



# **PROYECTO DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

**Presentación para la**

**Universidad Autónoma de la  
Ciudad de México**



# ÍNDICE

<b>- MERCADO ELÉCTRICO</b>	<b>1</b>
<b>- CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA</b>	<b>3</b>
<b>- CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO</b>	<b>5</b>
<b>- PROGRAMA DE OBRAS EN EL ÁREA DE CONTROL CENTRAL 2005-2008</b>	<b>17</b>
<b>- GENERACIÓN DISTRIBUIDA</b>	<b>21</b>



## MERCADO ELÉCTRICO

La demanda del Área de Control Central, registró entre 1995 y 2000 una tasa de crecimiento promedio anual de **5.81%**. Los últimos cuatro años, del 2000 al 2004 se tuvo un crecimiento promedio anual de **2.02%**

Para el período 2005 – 2014, se estima una tasa promedio del **4.89%** (Fuente: Prospectiva Eléctrica LFC).

El valor de demanda máxima se presenta generalmente en la segunda semana de diciembre, y el pasado 14 de diciembre alcanzó un valor de 8,119 MW.



Ámbito Geográfico del Área de Control Central

DEMANDA MÁXIMA 2004  
14 de Diciembre 20:00 h.  
8,119 MW

DEMANDA MÁXIMA 2004

ÁREA	MW
------	----

<b>Central</b>	<b>26.88 % del SEN</b>	<b>8,119</b>
Oriental		5,062
Occidental		6,262
Norte		2,114
Noreste		4,483
Peninsular		911
Noroeste		1,704
Baja California Norte		1,355
Baja California Sur		186
<b>Sistema Eléctrico Nacional</b>		<b>30,196</b>



