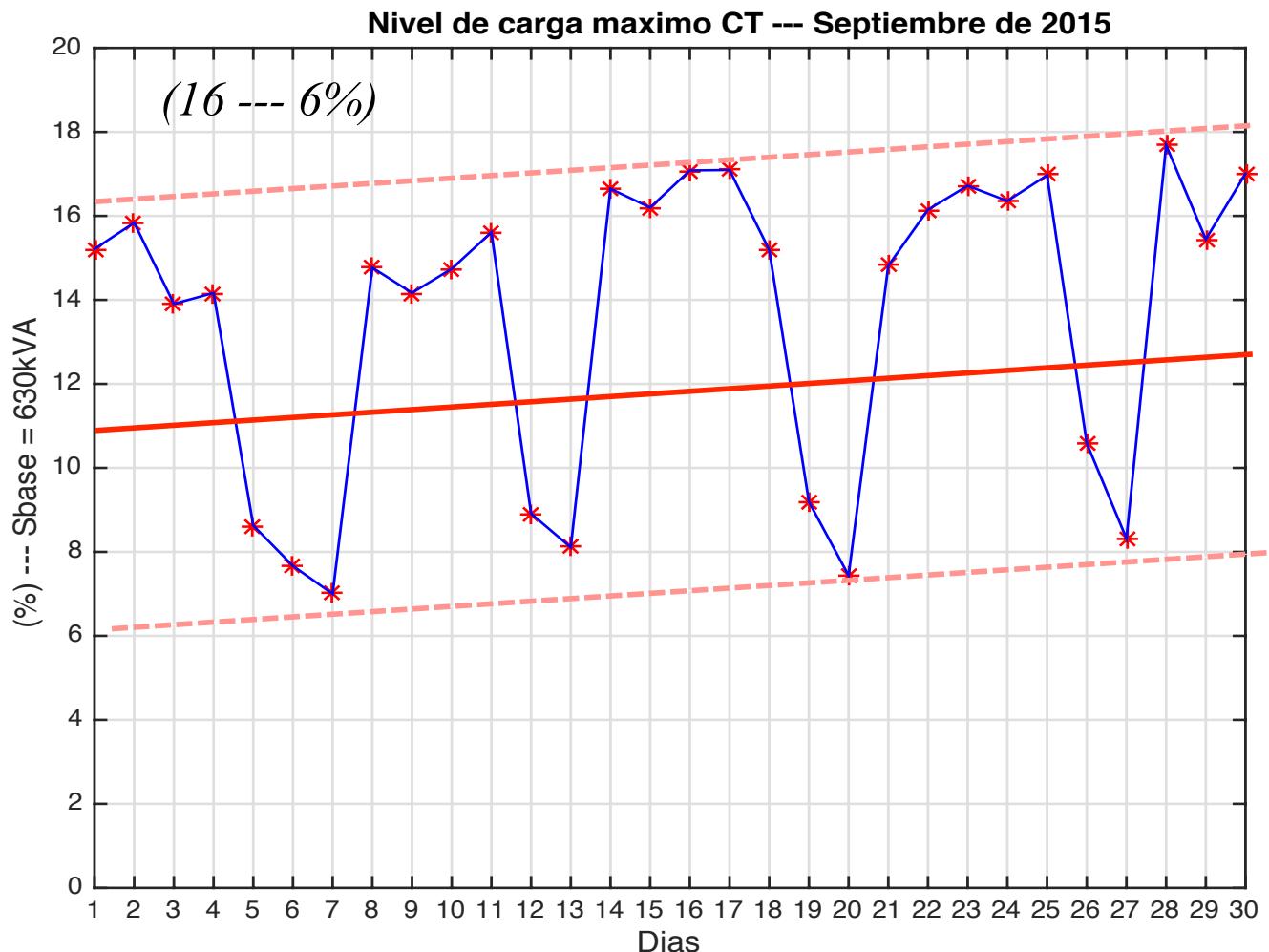
#### *3.2 Resultados*

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones



# Modelado de la demanda





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

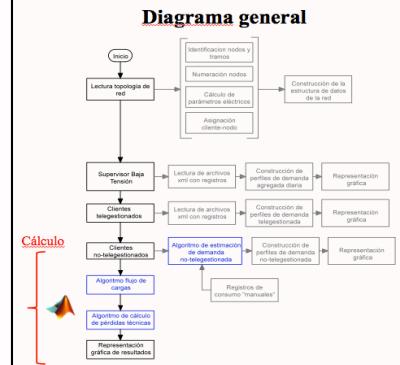
### 3. Caso de estudio

#### 3.1 Datos de la red

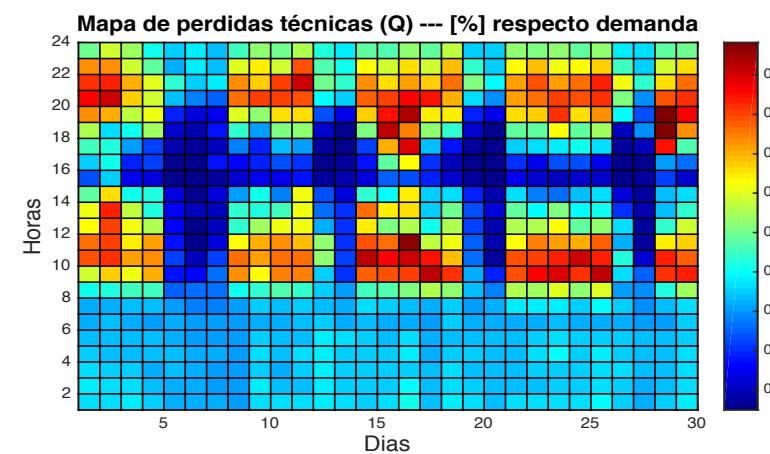
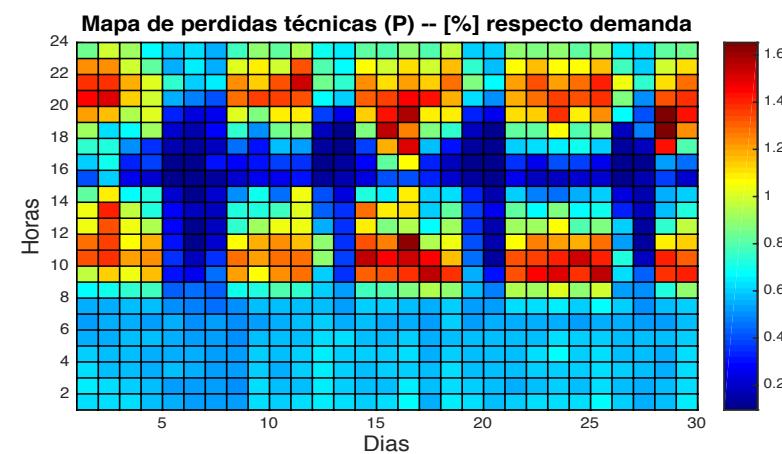
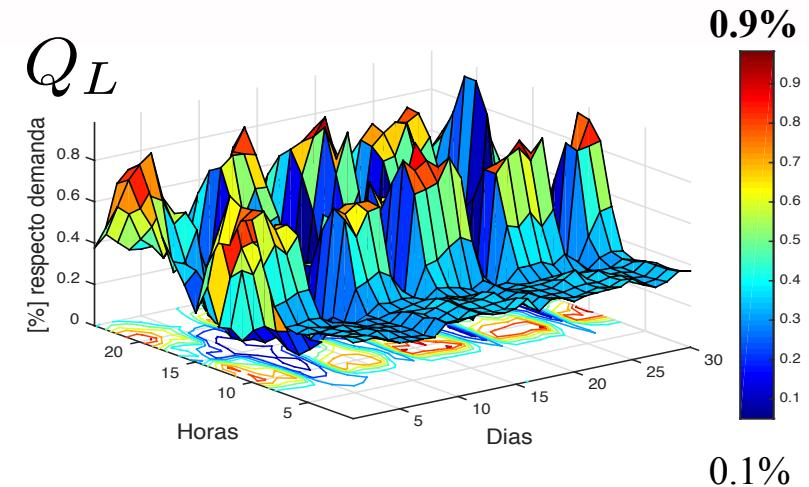
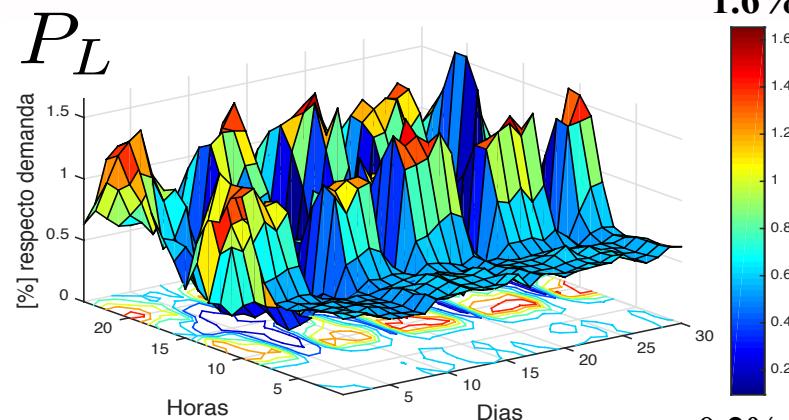
#### 3.2 Resultados

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones



# Cálculo





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

#### *3.1 Datos de la red*

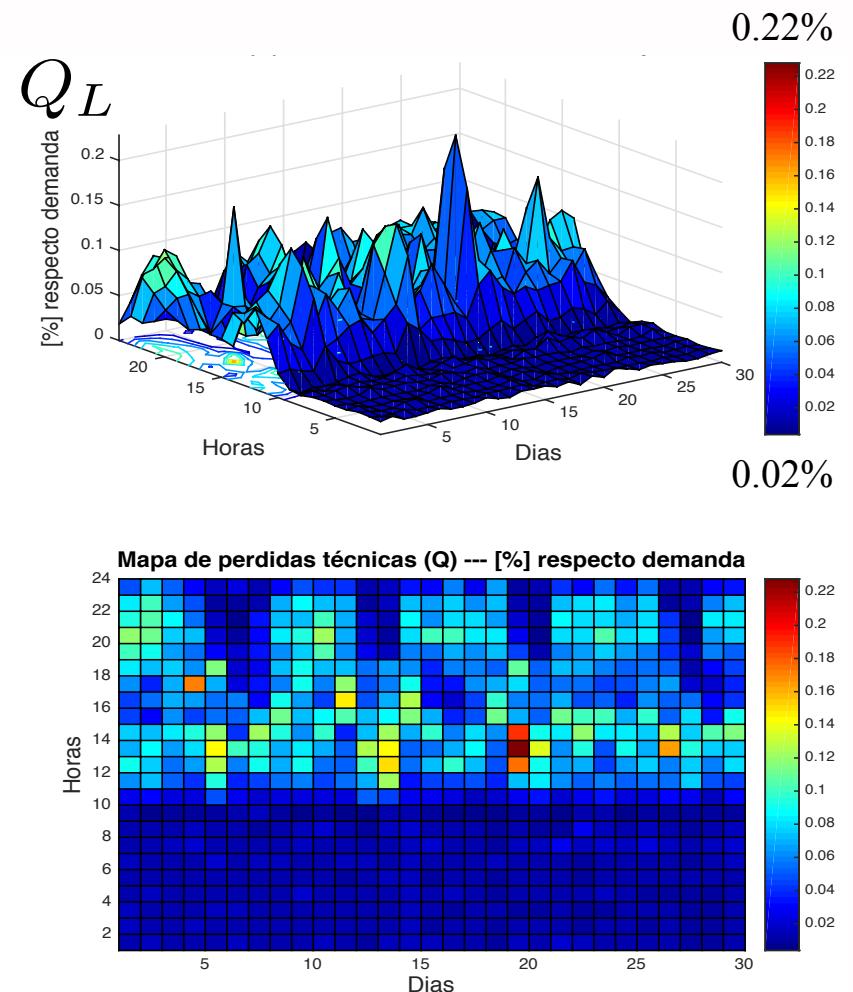
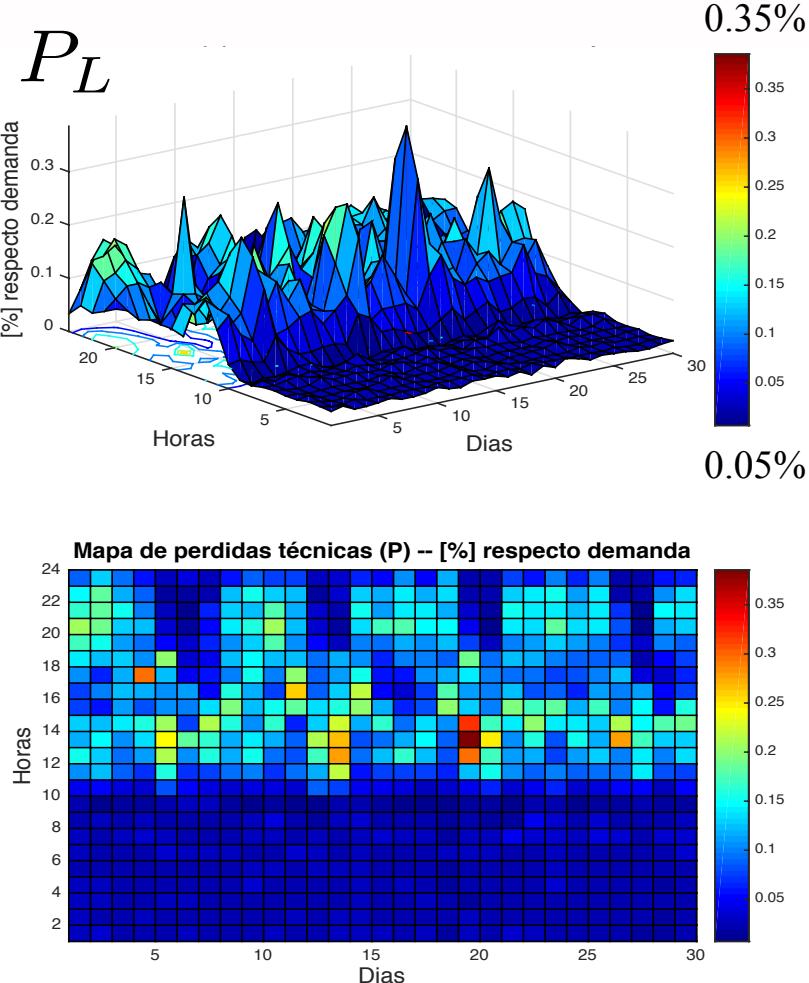
#### *3.2 Resultados*

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Cálculo

## Demanda telegestionada





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

#### *3.1 Datos de la red*

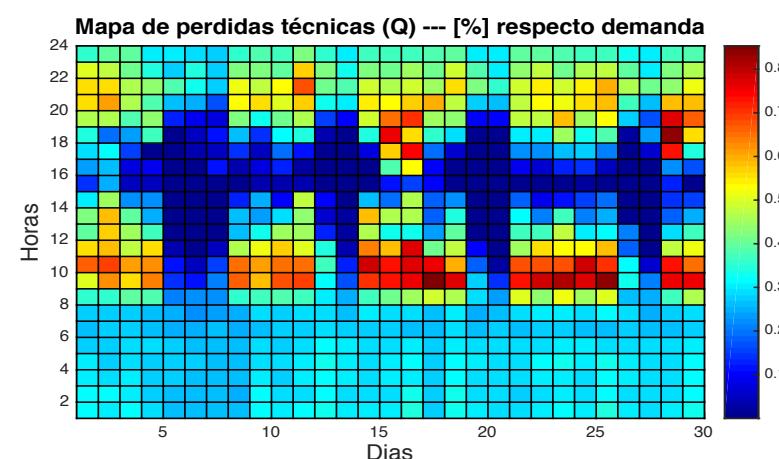
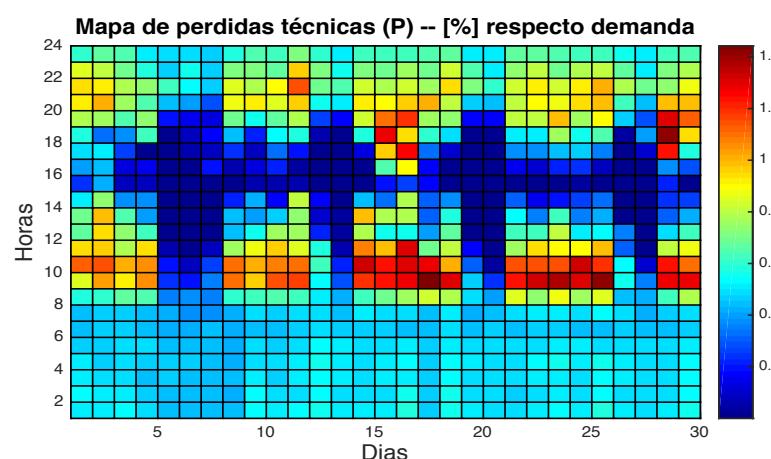
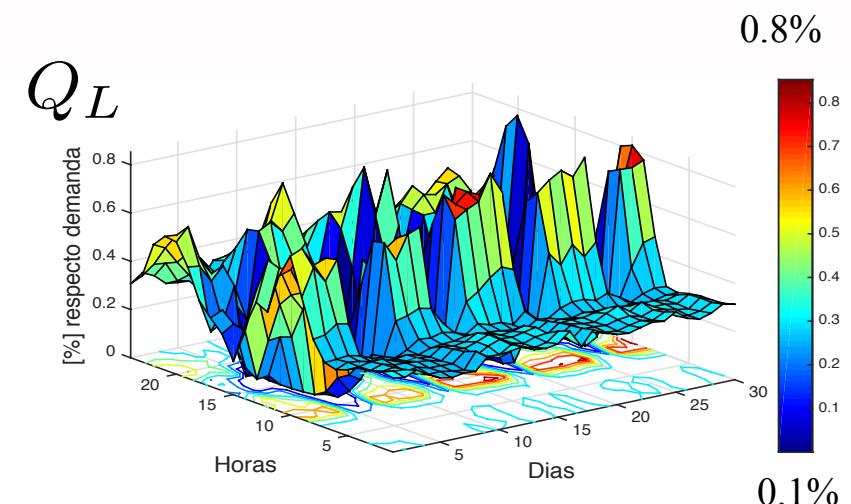
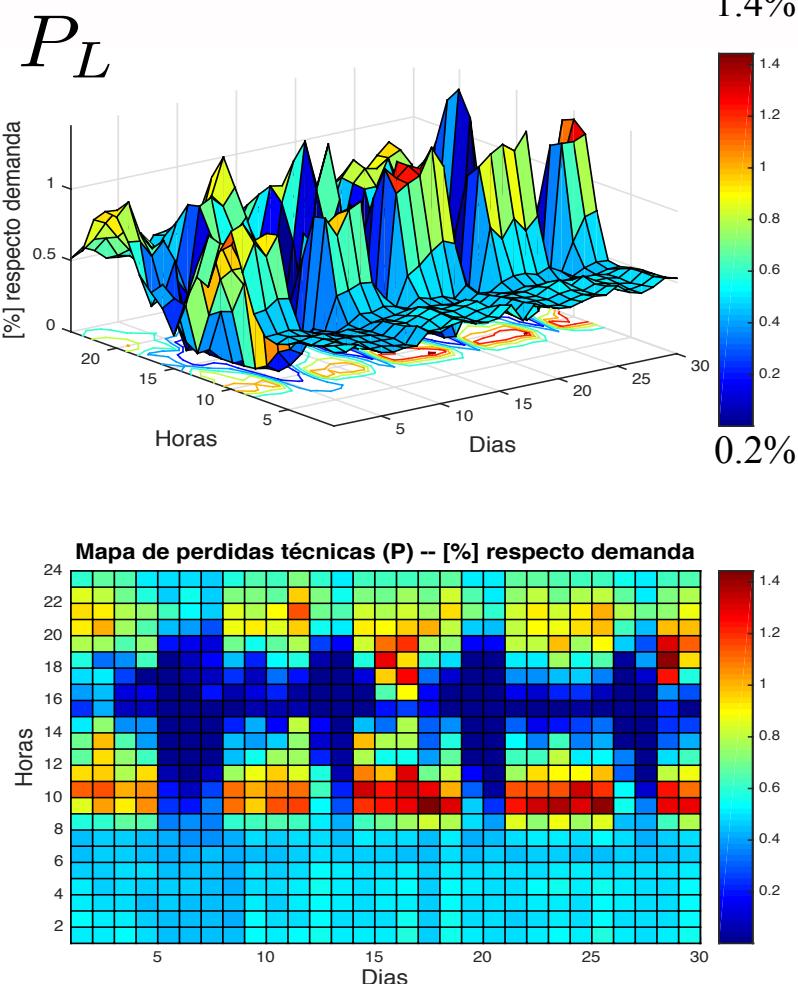
#### *3.2 Resultados*

### 4. Extrapolación de pérdidas

### 5. Conclusiones

# Cálculo

## Demandado No-telegestionada





## Índice

1. Introducción
2. Metodología  
balance de carga
3. Caso de estudio
4. Extrapolación de pérdidas  
de pérdidas
5. Conclusiones

## 4. Extrapolación de pérdidas



## Índice

1. Introducción
2. Metodología  
balance de carga
3. Caso de estudio
4. Extrapolación  
de pérdidas
  - 4.1 Red de estudio
  - 4.2 Demanda
  - 4.3 Topología de red
5. Conclusiones

## 4. Extrapolación de pérdidas



## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

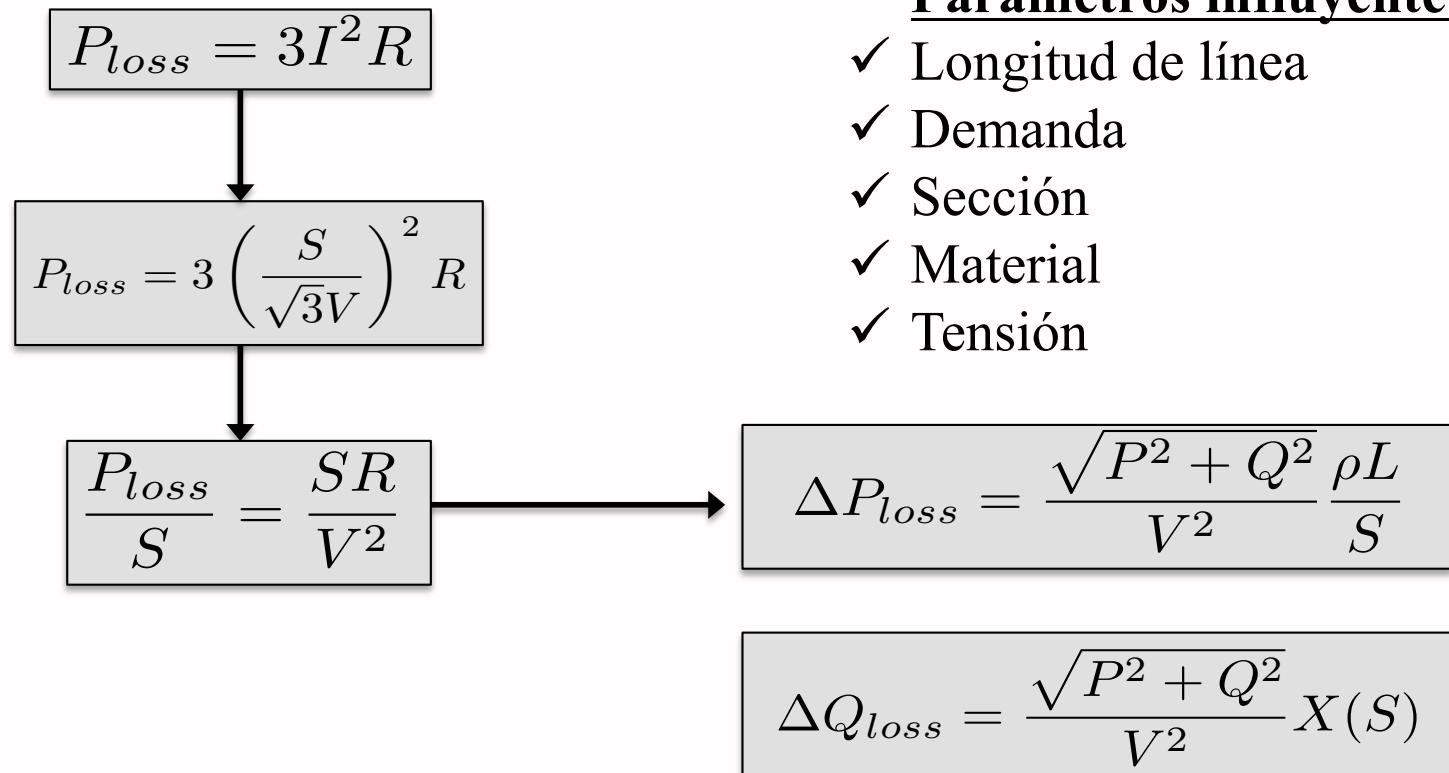
#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

# Red de estudio

## Variación de parámetros influyentes



## Índice

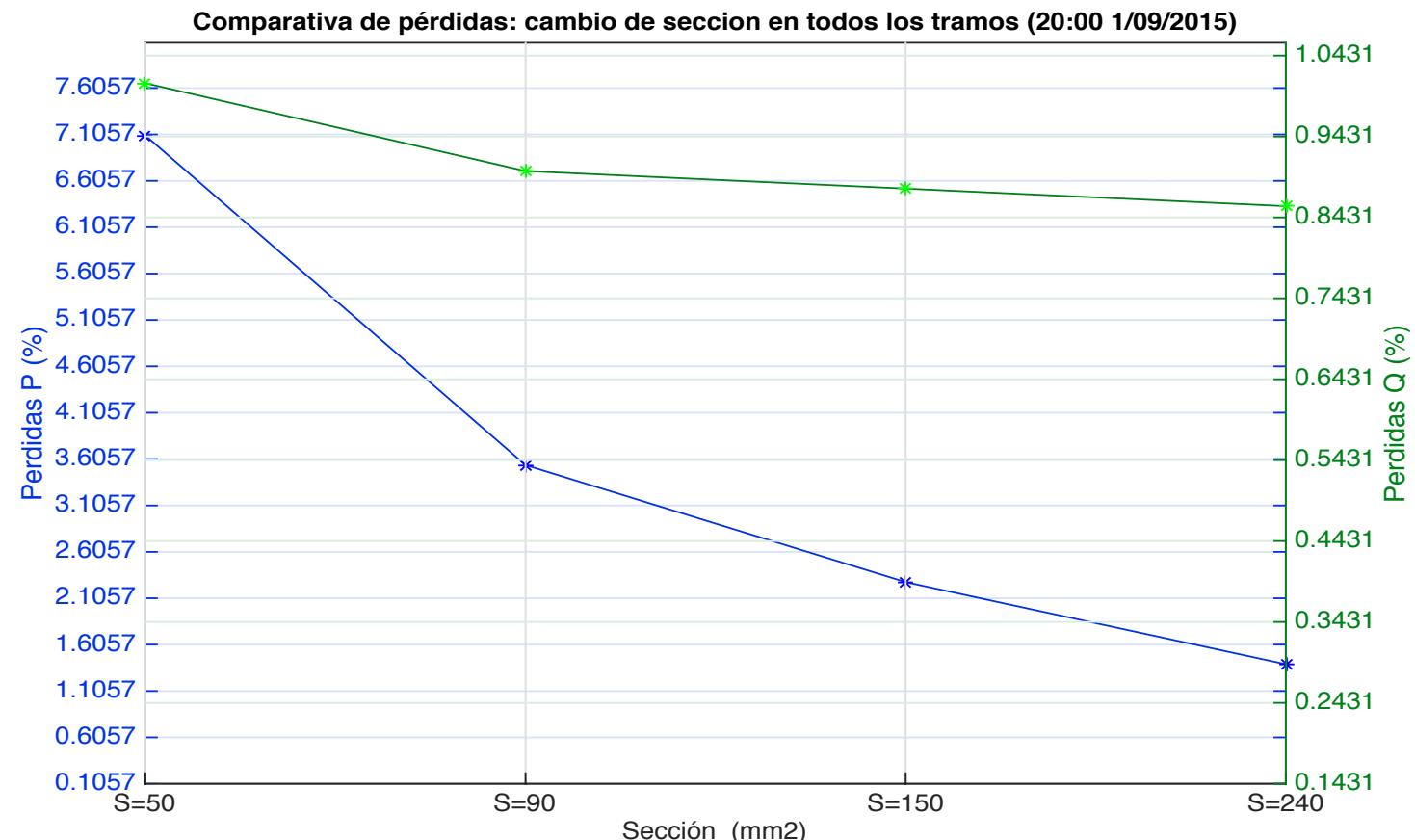
1. Introducción
2. Metodología  
balance de carga
3. Caso de estudio
4. Extrapolación  
de pérdidas
  - 4.1 Red de estudio*
  - 4.2 Demanda*
  - 4.3 Topología de red*
5. Conclusiones

# Red de estudio

## Variación de parámetros influyentes

Variación de la  
sección

Conductor de **aluminio (XZ1)**  
→ más desfavorable





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

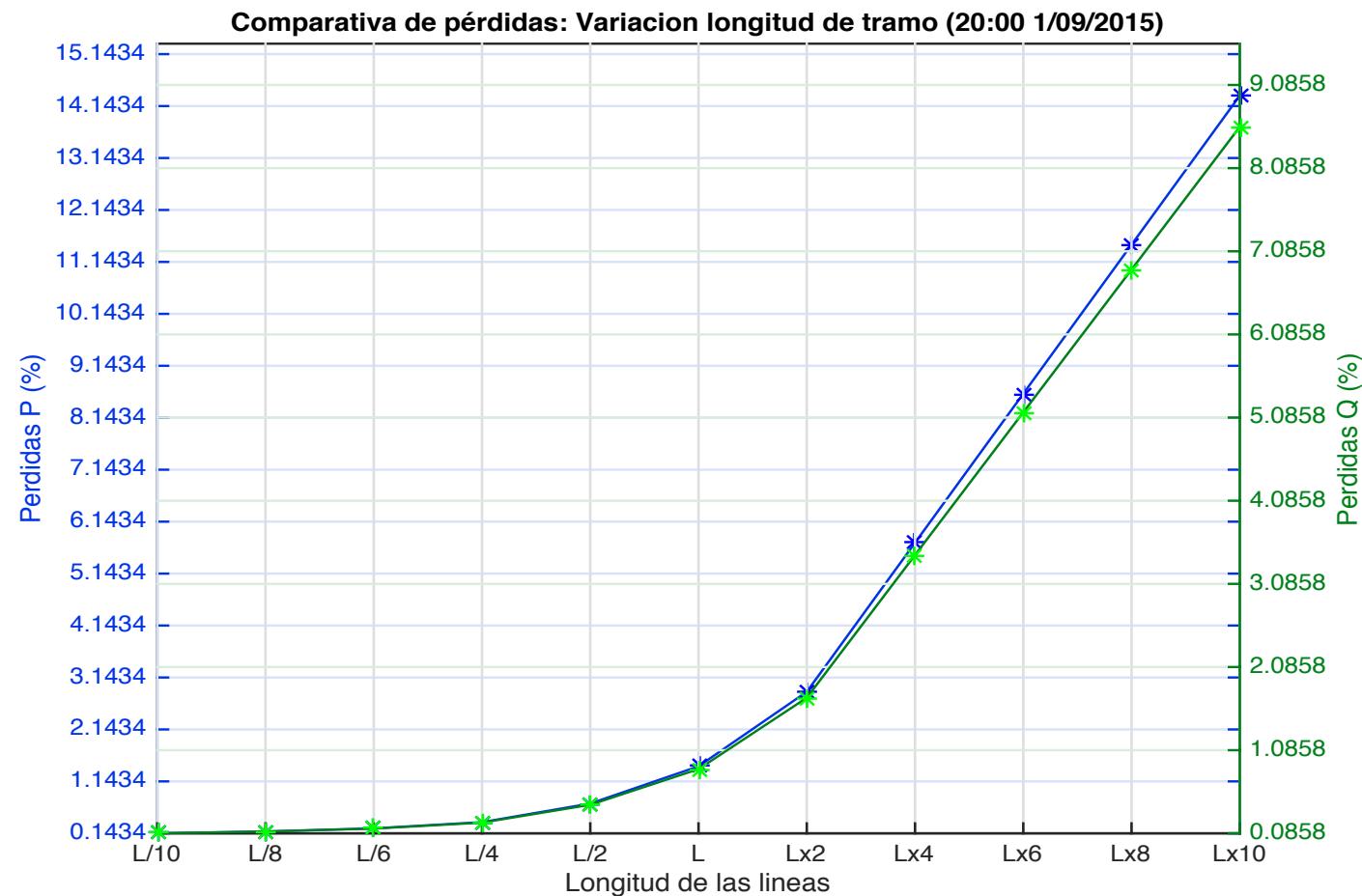
#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