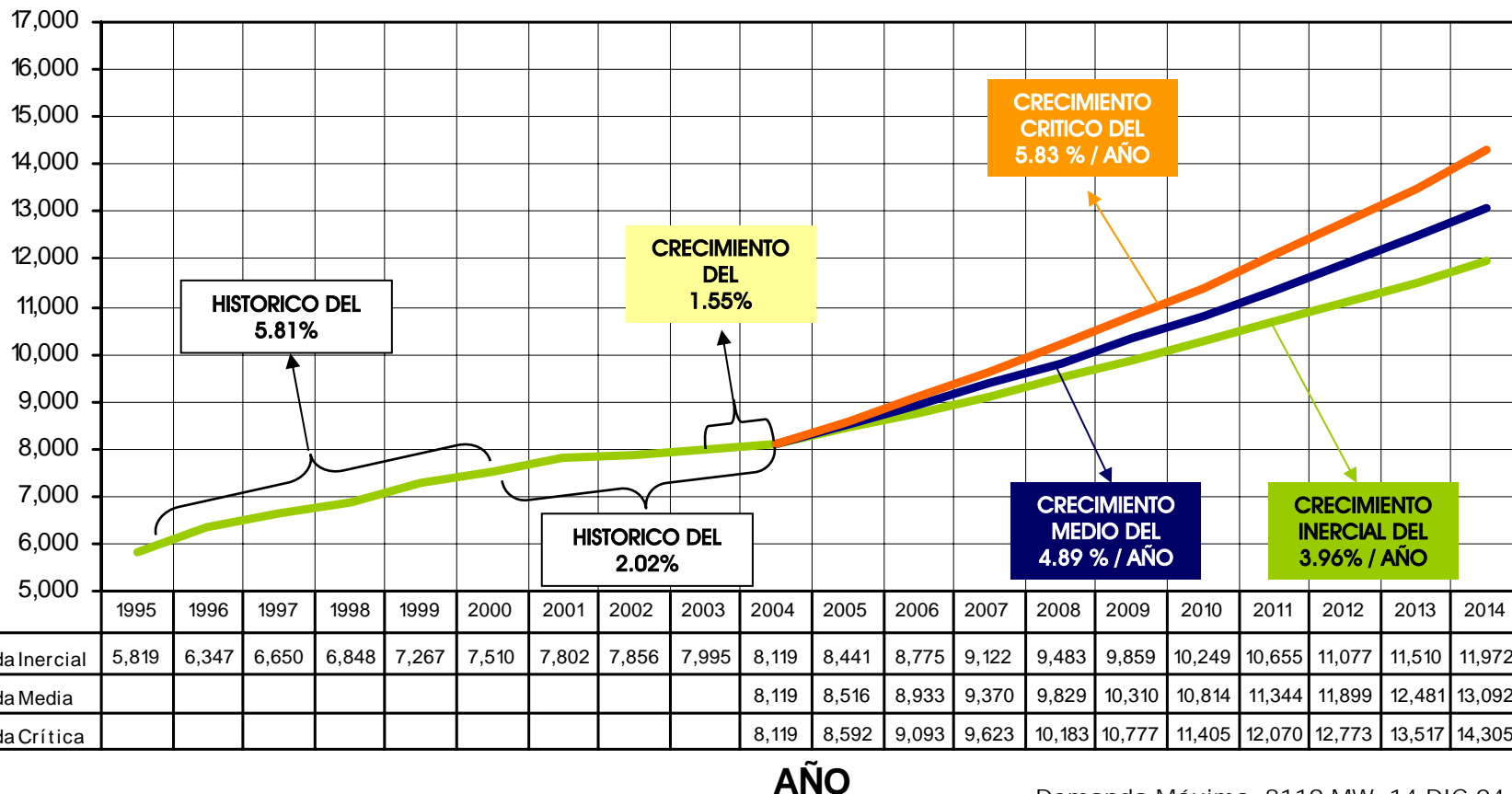


# ***CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA***



## COMPORTAMIENTO Y PRONÓSTICO DE LA DEMANDA MÁXIMA EN EL ÁREA DE CONTROL CENTRAL 1995 -2014 (MW)

MW



Demanda Máxima 8119 MW 14-DIC-04



# *CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO*



## CONDICIÓN OPERATIVA EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

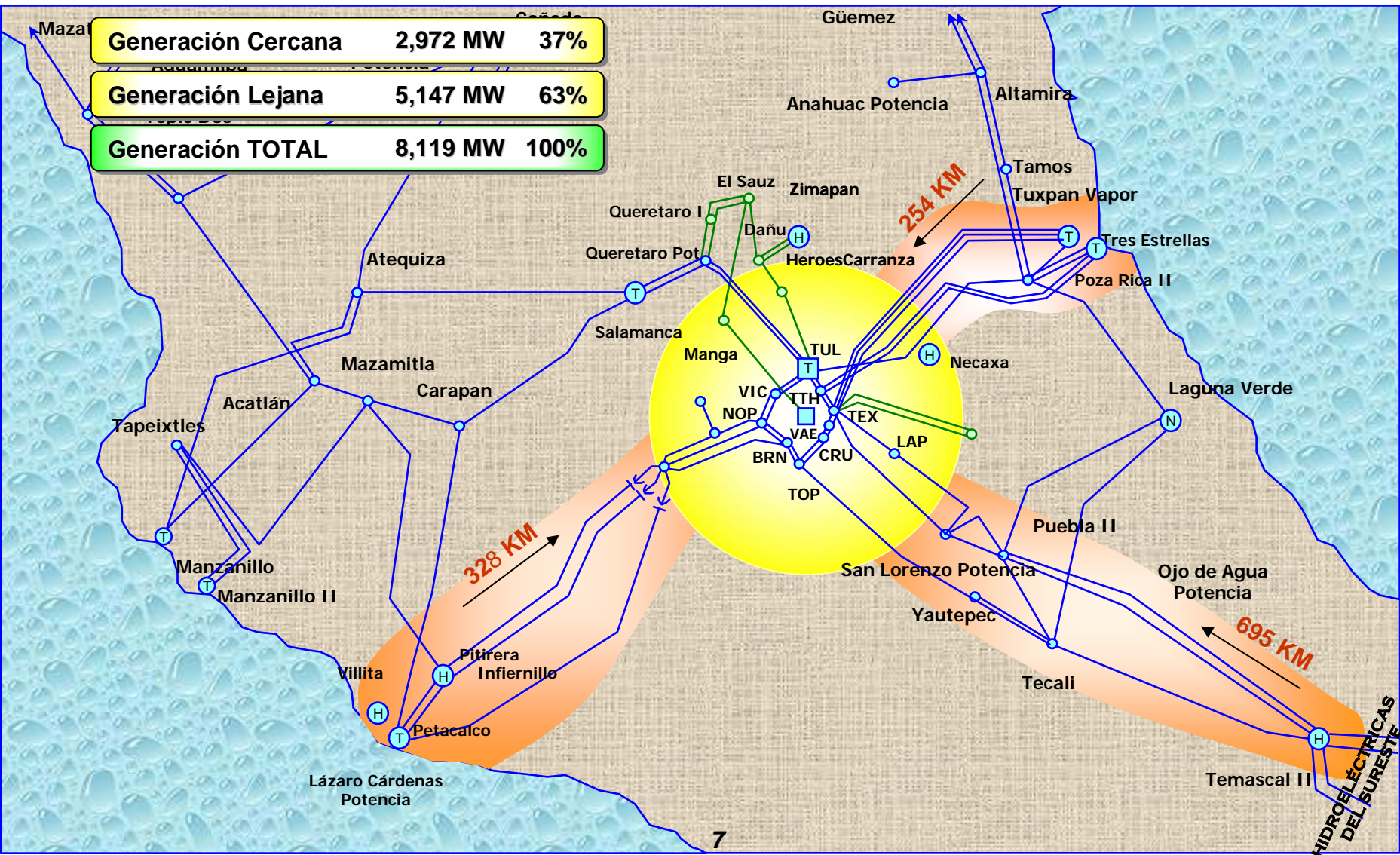
La generación cercana (menos de 200 Km. de distancia) en la ZMCM es del orden de 37% de su demanda total. Para atender el suministro de demanda complementario se importa el 63% de energía de centros de generación lejanos (300-700 Km.), cuando lo recomendable para un sistema eléctrico confiable es que la cercana sea al menos la mitad de la total requerida.

Las condiciones actuales dan lugar a un riesgo permanente de colapso de voltaje en la zona.



# DEMANDA MÁXIMA EN 2004

Generación Cercana	2,972 MW	37%
Generación Lejana	5,147 MW	63%
<b>Generación TOTAL</b>	<b>8,119 MW</b>	<b>100%</b>

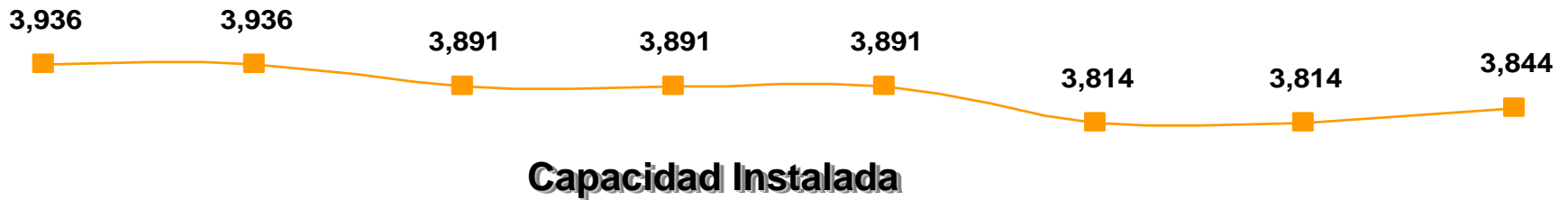




- La obsolescencia del parque de generación cercana ha provocado que se incremente año con año el déficit de generación en la ZMCM.
- Como se mencionó anteriormente, un sistema eléctrico no es confiable cuando depende en más de la mitad de generación lejana.
- Cabe recordar que LyFC no instala centrales generadoras desde 1974 con la puesta en servicio de las plantas turbogas de Nonoalco, Lechería y Valle de México.