# Red de estudio

## Variación de parámetros influyentes

### Variación de la longitud de tramo





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### *4.1 Red de estudio*

#### *4.2 Demanda*

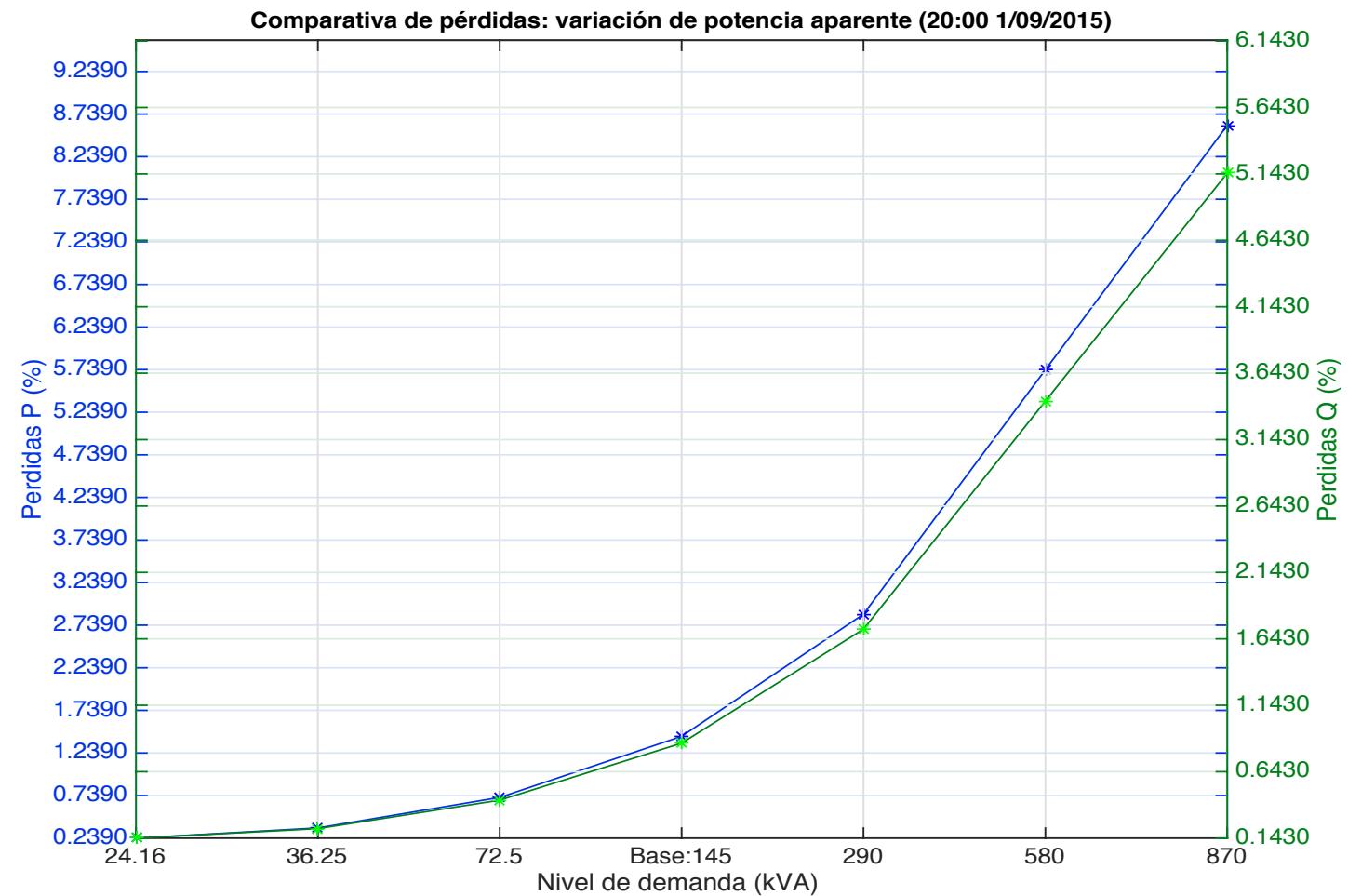
#### *4.3 Topología de red*

### 5. Conclusiones

# Red de estudio

## Variación de parámetros influyentes

### Variación de la demanda





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

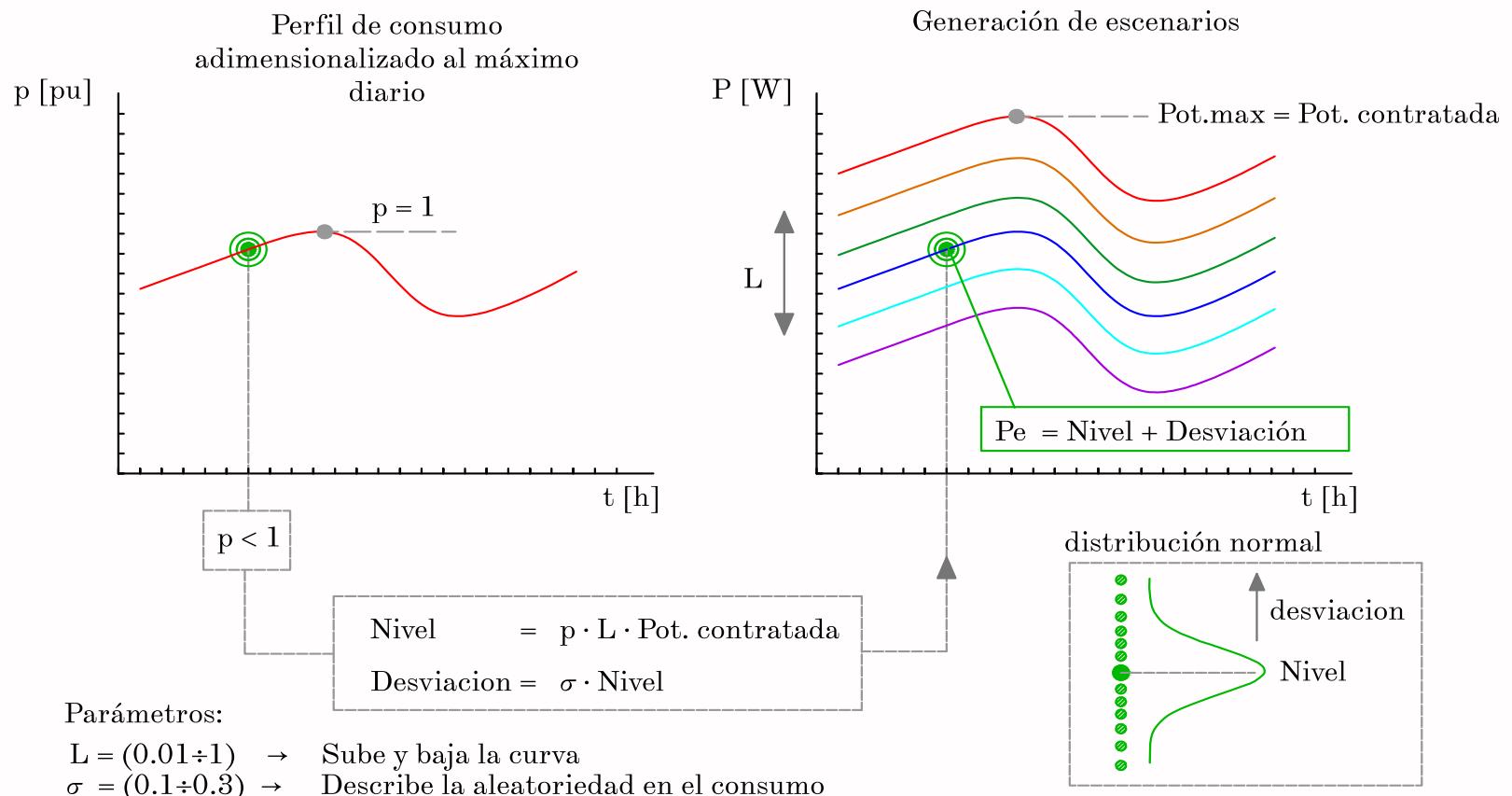
#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

# Análisis estadístico de la demanda

## Generación de escenarios de demanda





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

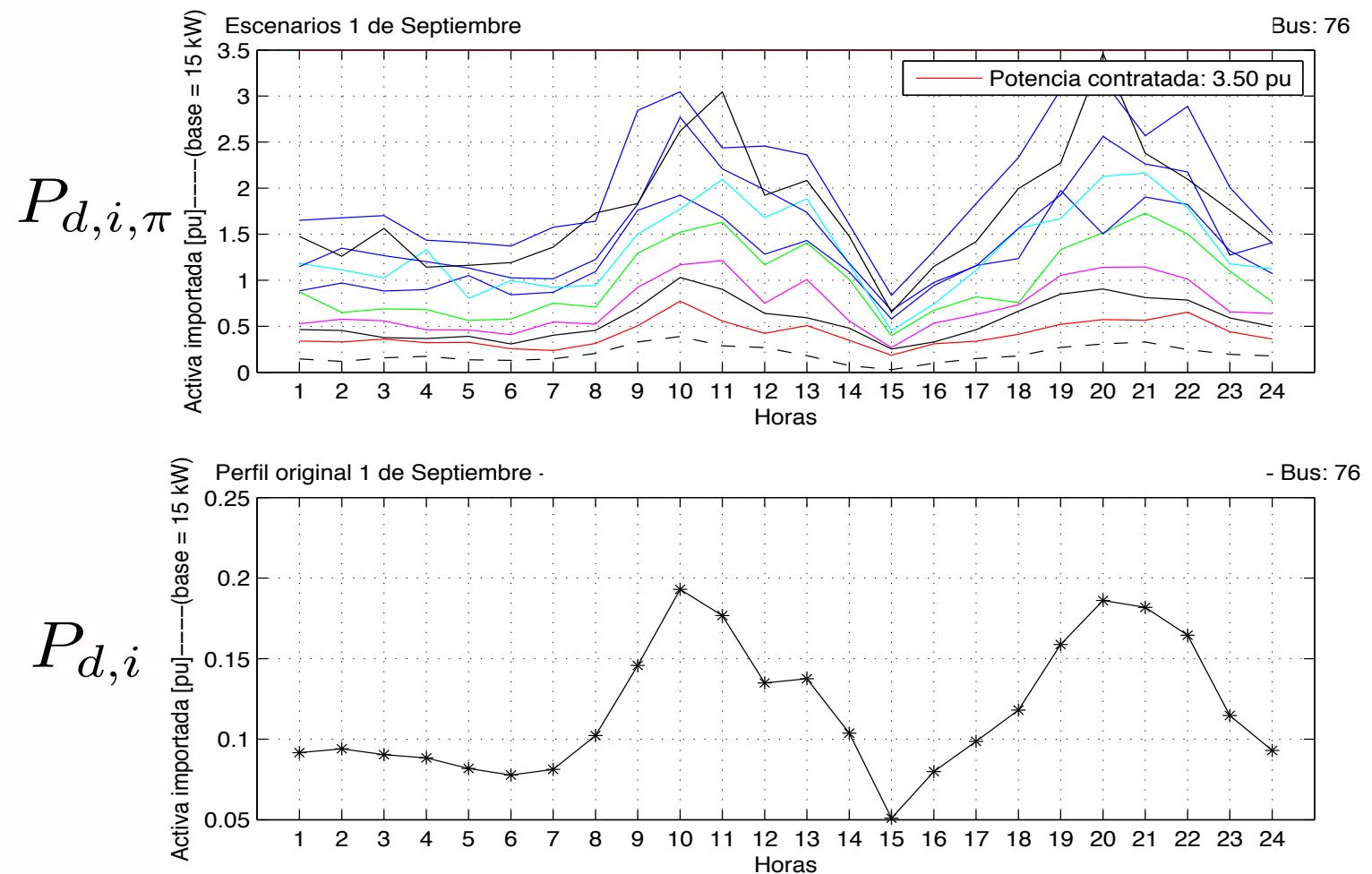
#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

# Análisis estadístico de la demanda

## Ejemplo de escenarios





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

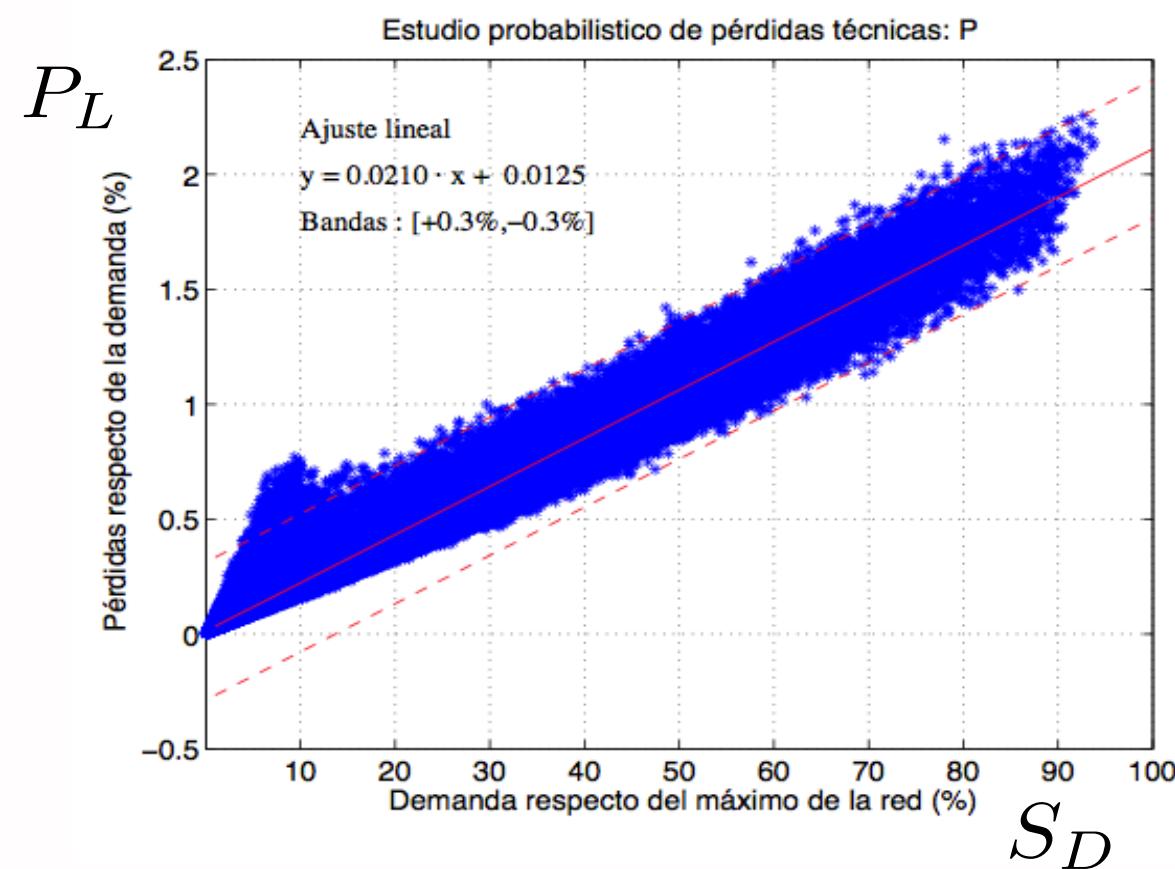
#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

# Análisis estadístico de la demanda

Familia de escenarios 1:  
Demanda con  $\sigma = 10\%$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

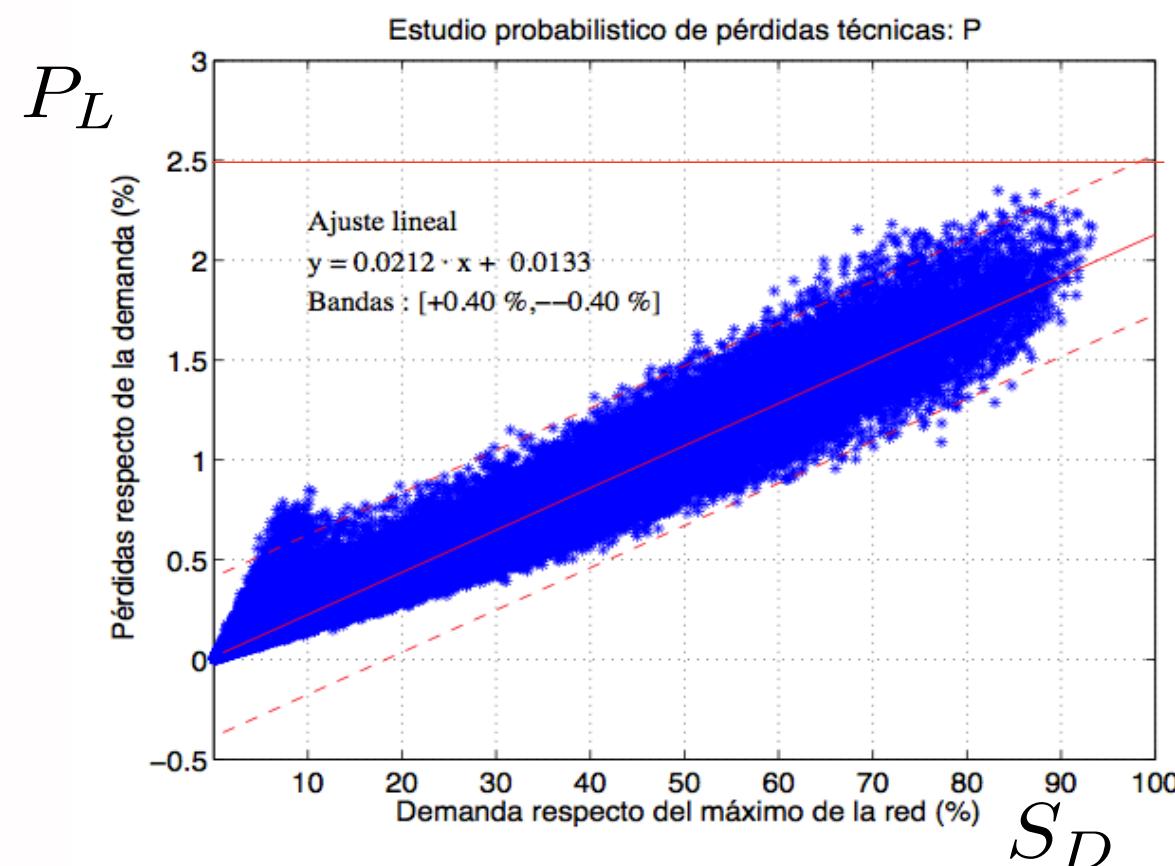
#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

# Análisis estadístico de la demanda

Familia de escenarios 2:  
Demanda con  $\sigma = 20\%$



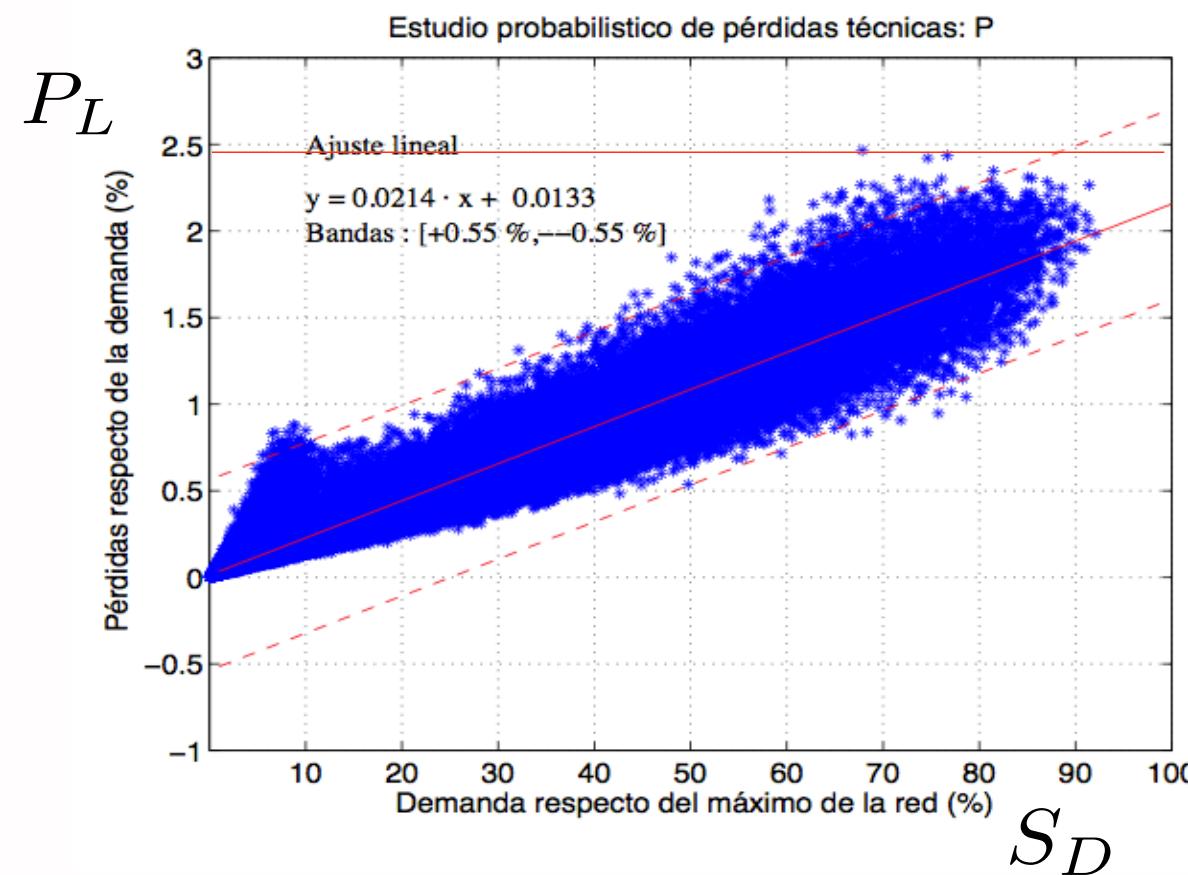


## Índice

1. Introducción
2. Metodología  
balance de carga
3. Caso de estudio
4. Extrapolación  
de pérdidas
  - 4.1 Red de estudio
  - 4.2 Demanda
  - 4.3 Topología de red
5. Conclusiones

# Análisis estadístico de la demanda

Familia de escenarios 3:  
Demanda con  $\sigma = 30\%$





## Índice

1. Introducción

2. Metodología  
balance de carga

3. Caso de estudio

4. Extrapolación  
de pérdidas

*4.1 Red de estudio*

*4.2 Demanda*

*4.3 Topología de red*

5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

## Parámetros característicos de red:

- Nº de salidas:  $N$
- Nº de acometidas/derivaciones:  $n$
- Nivel ramificación:  $r$
- Longitud de tramo:  $L$
- Longitud de acometida:  $l$
- Longitud de derivación:  $m$



## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

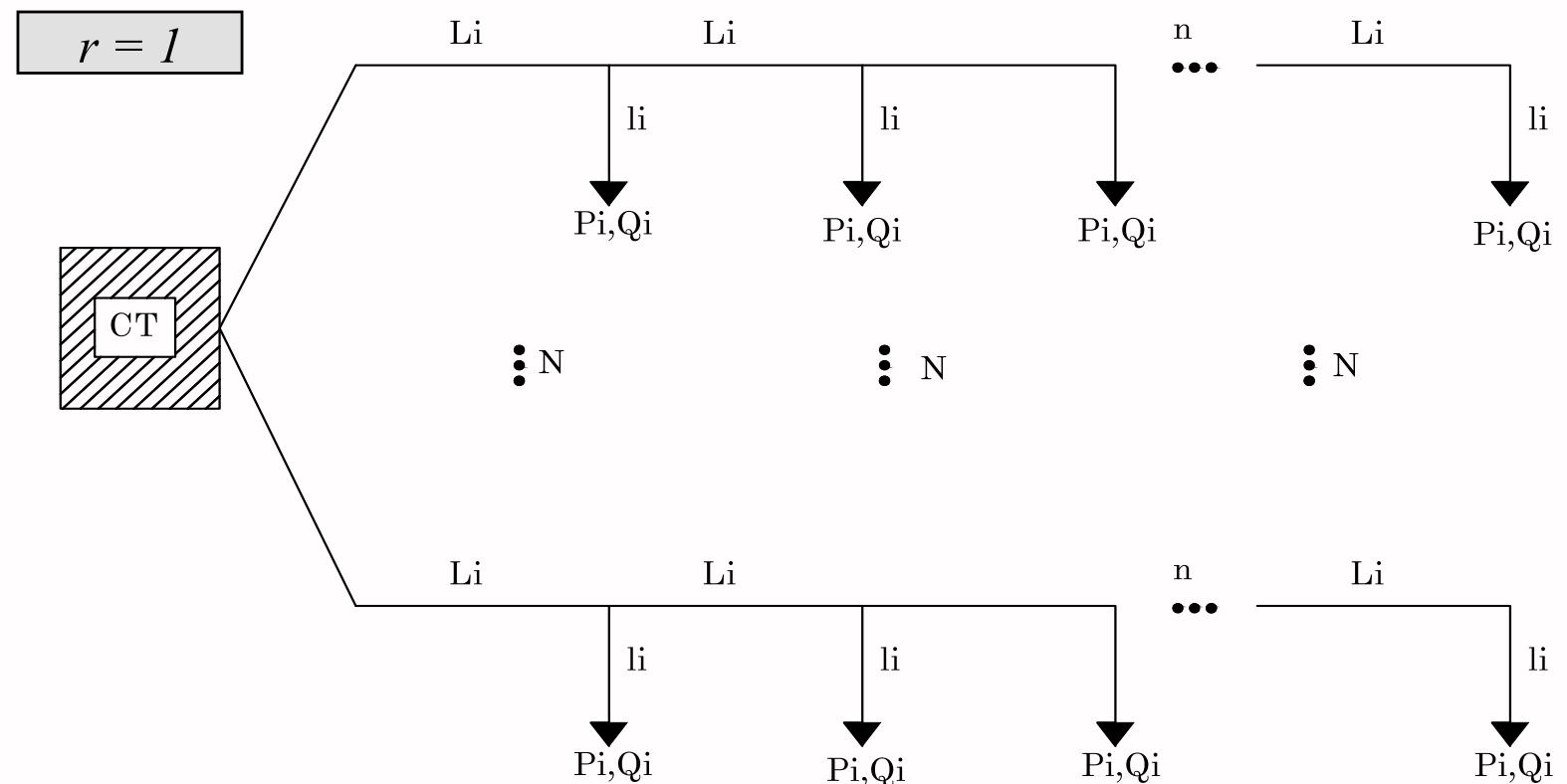
#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

## Parámetros característicos de red:





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

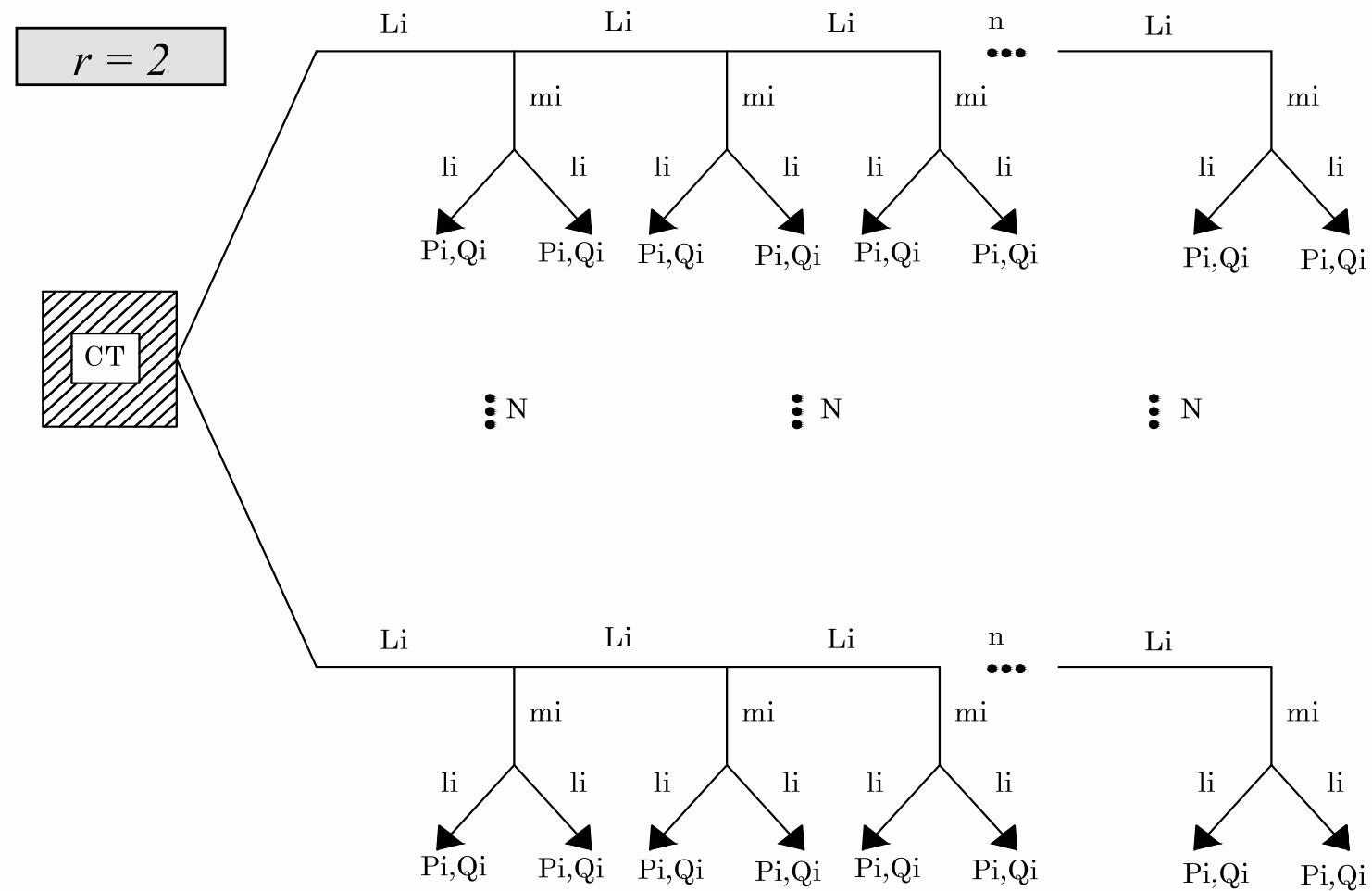
#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

## Parámetros característicos de red:





Índice

1. Introducción

2. Metodología  
balance de carga

3. Caso de estudio

4. Extrapolación  
de pérdidas

*4.1 Red de estudio*

*4.2 Demanda*

*4.3 Topología de red*

5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

- Análisis de sensibilidad
- Simulación de Montecarlo



Índice

1. Introducción

2. Metodología  
balance de carga

3. Caso de estudio

4. Extrapolación  
de pérdidas

4.1 Red de estudio

4.2 Demanda

4.3 Topología de red

5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

- Análisis de sensibilidad
- Simulación de Montecarlo

$$N = \{ 1, 2, 4, 8, 10, 12 \}$$

$$n = \{ 10, 15, 20, 40, 60, 80 \}$$

$$L = \{ 5, 8, 10, 25, 50, 100 \}$$

$$l = \{ 3, 4, 6, 10, 25, 50 \}$$

$$m = \{ 3, 4, 6, 10, 25, 50 \}$$

$$r = \{ 1, 2, 3, 4, 5 \}$$

Valores de referencia

\* **Conductor:** AL XZ1

\* **Sección:**

240 mm<sup>2</sup> (tramos)

50 mm<sup>2</sup> (acometidas)

\* **Potencia CT:** 630 kVA

\* **Demandas:**

desde 10% -- 100% del CT



## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

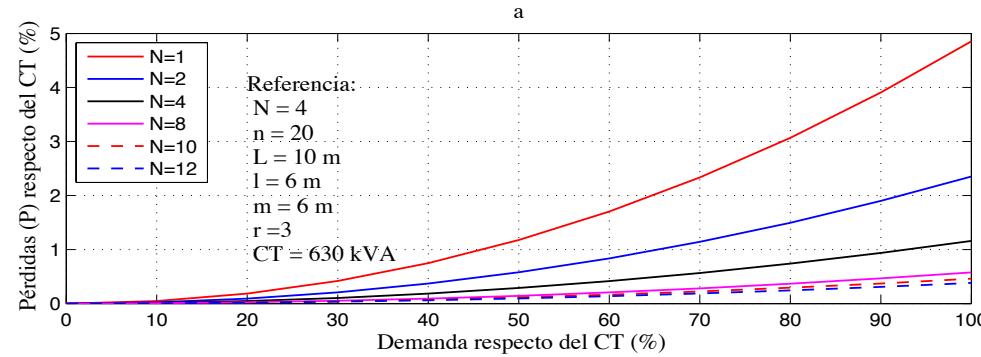
### 5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

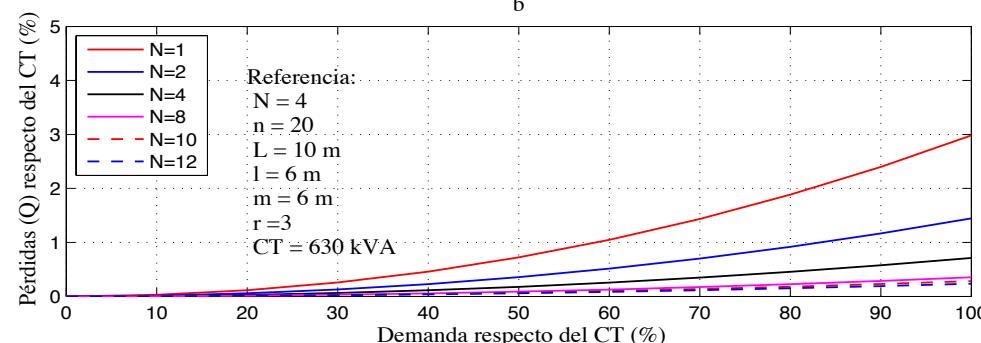
## - Análisis de sensibilidad

Variación Nº de salidas ( $N$ )

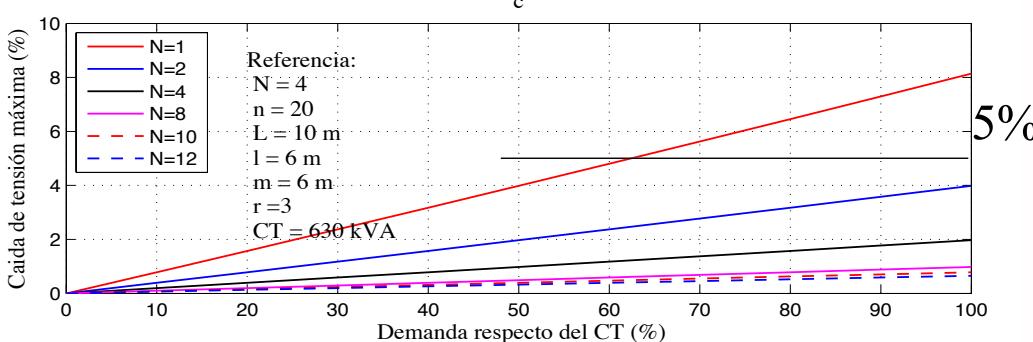
$P_L$



$Q_L$



$\Delta V$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

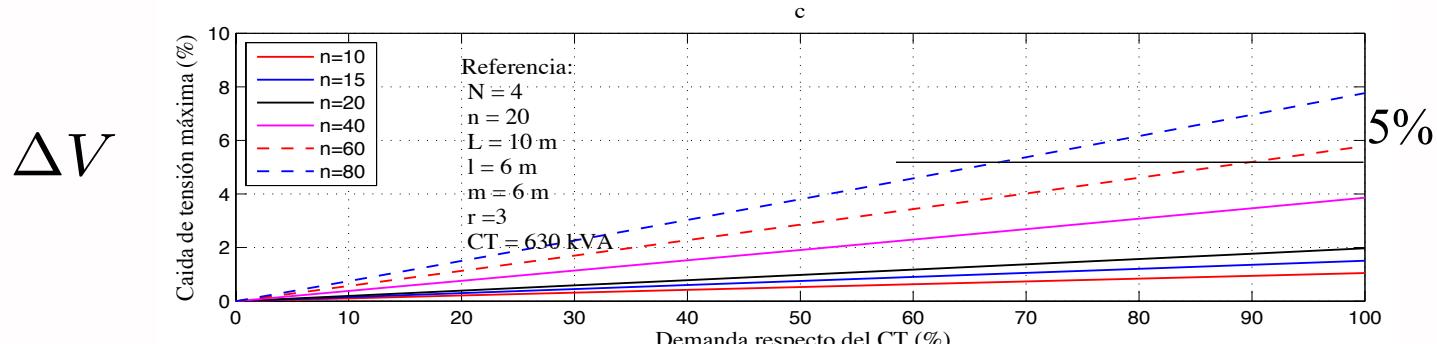
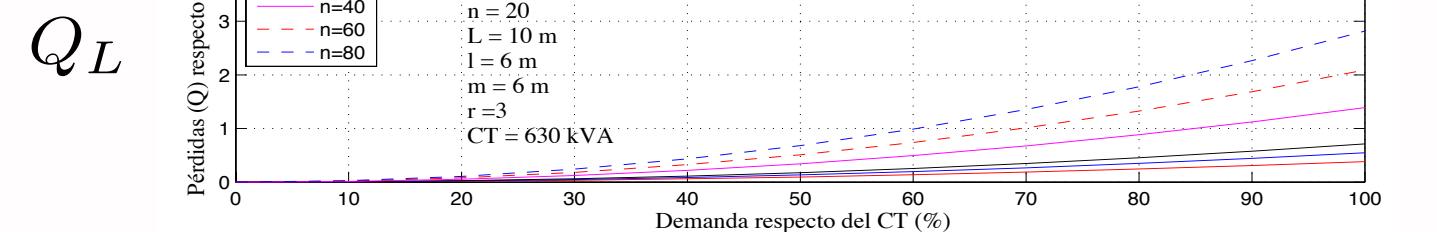
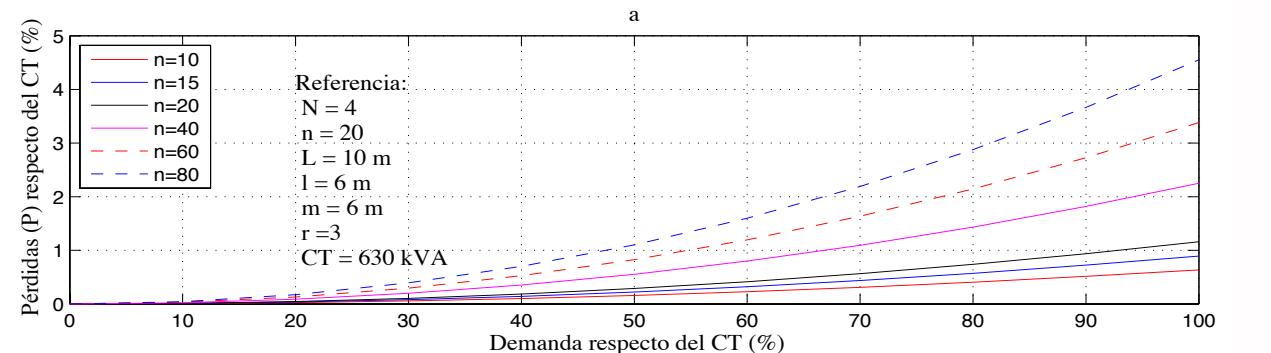
#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

## - Análisis de sensibilidad

Variación N° de acometidas ( $n$ )





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

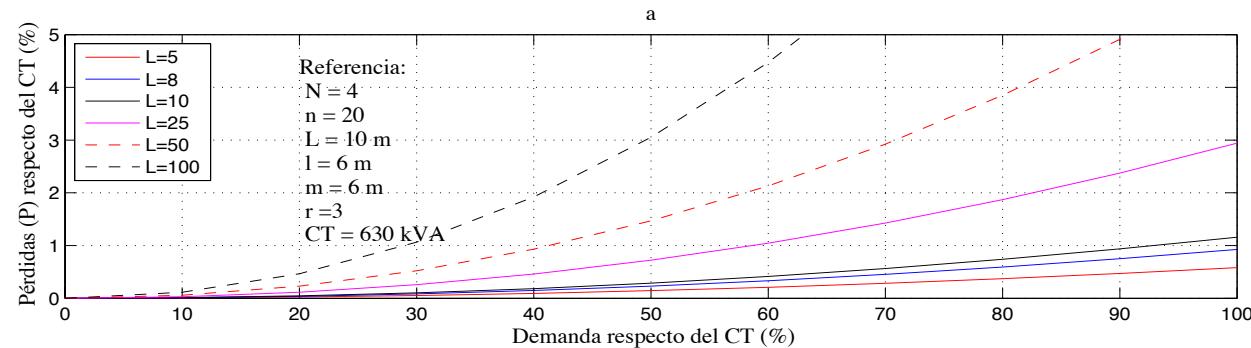
### 5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

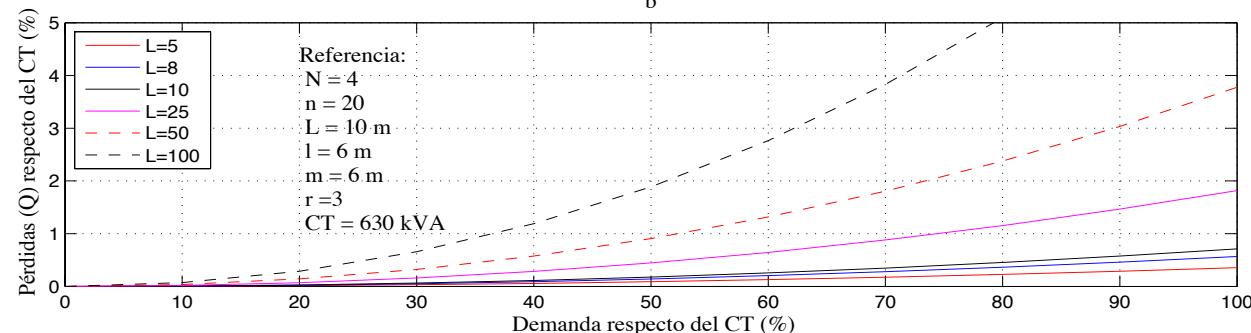
## - Análisis de sensibilidad

Variación Longitud de tramo ( $L$ )

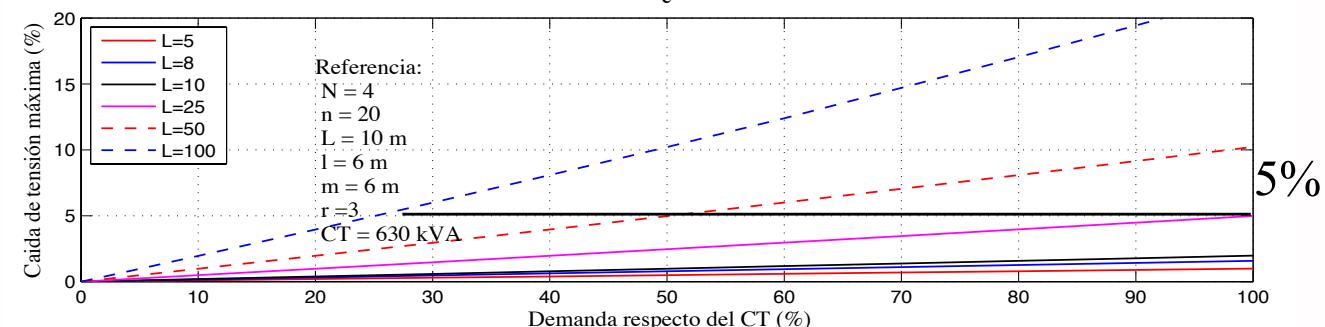
$P_L$



$Q_L$



$\Delta V$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

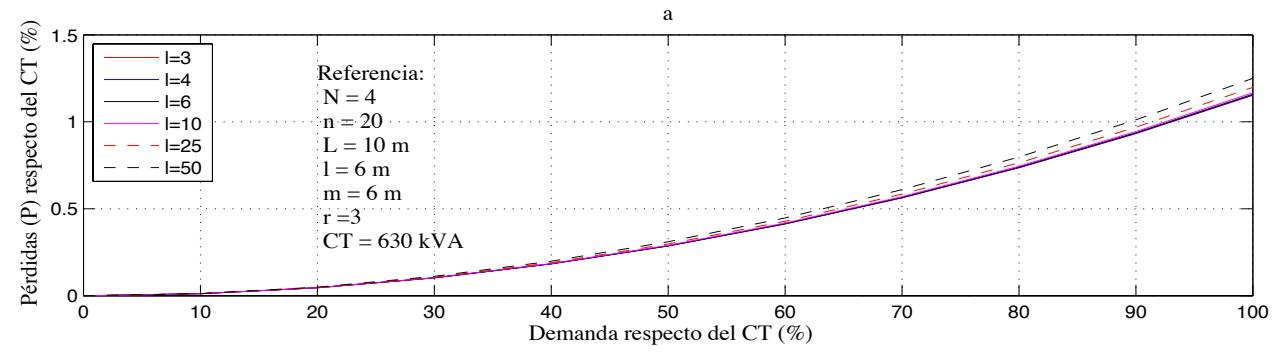
### 5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

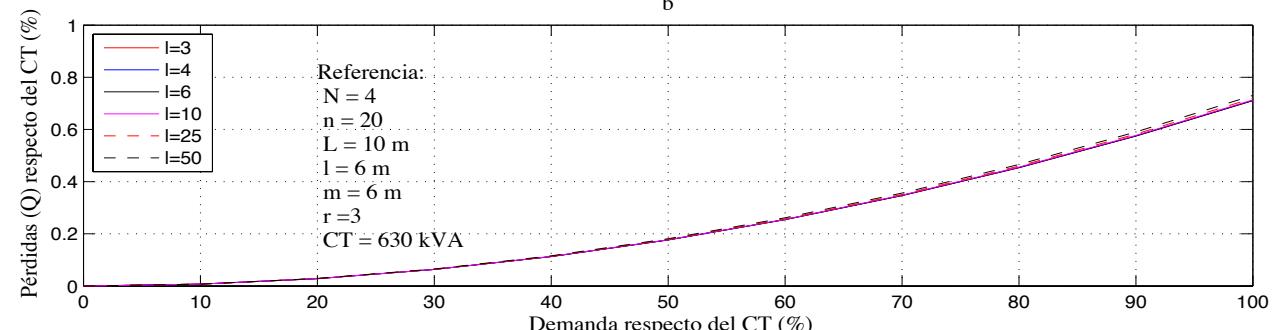
## - Análisis de sensibilidad

### Variación Longitud de acometida ( $l$ )

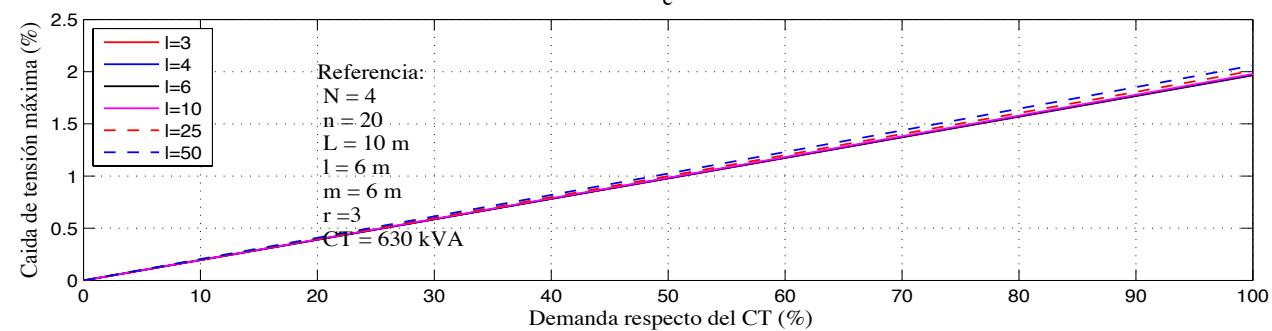
$P_L$



$Q_L$



$\Delta V$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

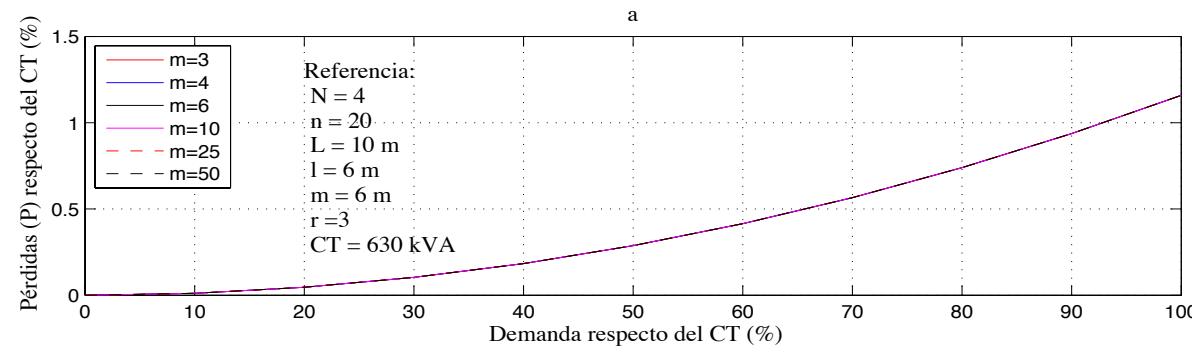
### 5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

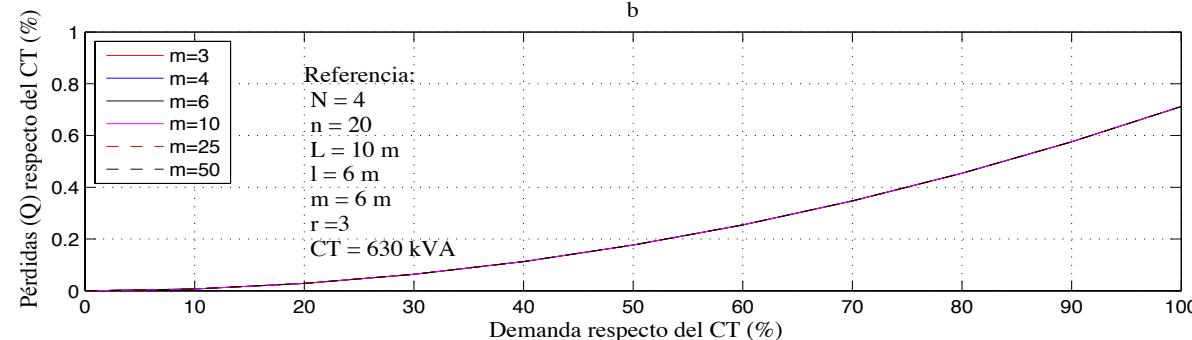
## - Análisis de sensibilidad

### Variación Longitud de derivación ( $m$ )

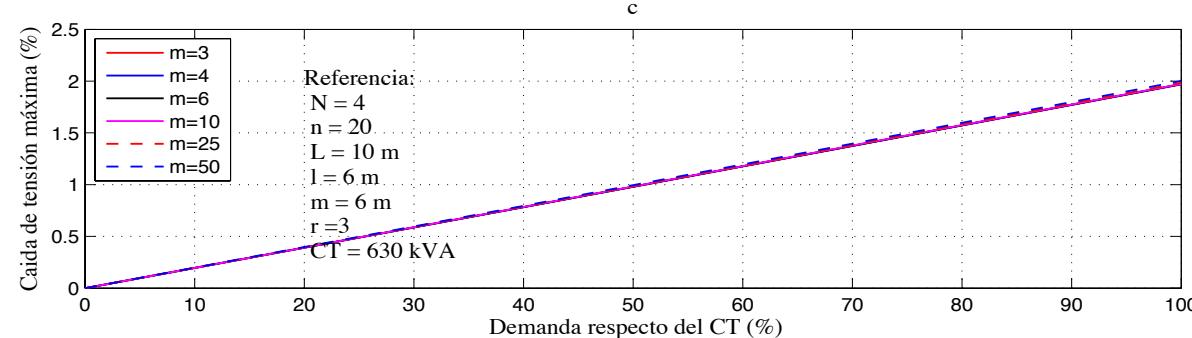
$P_L$



$Q_L$



$\Delta V$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

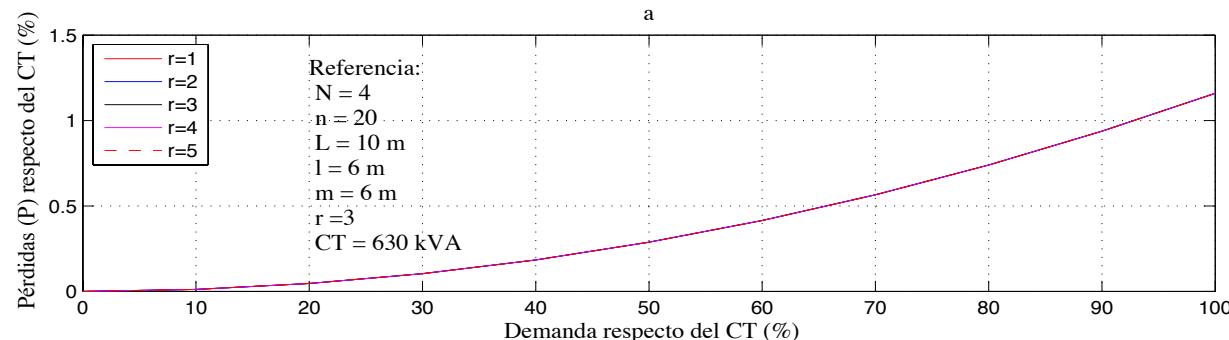
### 5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

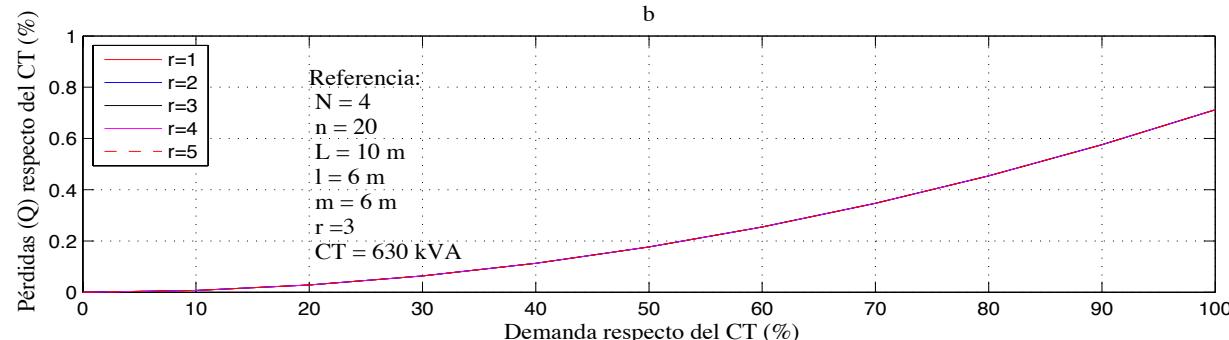
## - Análisis de sensibilidad

### Variación Nivel de ramificación ( $r$ )

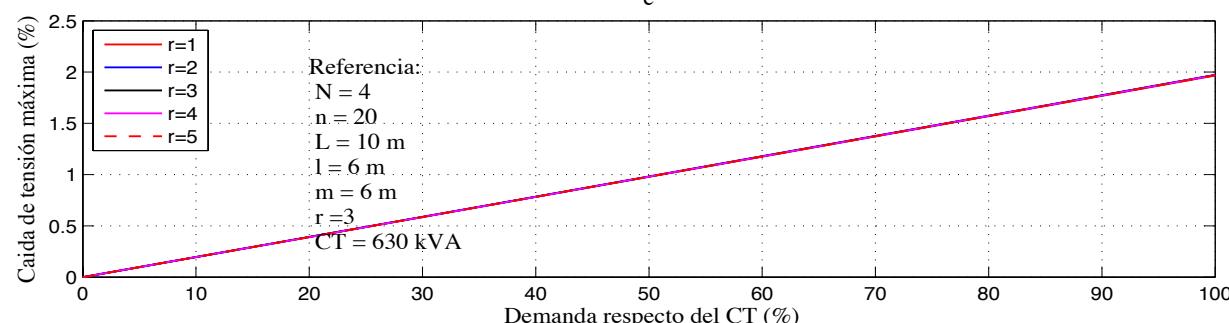
$P_L$



$Q_L$



$\Delta V$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

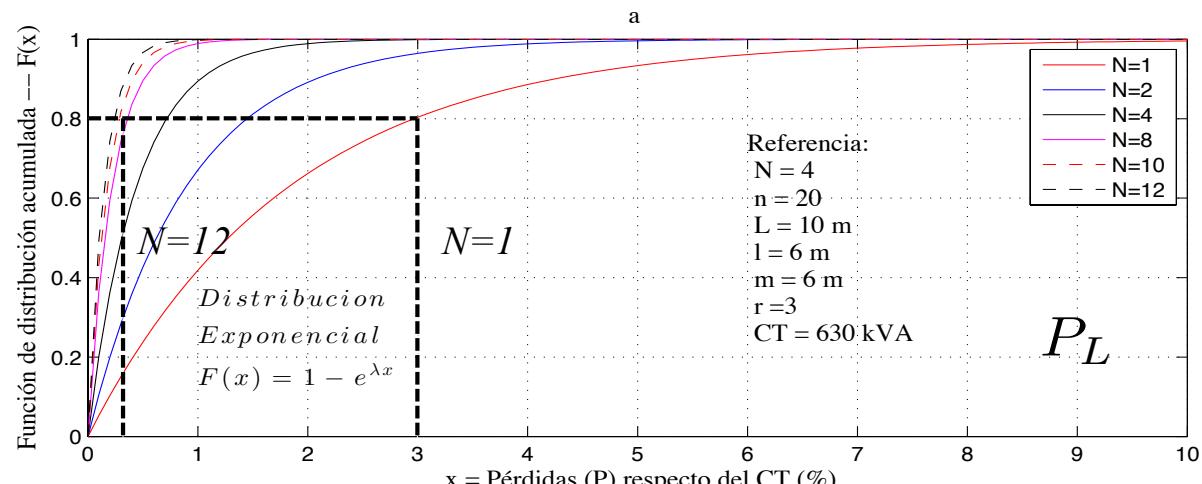
# Influencia de la topología de la red

## - Análisis de sensibilidad

CDF. Nº de salidas ( $N$ )

Distribución de  
probabilidad

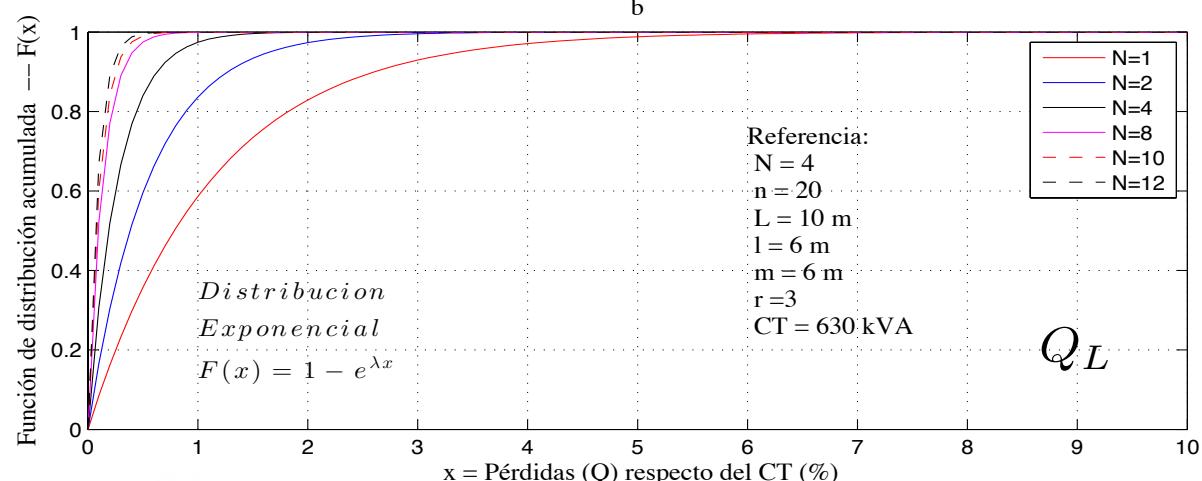
$$F(b) = \text{Prob}(x \leq b)$$



(+2.6%,-2.6%)