# GENERACIÓN CERCANA REAL EN DEMANDA MÁXIMA Y DISPONIBILIDAD EN EL ÁREA DE CONTROL CENTRAL (MW)



1997

1998

1999

2000

2001

2002

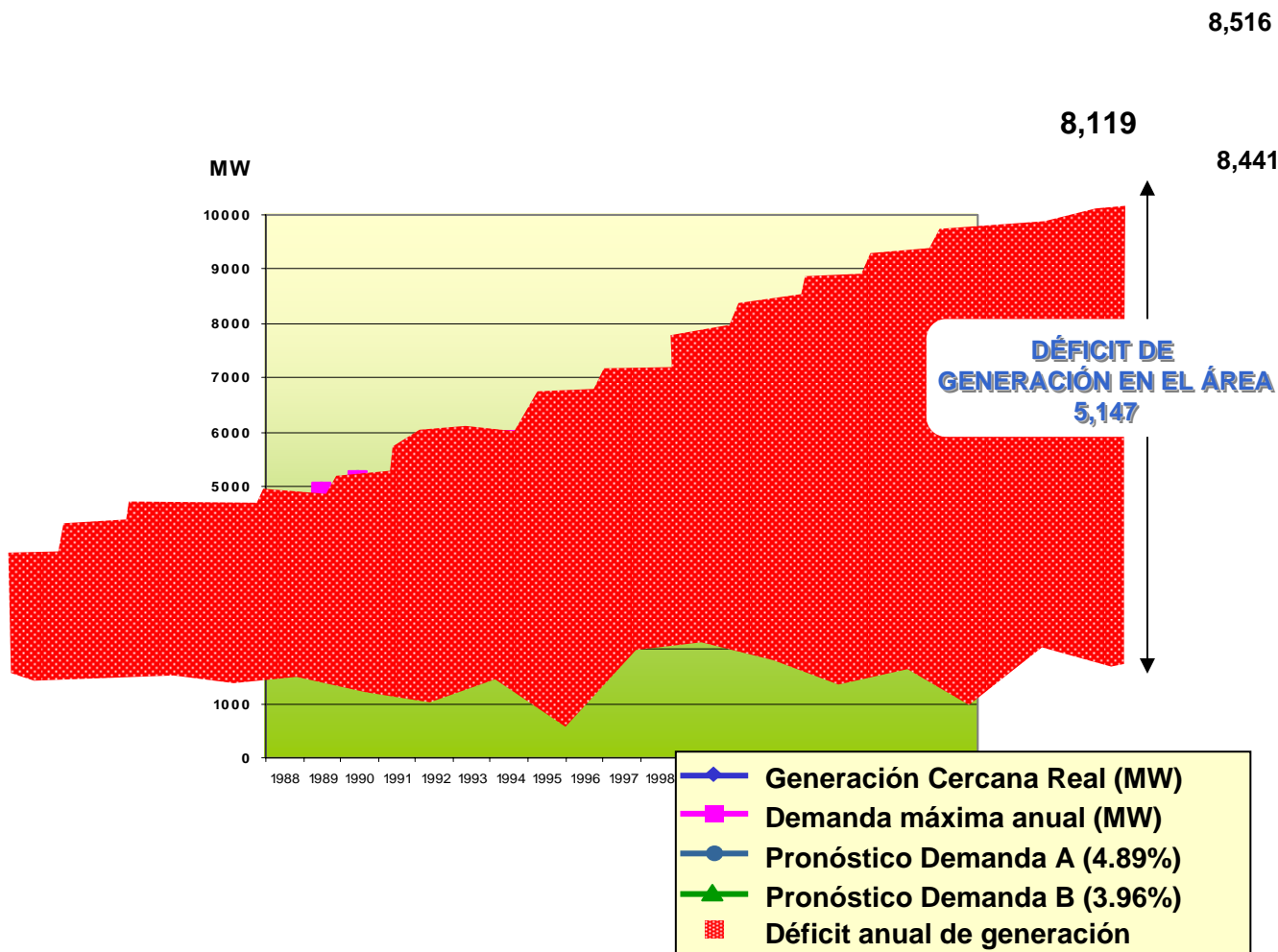
2003

2004

AÑO  
9

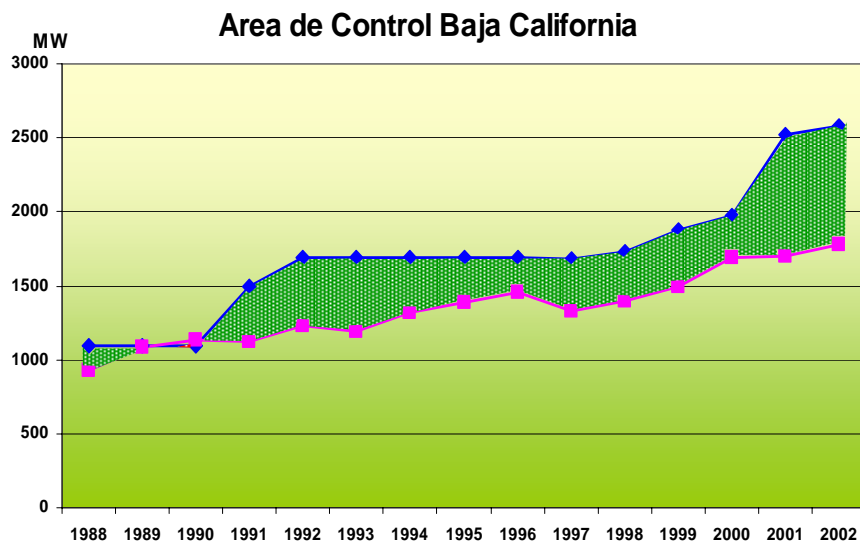
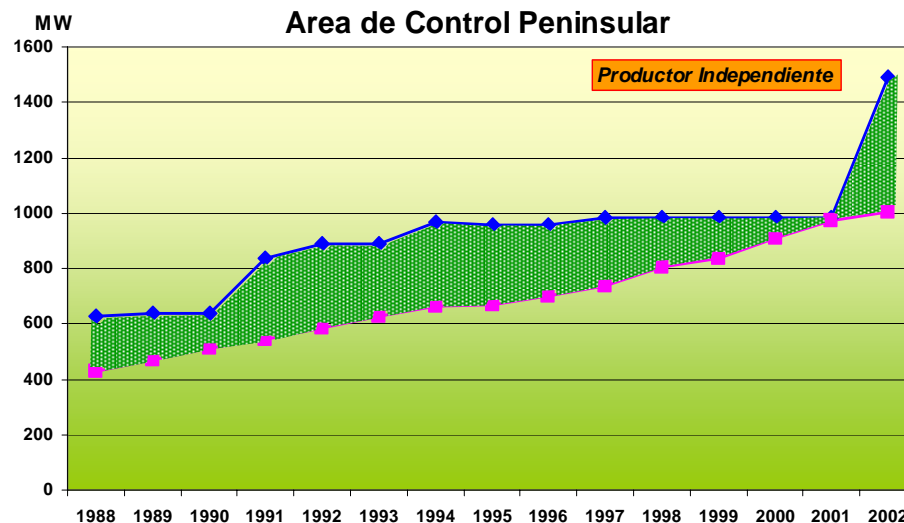