0.4%

3%





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

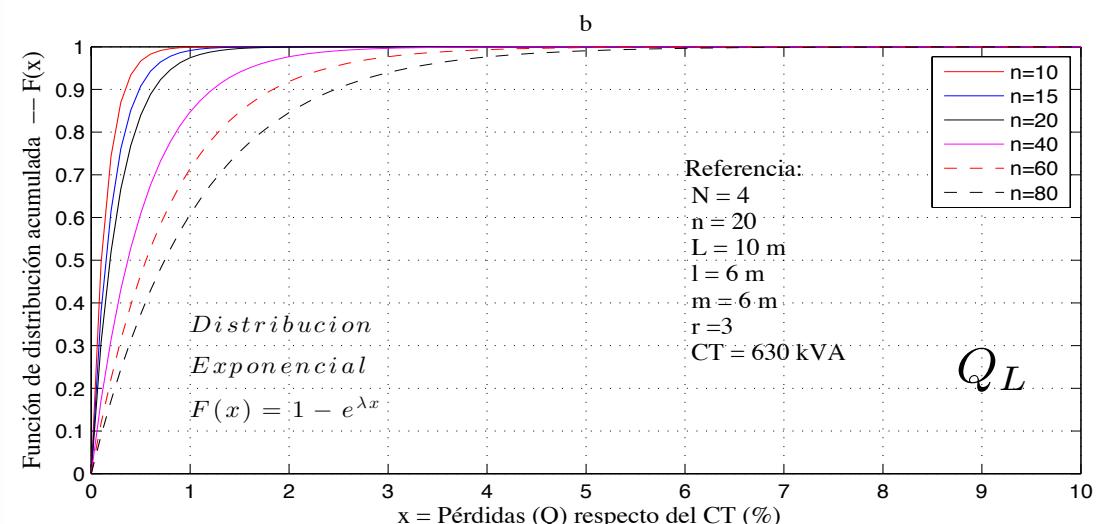
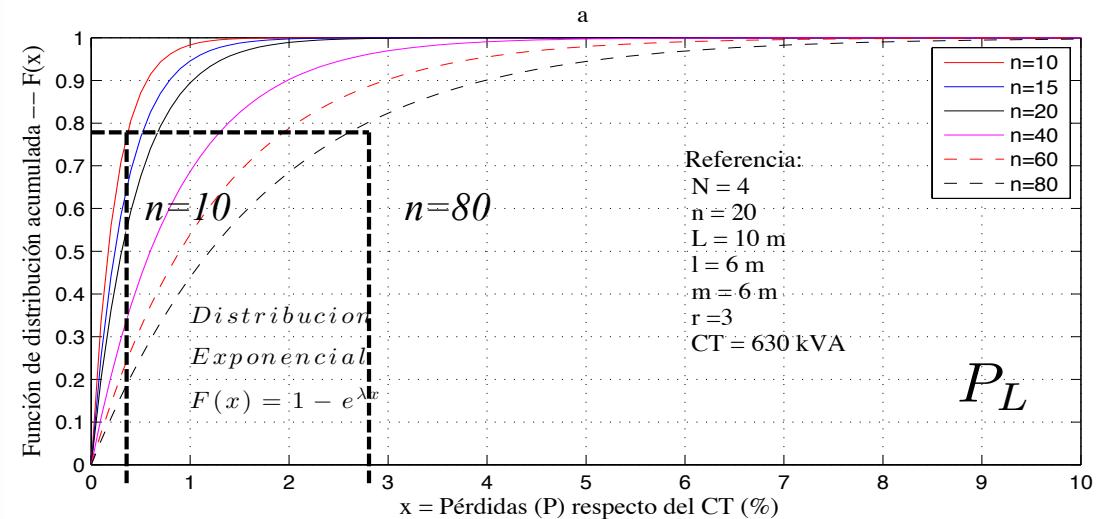
## - Análisis de sensibilidad

### CDF. N° de acometidas ( $n$ )

#### Distribución de probabilidad

$$F(b) = \text{Prob}(x \leq b)$$

(+2.5%,-2.5%)





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

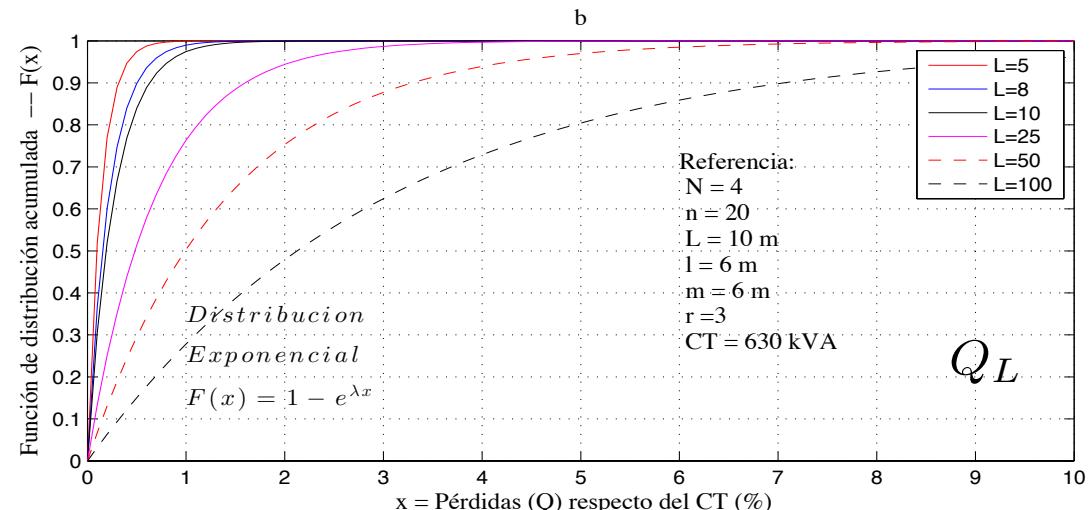
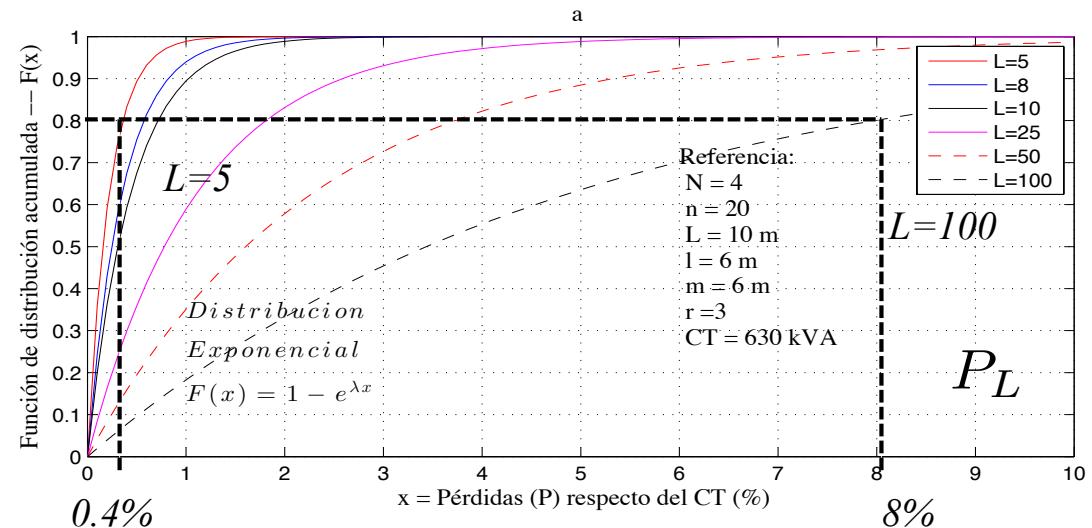
## - Análisis de sensibilidad

### CDF. Longitud de tramo ( $L$ )

Distribución de  
probabilidad

$$F(b) = \text{Prob}(x \leq b)$$

(+7.6%, -7.6%)





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

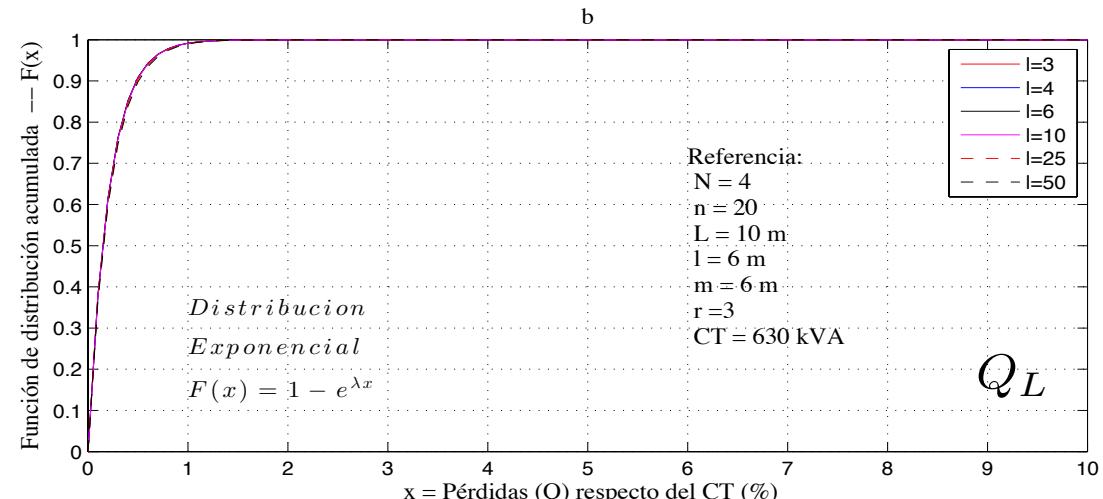
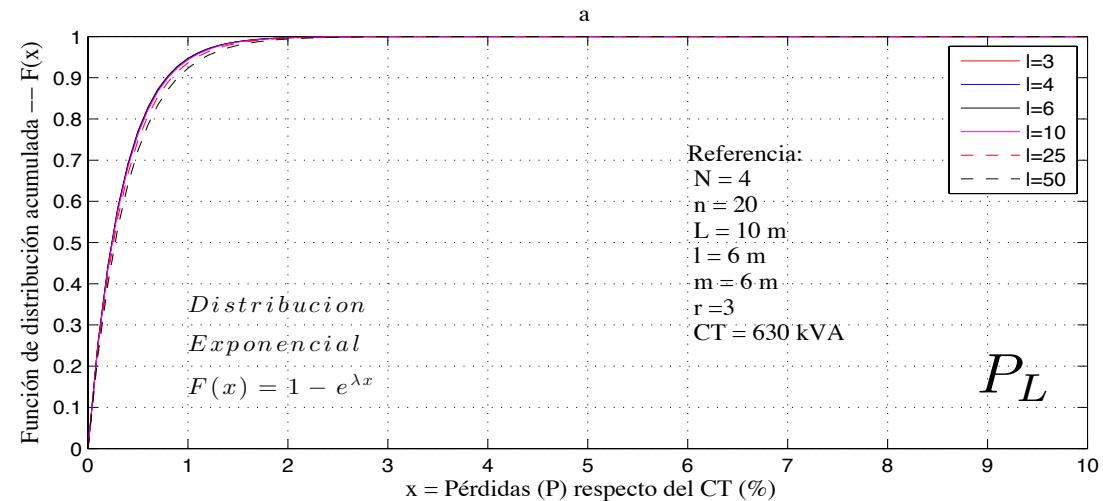
# Influencia de la topología de la red

## - Análisis de sensibilidad

### CDF. Longitud de acometida ( $l$ )

#### Distribución de probabilidad

$$F(b) = \text{Prob}(x \leq b)$$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

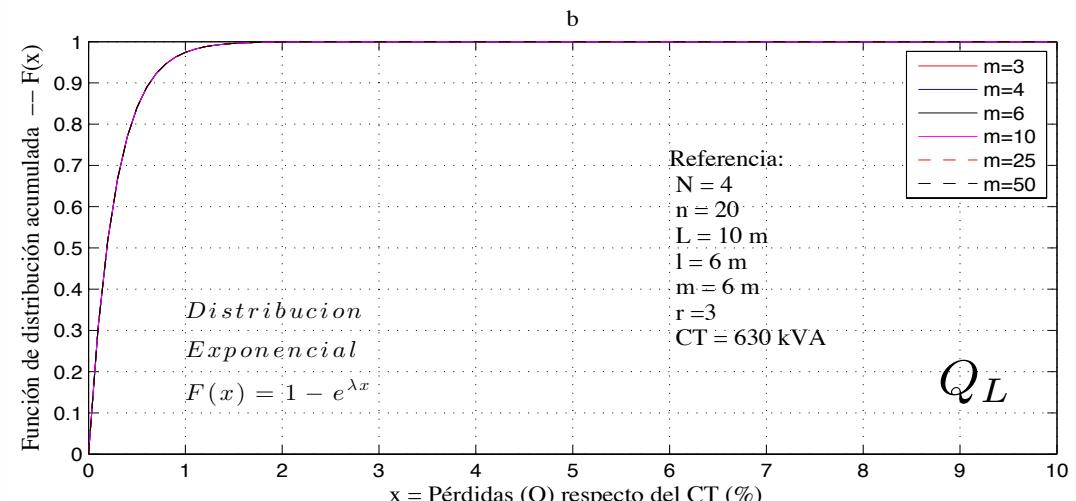
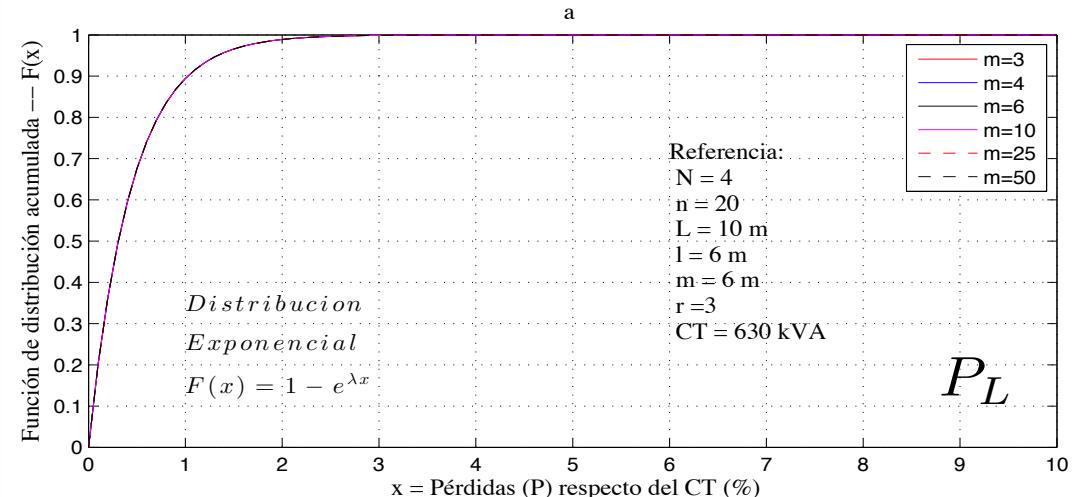
# Influencia de la topología de la red

## - Análisis de sensibilidad

### CDF. Longitud de derivación ( $m$ )

Distribución de  
probabilidad

$$F(b) = \text{Prob}(x \leq b)$$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

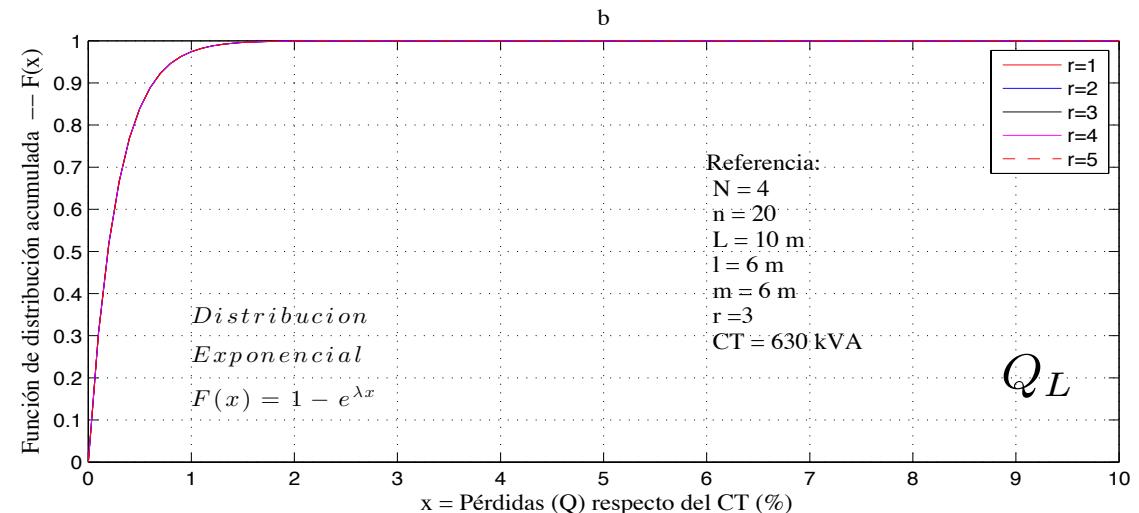
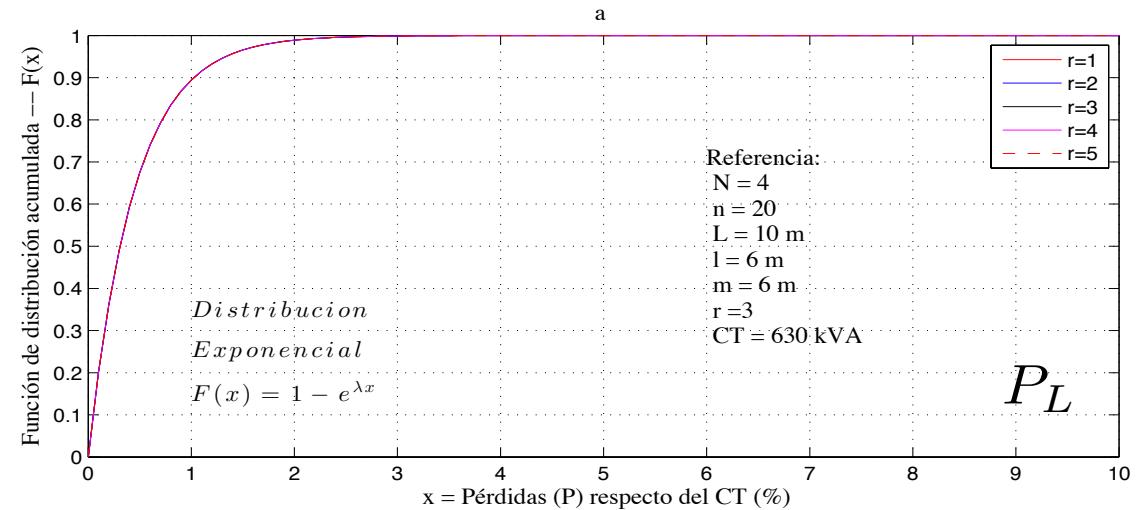
# Influencia de la topología de la red

## - Análisis de sensibilidad

### CDF. Nivel de ramificación ( $r$ )

Distribución de  
probabilidad

$$F(b) = \text{Prob}(x \leq b)$$





## Índice

- 1. Introducción
- 2. Metodología  
balance de carga
- 3. Caso de estudio

- 4. Extrapolación  
de pérdidas

- 4.1 Red de estudio

- 4.2 Demanda

- 4.3 Topología de red

- 5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

## - Análisis de sensibilidad

## - Simulación de Montecarlo

Construcción de redes de forma sistemática

Parámetros comprendidos entre los siguientes:

$$N \in (1 \div 12)$$

$$n \in (10 \div 50)$$

$$L_i \in (5 \div 40)$$

$$l_i \in (3 \div 20)$$

$$m_i \in (3 \div 20)$$

$$r \in (1 \div 3)$$

- \* **Demanda** desde un 10% hasta el 100% del CT (630 kVA)
- \* Restricción de **caída de tensión** máxima del 5% (REBT)
- \* Alto coste computacional: **30.000 simulaciones / 2,5 horas**



## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

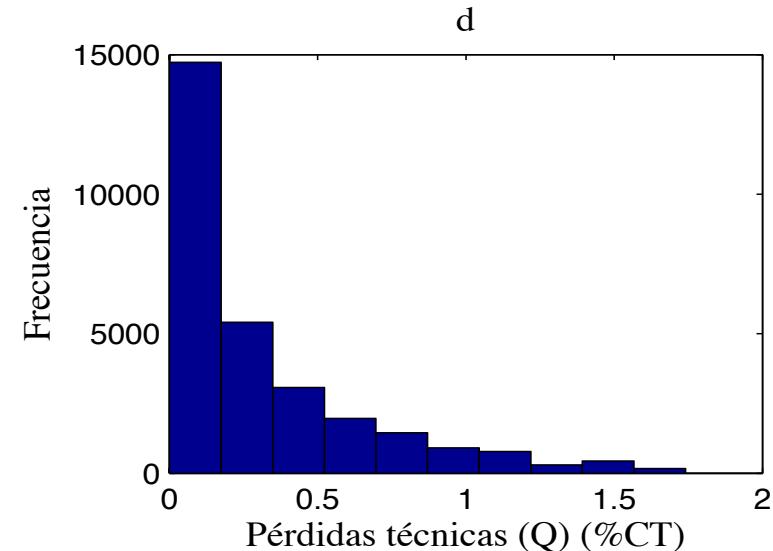
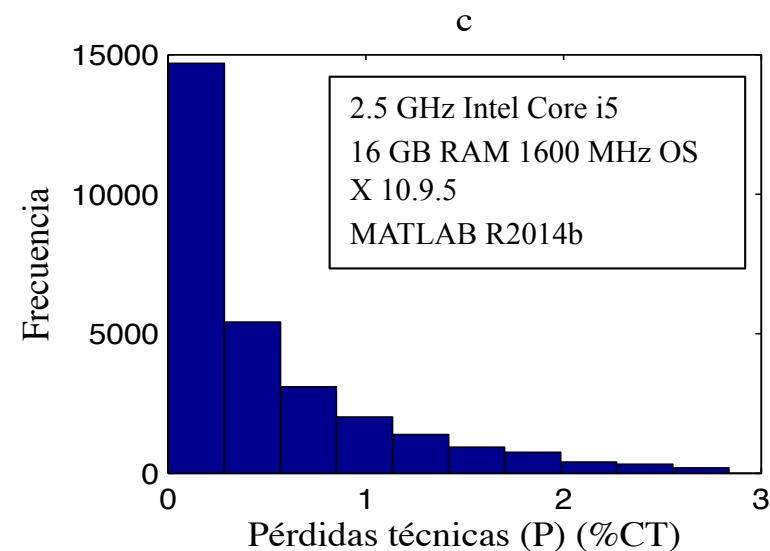
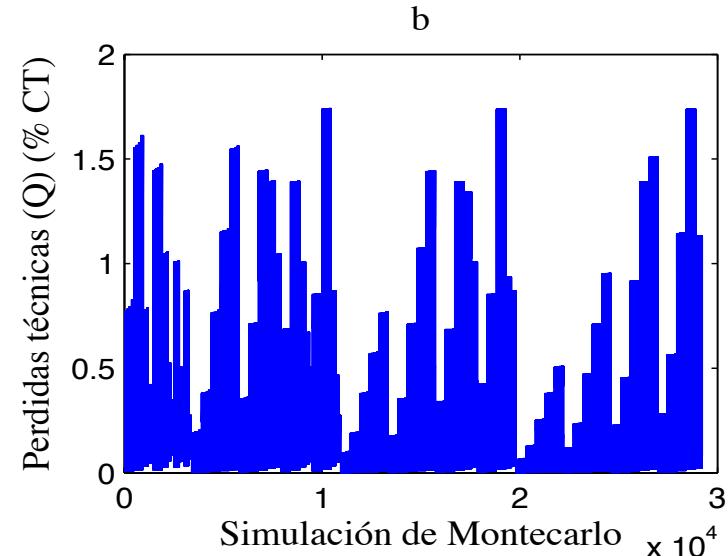
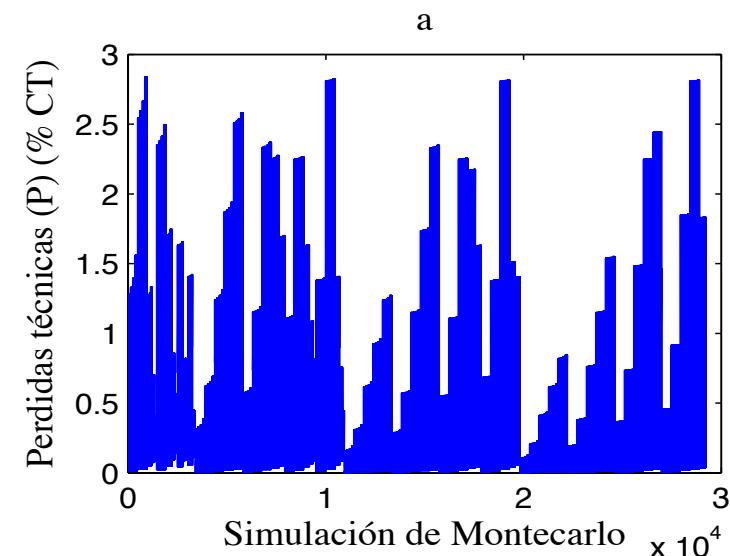
#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

## - Simulación de Montecarlo





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

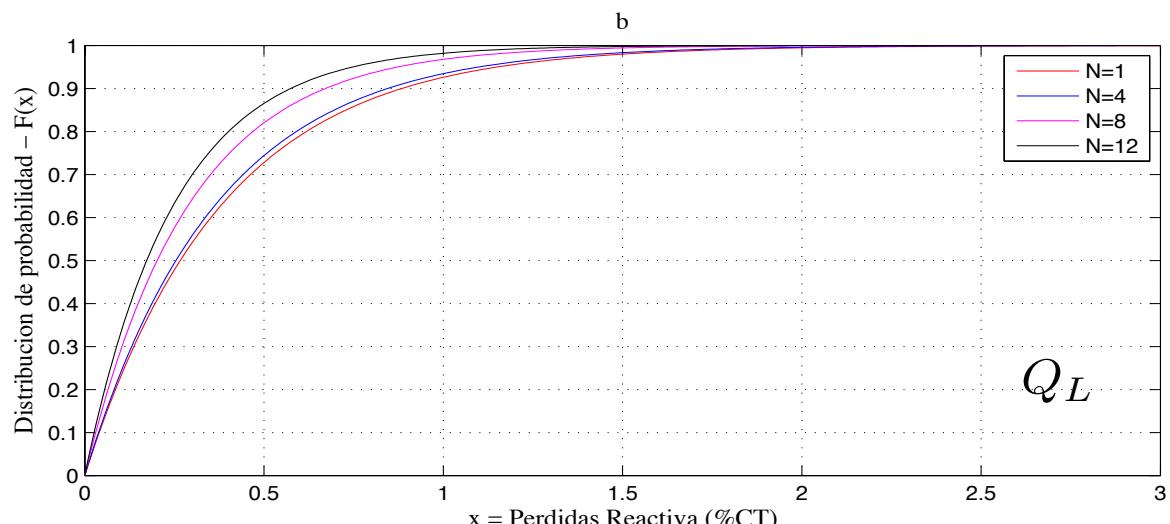
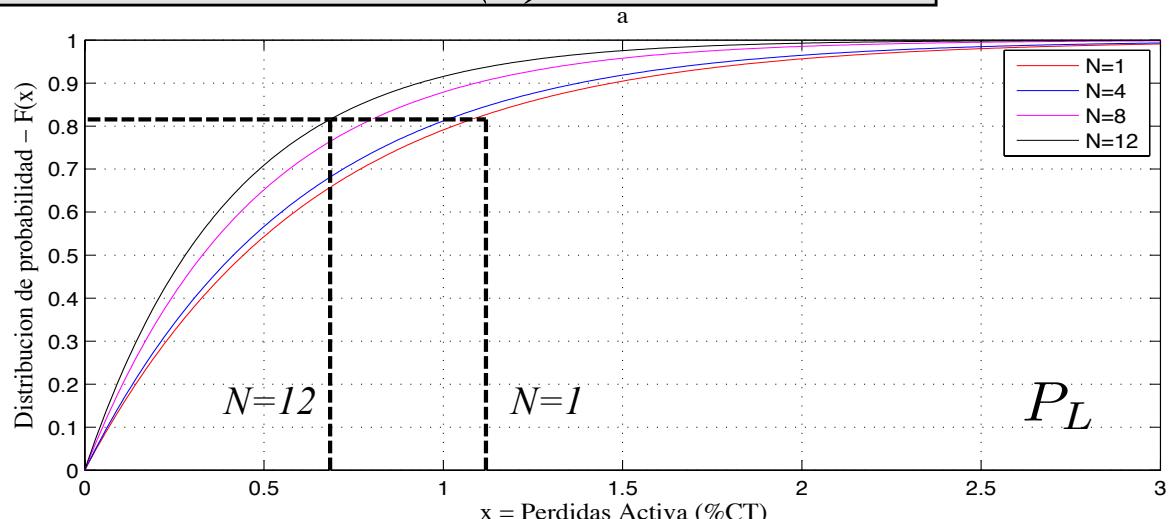
## - Simulación de Montecarlo

Distribución de probabilidad

$$F(b) = \text{Prob}(x \leq b)$$

(+0.4%, -0.4%)

CDF. Nº de salidas ( $N$ )





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

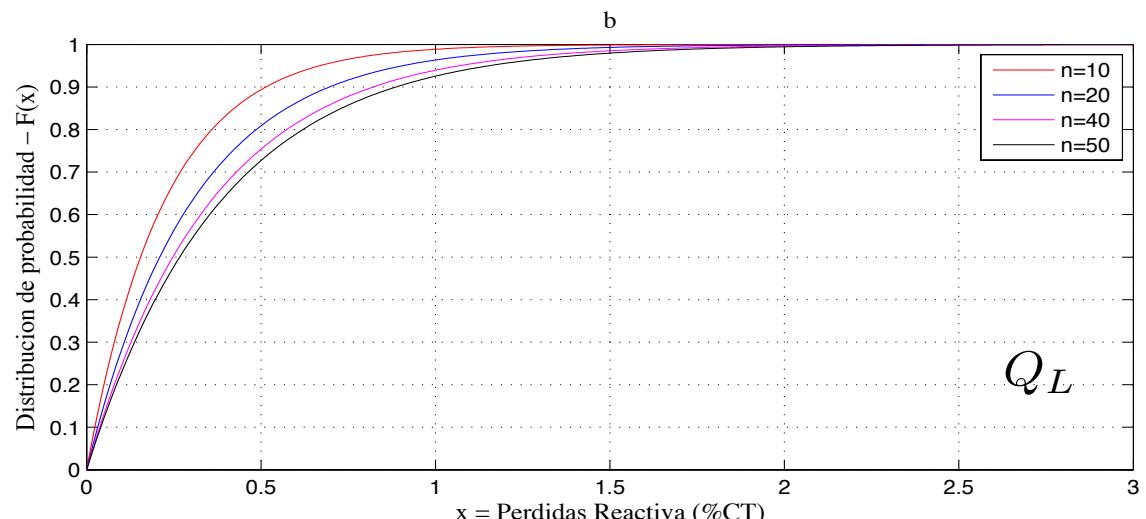
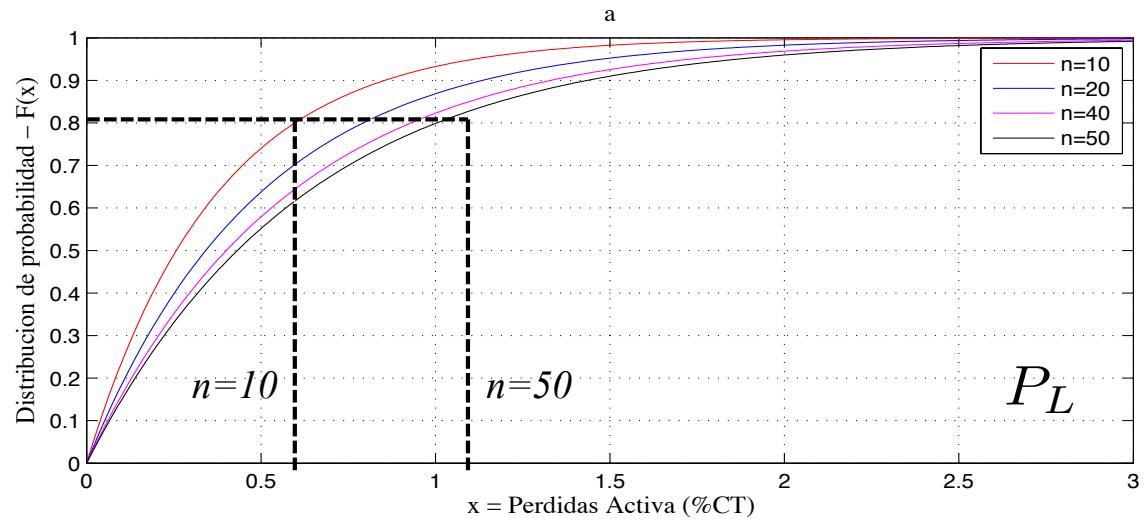
## - Simulación de Montecarlo

CDF. N° de acometidas ( $n$ )

Distribución de  
probabilidad

$$F(b) = \text{Prob}(x \leq b)$$

(+0.5%, -0.5%)





## Índice

1. Introducción

2. Metodología  
balance de carga

3. Caso de estudio

4. Extrapolación  
de pérdidas

4.1 Red de estudio

4.2 Demanda

4.3 Topología de red

5. Conclusiones

# Influencia de la topología de la red

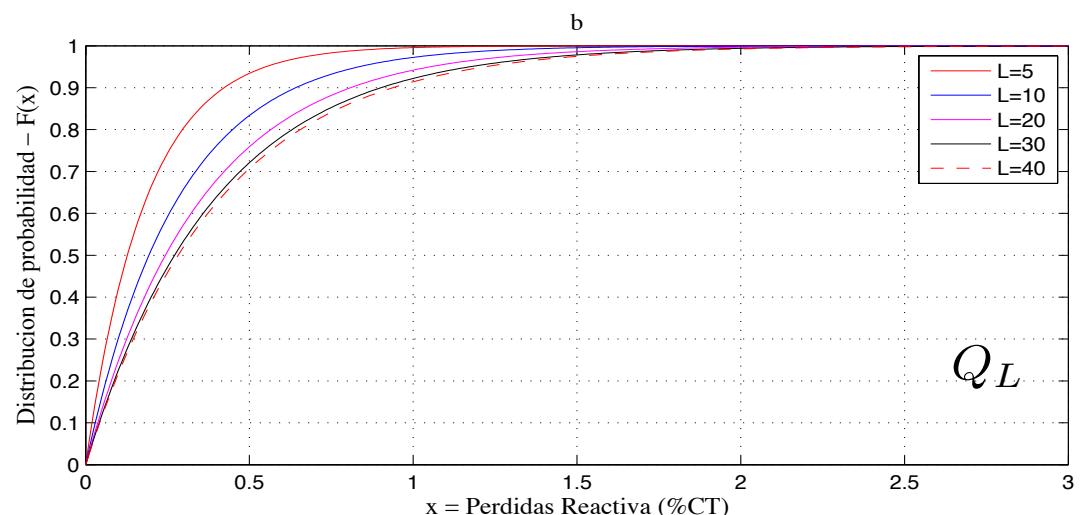
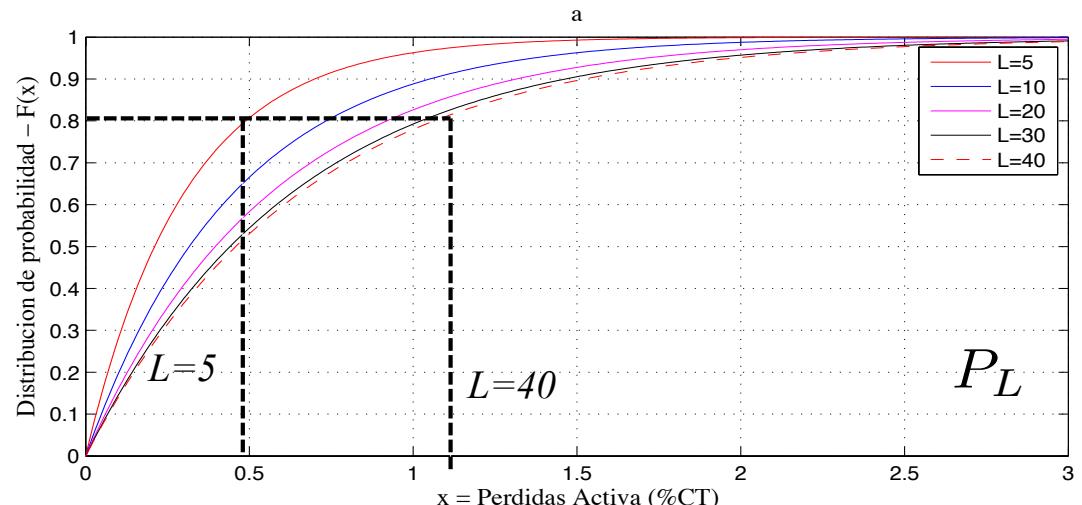
## - Simulación de Montecarlo

### CDF. Longitud de tramo ( $L$ )

Distribución de  
probabilidad

$$F(b) = \text{Prob}(x \leq b)$$

(+0.6%, -0.6%)