# DÉFICIT DE GENERACIÓN CERCANA EN EL ÁREA DE CONTROL CENTRAL





# ANÁLISIS COMPARATIVO DE GENERACIÓN INSTALADA vs DEMANDA EN CFE

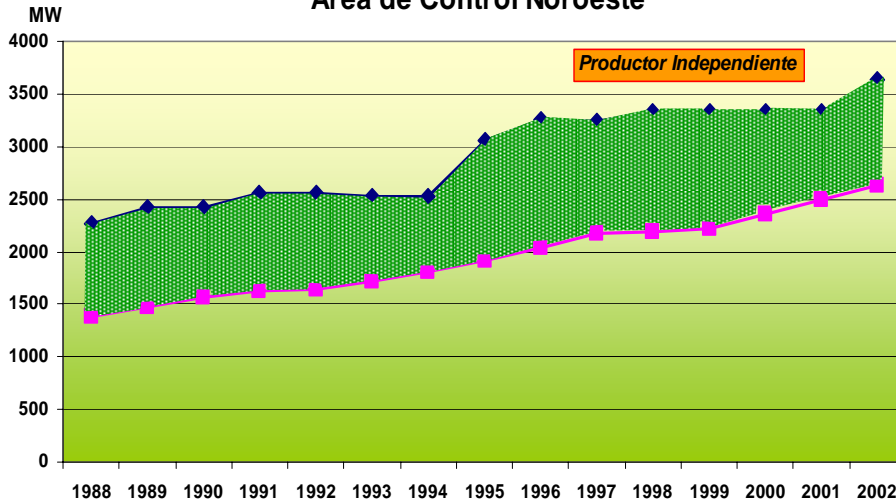


- ◆— Capacidad instalada de generación
- Demanda máxima anual
- Reserva de generación
- Déficit anual de generación

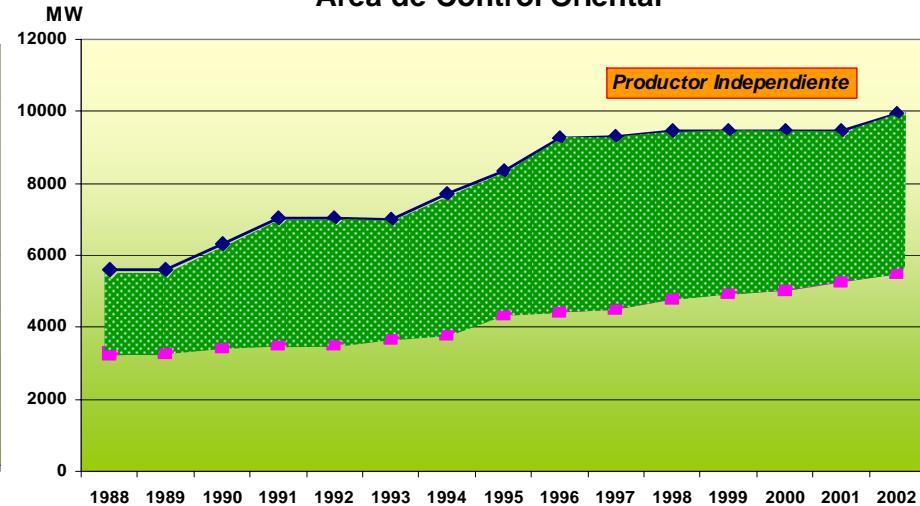


# ANÁLISIS COMPARATIVO DE GENERACIÓN INSTALADA vs DEMANDA EN CFE

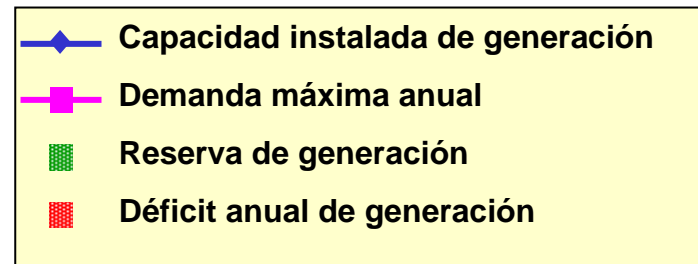
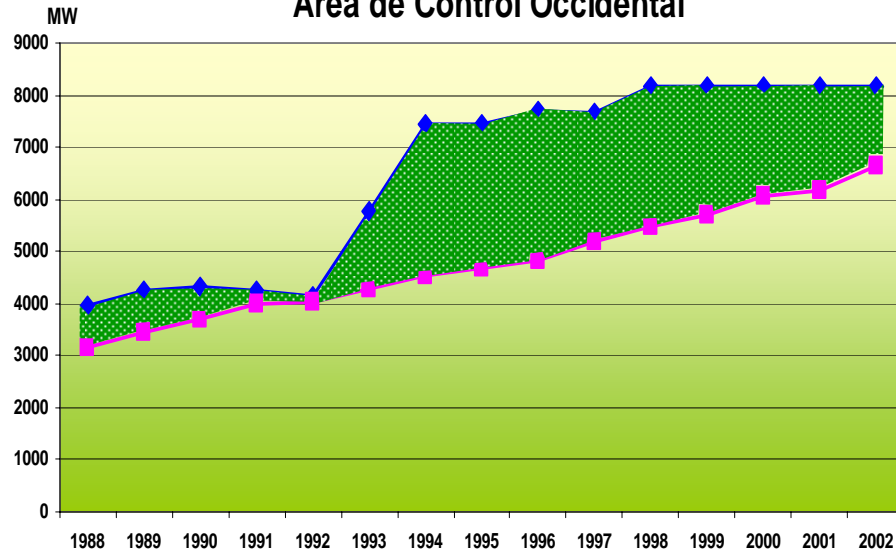
Area de Control Noroeste



Area de Control Oriental



Area de Control Occidental

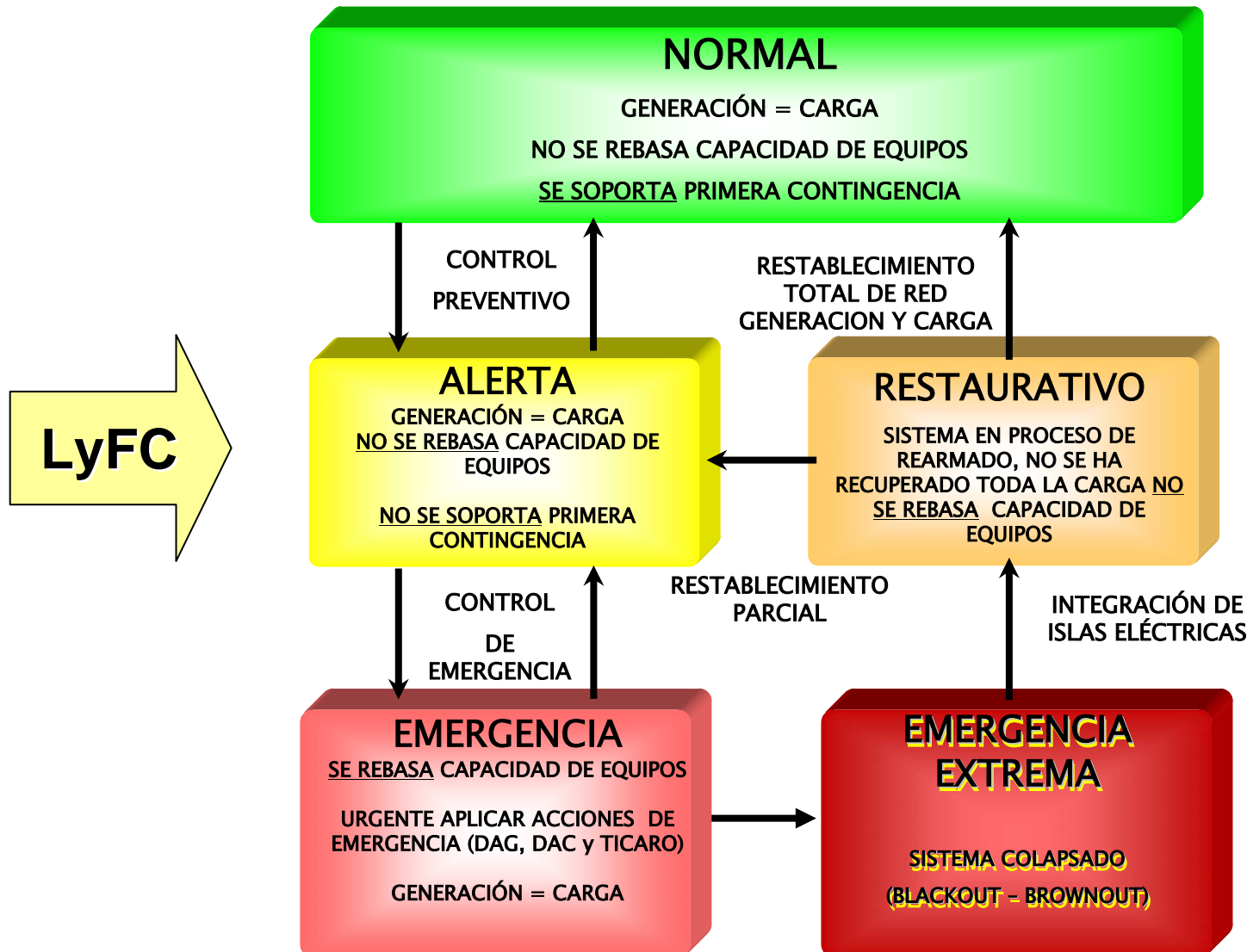




La falta de generación cercana y el constante incremento de la demanda de energía eléctrica, ha originado que el Área de Control Central se encuentre operando de manera continua en estado de ALERTA.