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

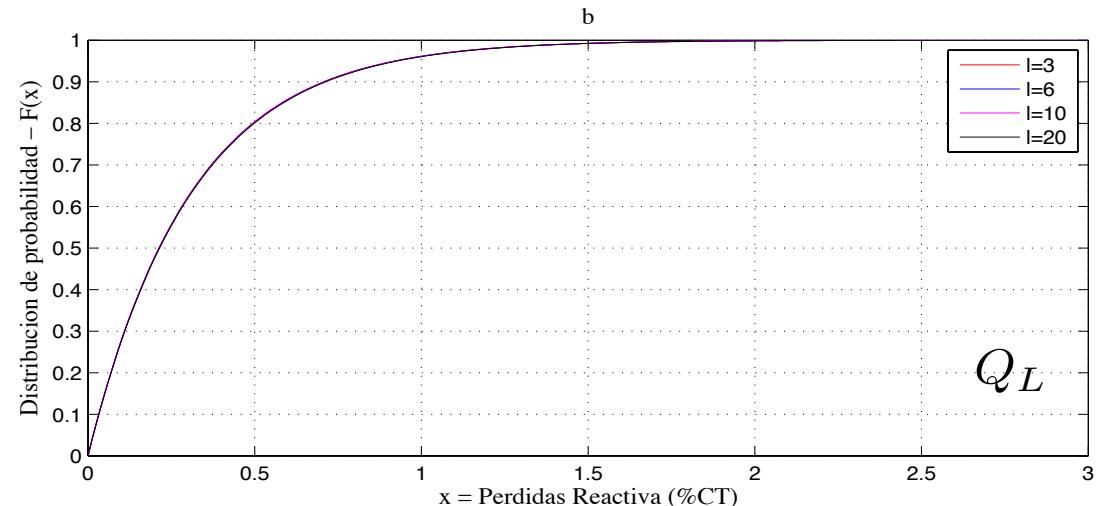
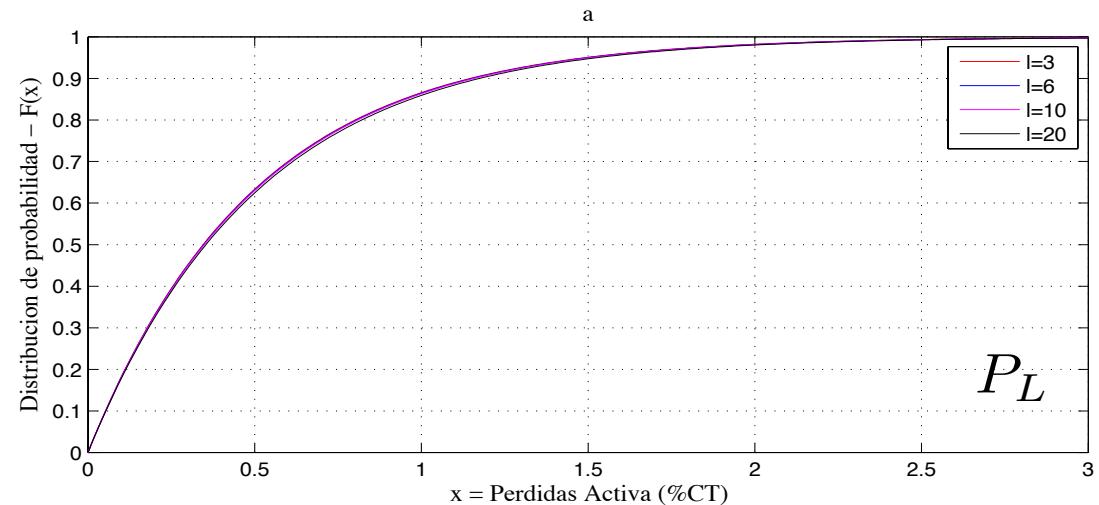
# Influencia de la topología de la red

## - Simulación de Montecarlo

### CDF. Longitud de acometida ( $l$ )

Distribución de  
probabilidad

$$F(b) = \text{Prob}(x \leq b)$$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

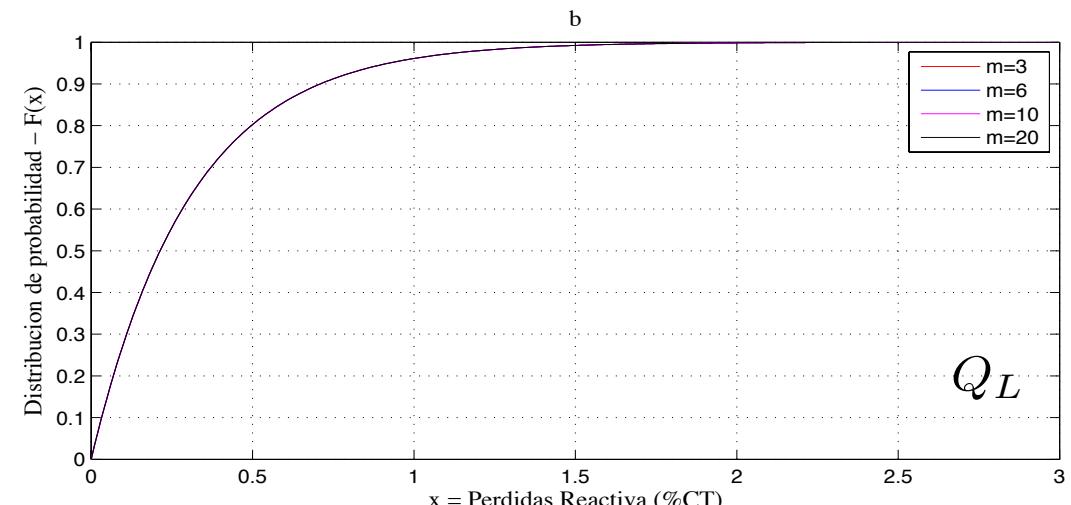
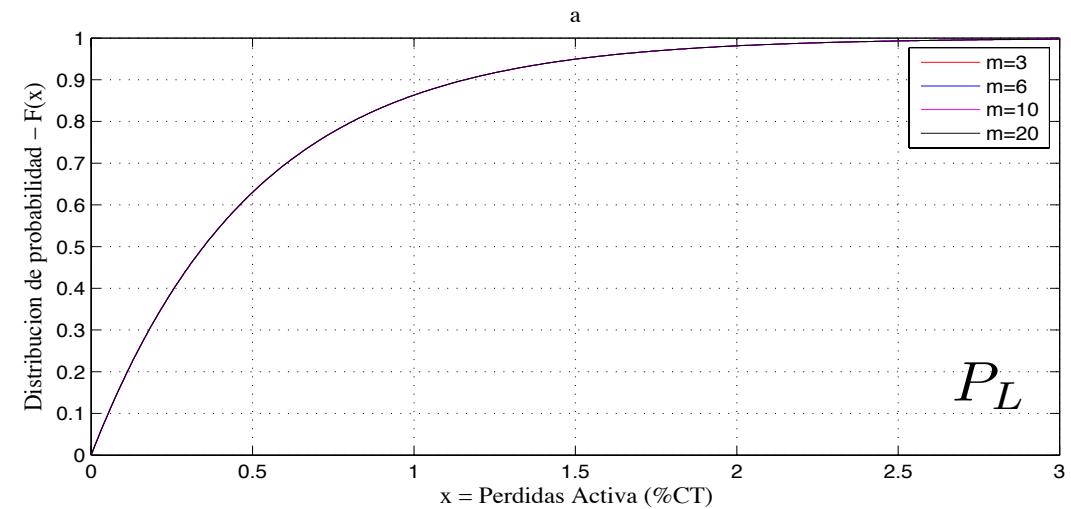
# Influencia de la topología de la red

## - Simulación de Montecarlo

CDF. Longitud de derivación ( $m$ )

Distribución de  
probabilidad

$$F(b) = \text{Prob}(x \leq b)$$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

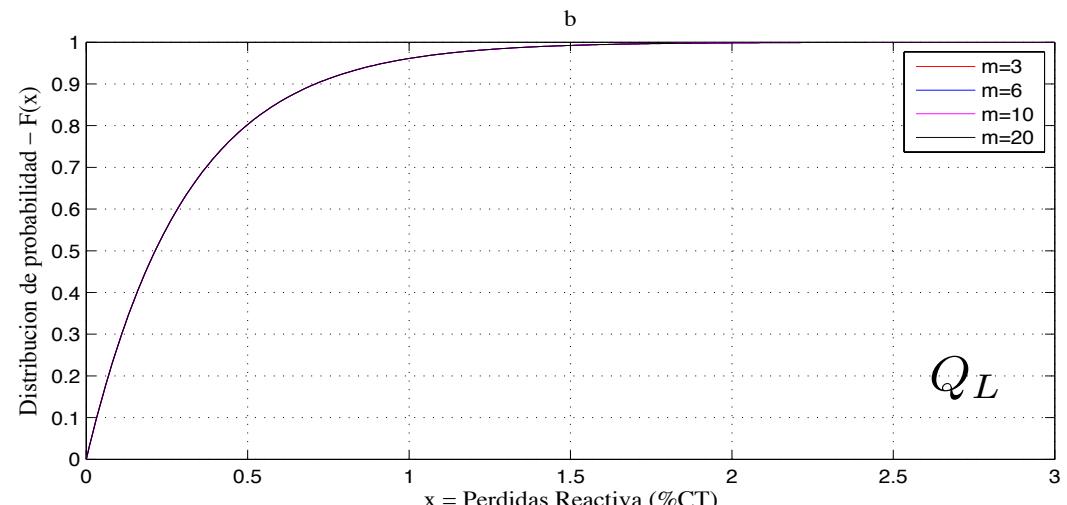
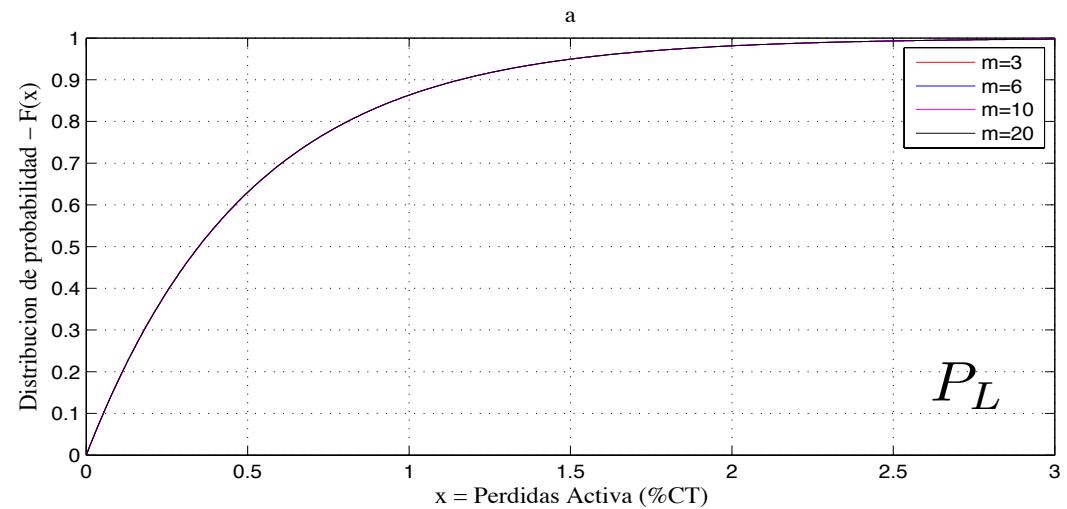
# Influencia de la topología de la red

## - Simulación de Montecarlo

### CDF. Nivel de ramificación ( $r$ )

Distribución de  
probabilidad

$$F(b) = \text{Prob}(x \leq b)$$





## Índice

### 1. Introducción

### 2. Metodología balance de carga

### 3. Caso de estudio

### 4. Extrapolación de pérdidas

#### 4.1 Red de estudio

#### 4.2 Demanda

#### 4.3 Topología de red

### 5. Conclusiones

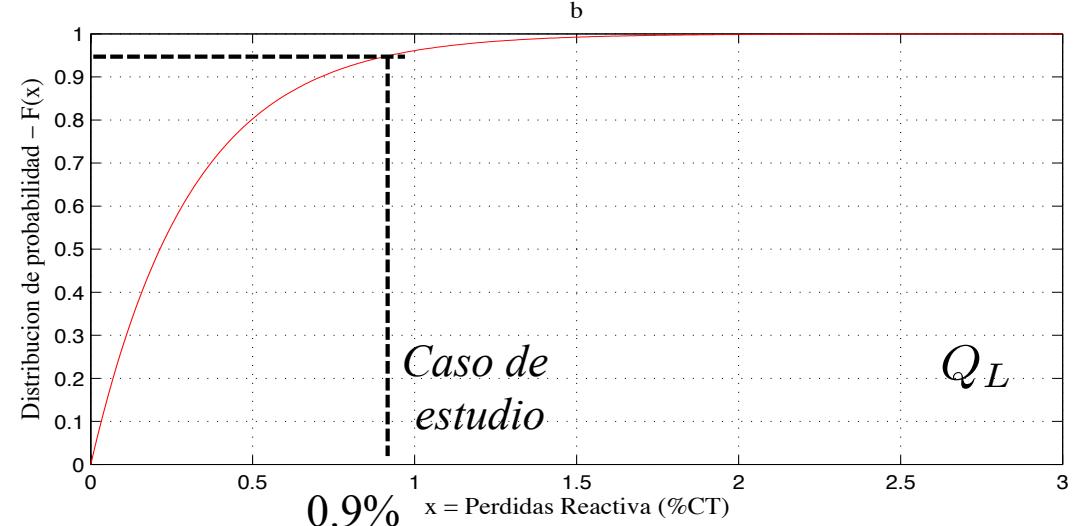
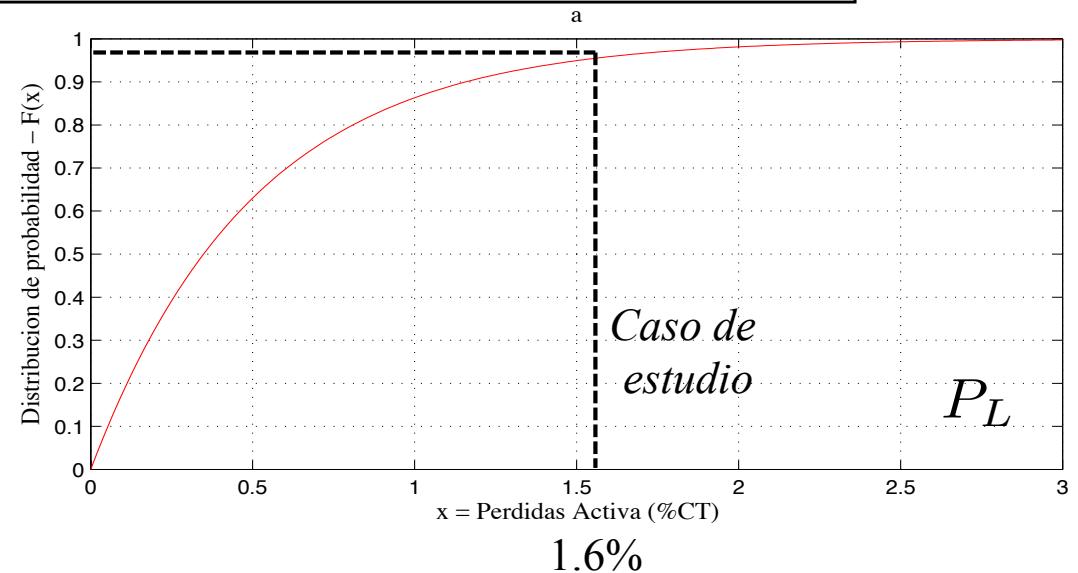
# Influencia de la topología de la red

## - Simulación de Montecarlo

Distribución de  
probabilidad

$$F(b) = \text{Prob}(x \leq b)$$

CDF Global





## Índice

1. Introducción
2. Metodología  
balance de carga
3. Caso de estudio
4. Extrapolación  
de pérdidas
5. Conclusiones

# Conclusiones



## Índice

1. Introducción
2. Metodología  
balance de carga
3. Caso de estudio
4. Extrapolación  
de pérdidas
5. Conclusiones

## Conclusiones

- ✓ Metodología sencilla para efectuar **flujos de carga en redes de distribución** y determinar **pérdidas técnicas**.



## Índice

1. Introducción
2. Metodología  
balance de carga
3. Caso de estudio
4. Extrapolación  
de pérdidas
5. Conclusiones

# Conclusiones

- ✓ Metodología sencilla para efectuar **flujos de carga en redes de distribución** y determinar **pérdidas técnicas**.
- ✓ Conocimiento **completo del estado de la red** : Es necesario un **despliegue total** de la infraestructura de **telegestión**.



## Índice

1. Introducción
2. Metodología  
balance de carga
3. Caso de estudio
4. Extrapolación  
de pérdidas
5. Conclusiones

# Conclusiones

- ✓ Metodología sencilla para efectuar **flujos de carga en redes de distribución** y determinar **pérdidas técnicas**.
- ✓ Conocimiento **completo del estado de la red** : Es necesario un **despliegue total** de la infraestructura de **telegestión**.
- ✓ Parámetros como la **sección** influyen considerablemente en las pérdidas, pero están fijados por normativa.



## Índice

1. Introducción
2. Metodología  
balance de carga
3. Caso de estudio
4. Extrapolación  
de pérdidas
5. Conclusiones

# Conclusiones

- ✓ Metodología sencilla para efectuar **flujos de carga en redes de distribución** y determinar **pérdidas técnicas**.
- ✓ Conocimiento **completo del estado de la red** : Es necesario un **despliegue total** de la infraestructura de **telegestión**.
- ✓ Parámetros como la **sección** influyen considerablemente en las pérdidas, pero están fijados por normativa.
- ✓ **Nº de salidas** y **Nº de acometidas** son parámetros influyentes. Otros parámetros como la **longitud de la línea**, están limitados por la **caída de tensión maxima**.



## Índice

1. Introducción
2. Metodología  
balance de carga
3. Caso de estudio
4. Extrapolación  
de pérdidas
5. Conclusiones

# Conclusiones

- ✓ Metodología sencilla para efectuar **flujos de carga en redes de distribución** y determinar **pérdidas técnicas**.
- ✓ Conocimiento **completo del estado de la red** : Es necesario un **despliegue total** de la infraestructura de **telegestión**.
- ✓ Parámetros como la **sección** influyen considerablemente en las pérdidas, pero están fijados por normativa.
- ✓ **Nº de salidas** y **Nº de acometidas** son parámetros influyentes. Otros parámetros como la **longitud de la línea**, están limitados por la **caída de tensión maxima**.
- ✓ Se ha comprobado que el **nivel máximo** de pérdidas técnicas está entorno al **3%** de la potencia suministrada por el CT.



## Índice

1. Introducción
2. Metodología  
balance de carga
3. Caso de estudio
4. Extrapolación  
de pérdidas
5. Conclusiones

Muchas Gracias  
por su atención