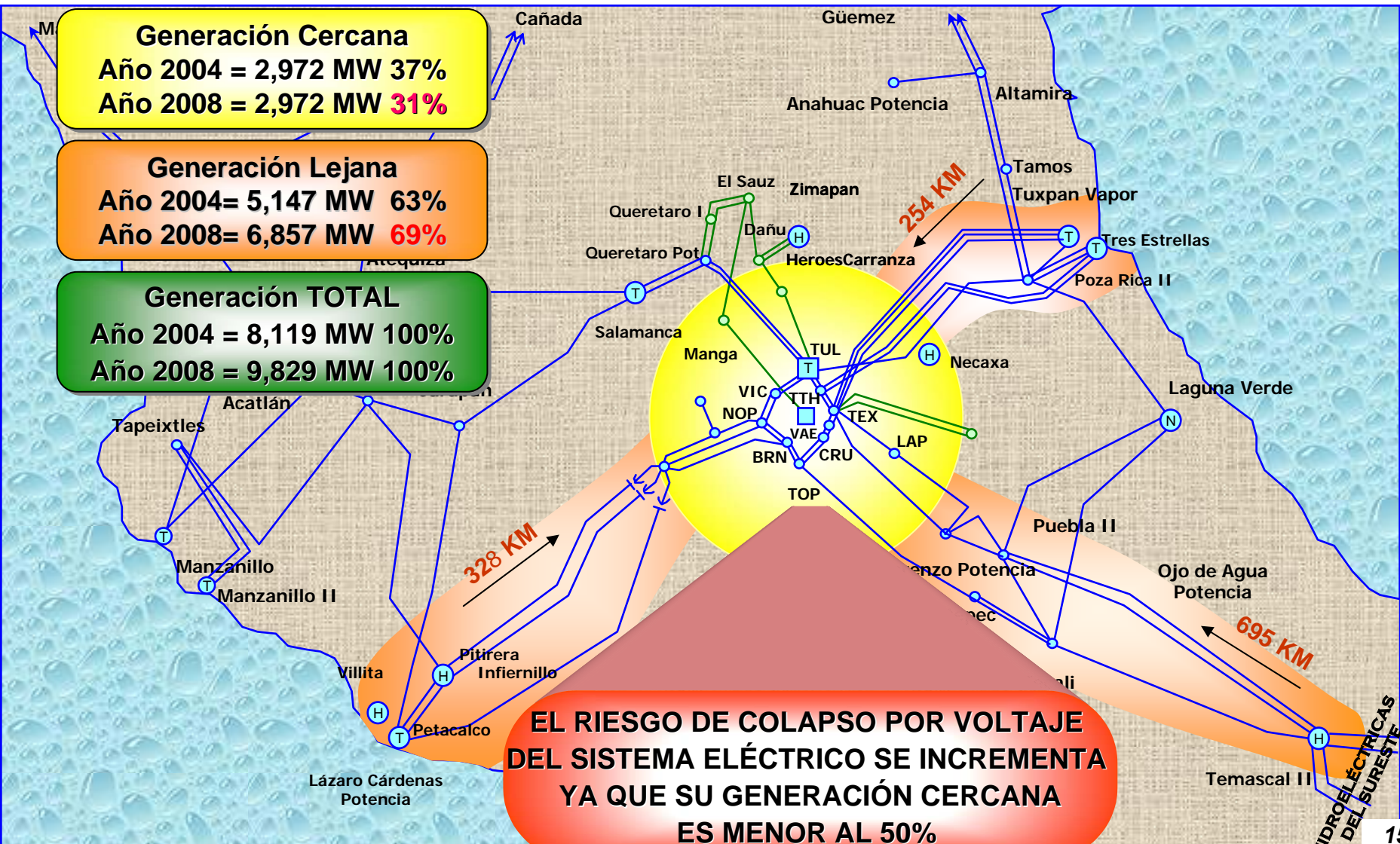
## Estados Operativos de un Sistema Eléctrico de Potencia





# ATENCIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA AL 2008 SIN INCREMENTO DE GENERACIÓN CERCANA

<p><b>Generación Cercana</b>                  Año 2004 = 2,972 MW 37%                  Año 2008 = 2,972 MW <b>31%</b></p>
<p><b>Generación Lejana</b>                  Año 2004 = 5,147 MW 63%                  Año 2008 = 6,857 MW <b>69%</b></p>
<p><b>Generación TOTAL</b>                  Año 2004 = 8,119 MW 100%                  Año 2008 = 9,829 MW 100%</p>



**EL RIESGO DE COLAPSO POR VOLTAJE DEL SISTEMA ELÉCTRICO SE INCREMENTA YA QUE SU GENERACIÓN CERCANA ES MENOR AL 50%**

# “Blackouts” ocurridos en 2003 (14 DE AGOSTO AL 27 DE SEPTIEMBRE)

FECHA	LUGAR	DURACION (HORAS)	HABITANTES AFECTADOS
14/AGO/03	NUEVA YORK Y CANADA	24	50 MILLONES
28/AGO/03	INGLATERRA	1	500 MIL
2/SEP/03	AUSTRALIA	6	50 MIL
23/SEP/03	SUECIA, DINAMARCA	1.5	2.4 MILLONES
28/SEP/03	SUIZA, ITALIA	3.5	57 MILLONES
25/MAY/05	MOSCU, RUSIA	24	12 MILLONES

ISAT Geostar 45  
23:15 EST 14 Aug. 2003



# ***PROGRAMA DE OBRAS EN EL ÁREA DE CONTROL CENTRAL 2005-2008***



# *PRINCIPALES OBRAS PROGRAMADAS EN EL PERÍODO 2005-2008*

- Destacan las nuevas obras de Generación Cercana planteadas por LyFC, como son: Generación Distribuida en 20 subestaciones (640MW) y dos nuevas Centrales de Ciclo Combinado (1,250MW).
- Por CFE ya se iniciaron trabajos de rehabilitación y modernización de las centrales generadoras de Tula y posteriormente Valle de México para recuperar 300 MW para 2006.
- En este período CFE solo tiene considerado reforzar con líneas de transmisión de 400 kV y compensación de potencia reactiva, ya que las obras de generación cercana se tendrán a partir de 2009.



**GENERACIÓN CERCANA  
EN EL ÁREA DE CONTROL CENTRAL  
(crecimiento del 4.89 % anual)**

AÑO	DEMANDA MÁXIMA	GENERACIÓN CERCANA
2005-2006	8,516 - 8,933 MW	RECUPERACIÓN DE 300 MW EN LA CAPACIDAD INSTALADA EN PLANTAS DE CFE
2006-2007	8,933 - 9,370 MW	640 MW DE NUEVA GENERACIÓN DISTRIBUIDA DE LyFC
2007-2008	9,370 - 9,829 MW	1,250 MW DE NUEVA GENERACIÓN CON CICLOS COMBINADOS DE LyFC

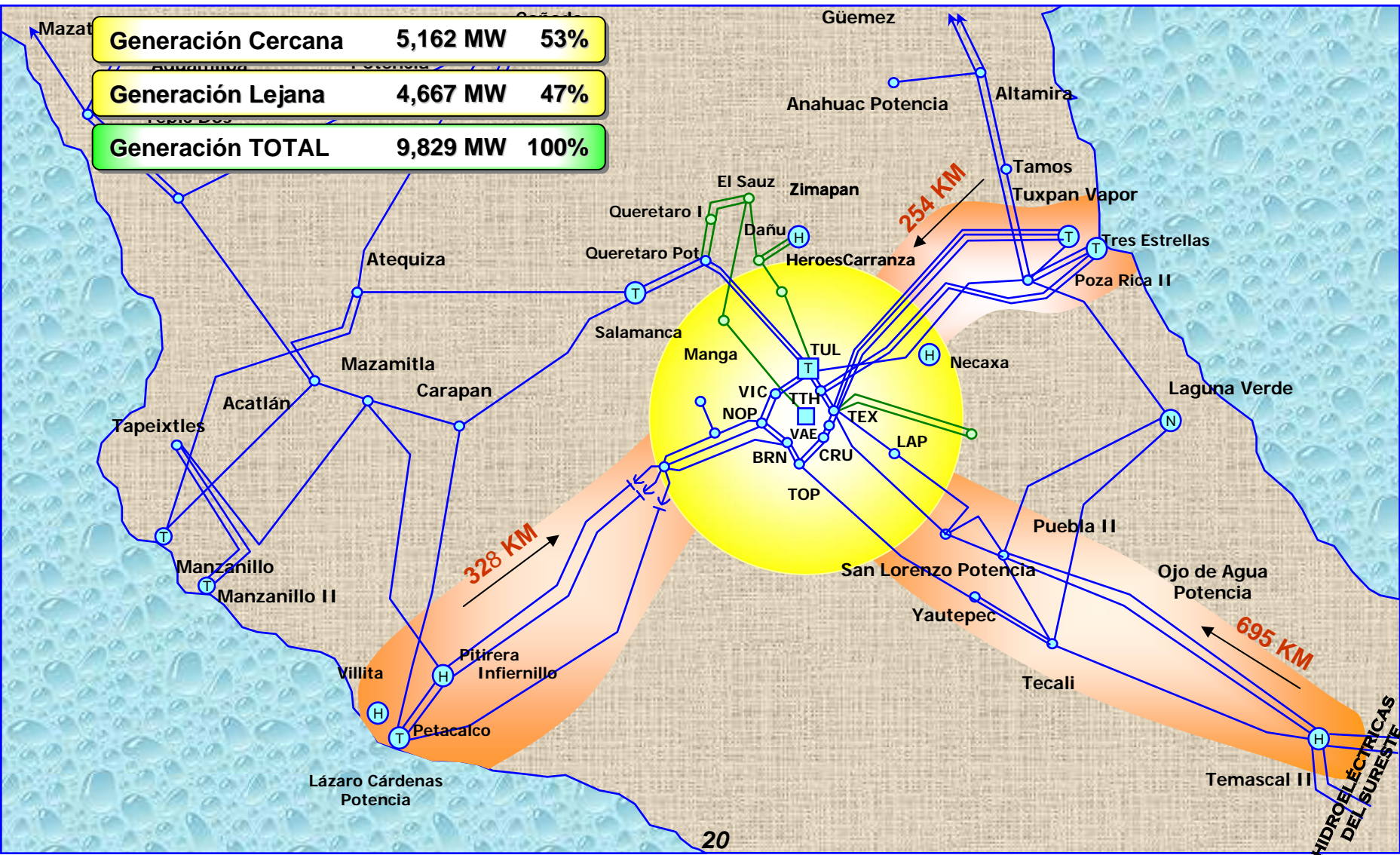
**GENERACIÓN CERCANA ADICIONAL TOTAL REQUERIDA PARA EL 2008 = 2,190 MW**



Coordinación del Proyecto

**ATENCIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA AL 2008  
CON INCREMENTO DE GENERACIÓN CERCANA**

Generación Cercana	5,162 MW	53%
Generación Lejana	4,667 MW	47%
<b>Generación TOTAL</b>	<b>9,829 MW</b>	<b>100%</b>



HIDROELECTRICAS DEL SURESTE



# *GENERACIÓN DISTRIBUIDA*



## ***CONSIDERACIONES GENERALES***

- Se entiende por Generación Distribuida (GD) a todas aquellas tecnologías de sistemas de generación que producen electricidad en o cercana al lugar de su consumo, ya sea cogeneración, sistemas de energía renovables, incluyendo el uso de gas y calor.
- La GD es una modalidad reciente de cada vez mayor aplicación mundial en grandes urbes con insuficiencia de Generación Cercana.
- Se estima que en la actualidad la GD participa con 7% de la generación eléctrica mundial y su tendencia es creciente
- En el proyecto que nos ocupa, consiste en turbinas o motores de combustión interna alimentados por gas natural con capacidad de 32 MW y transformación a 23 kV para su interconexión directa en la red de distribución con operación remota centralizada.



## *CONSIDERACIONES TÉCNICAS*

- Mejora el soporte de voltaje.
- Menores tiempos para la ejecución y puesta en operación de los proyectos.
- Es fraccionable.
- Menor requerimiento de inversión en sistemas de transmisión.
- Mejora desempeño de la red de distribución.
- Bajos niveles relativos en índices de contaminación.
- Reduce Pérdidas Técnicas



## ***PROYECTO DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA***

**Su propósito fundamental es mejorar el soporte de voltaje y la confiabilidad en el suministro de energía para la zona de influencia de LFC.**

**El planteamiento busca responder con oportunidad al incremento en la demanda prevista para los próximos dos años y reducir el riesgo de una contingencia mayor en el Sistema Interconectado Nacional.**

**Conjuntamente con la Comisión Federal de Electricidad, se reconoce el carácter estratégico del Proyecto, para mantener la continuidad del servicio.**



## ***PROYECTO DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA***

**El Programa, que ha contado con el respaldo de la Coordinación Sectorial, es convergente con otros proyectos de modernización de LFC, en los cuales la Administración del Organismo ha empeñado su compromiso y esfuerzo.**

**El proyecto de Generación Distribuida, además de plantearse como una medida estratégica para aminorar los riesgos de colapso en el sistema interconectado nacional, también contiene los elementos económicos que demuestran su rentabilidad.**

# PROYECTOS DE GENERACIÓN CERCANA DE LyFC

**SUBESTACIONES DONDE SE INSTALARÁ GENERACIÓN DISTRIBUIDA PRIMERA ETAPA**

**SUBESTACIONES DONDE SE INSTALARÁ GENERACIÓN DISTRIBUIDA SEGUNDA ETAPA**

**DISTRITO FEDERAL**

- IZTAPALAPA
- MAGDALENA
- SANTA CRUZ
- ARAGON
- COAPA

**DISTRITO FEDERAL**

- XOCHIMILCO
- CONTRERAS
- PANTITLAN
- NONOALCO

**ESTADO DE MÉXICO**

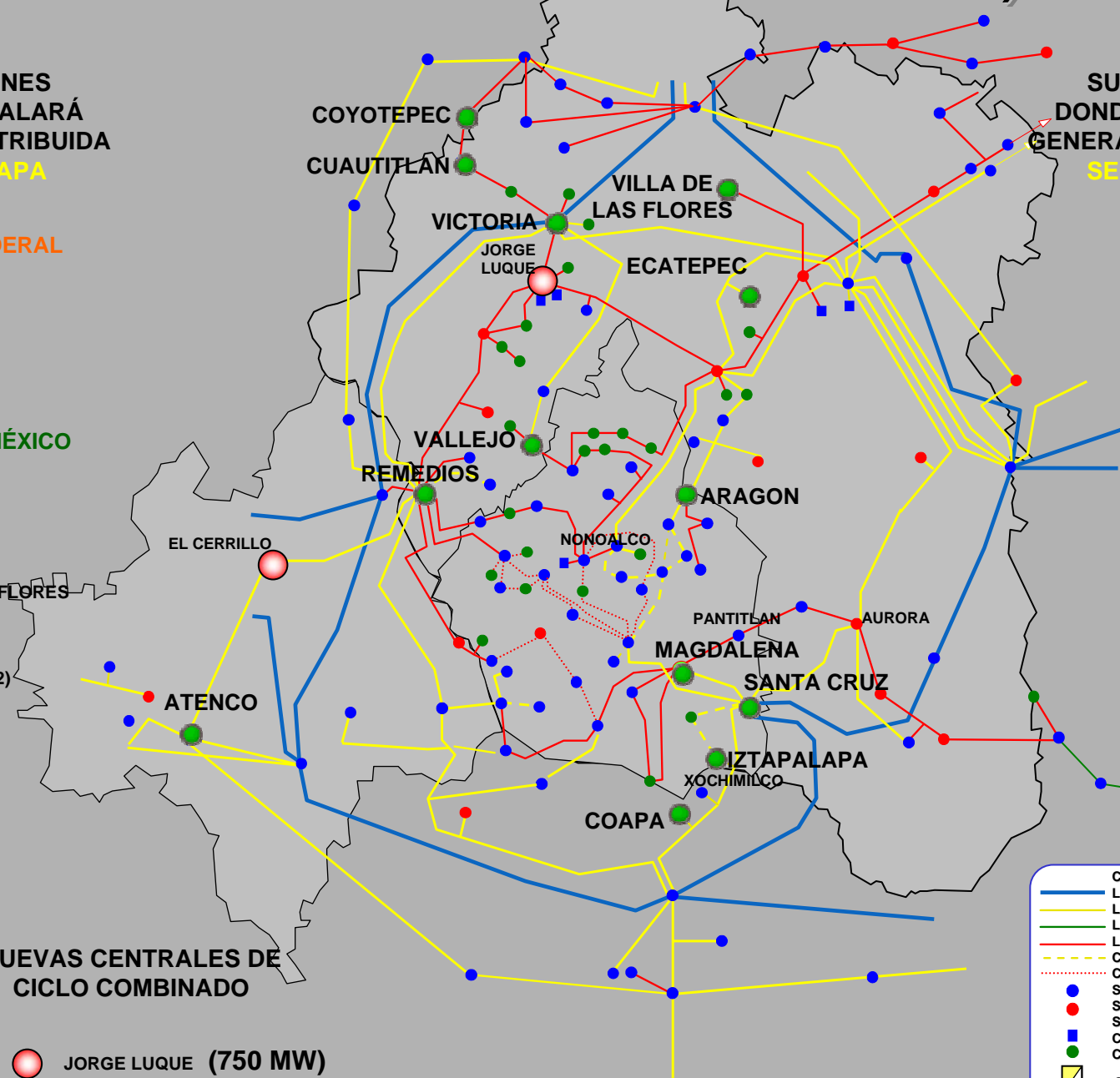
- ATENCO
- VALLEJO
- CUAUTITLAN
- ECATEPEC
- VILLA DE LAS FLORES
- REMEDIOS
- VICTORIA
- COYOTEPEC (2)

**ESTADO DE MÉXICO**

- AURORA
- KILOMETRO 42

**NUEVAS CENTRALES DE CICLO COMBINADO**

- JORGE LUQUE (750 MW)
- EL CERRILLO (500 MW)



**CLAVES:**

- LÍNEA DE 400 kV
- LÍNEA DE 230 kV
- LÍNEA DE 115 kV
- LÍNEA DE 85 kV
- CABLE DE 230 kV
- CABLE DE 85 kV
- SUBESTACION
- SUBESTACIONES QUE REBASARON SU CAPACIDAD FIRME
- CENTRAL GENERADORA
- CLIENTE A.T.
- SUBESTACIONES DE 230 kV / 23 kV
- SUBESTACIONES DE 85 kV / 23 kV



## *ANÁLISIS COSTO Y BENEFICIO*

El proyecto se formula sustentado en la realización de los siguientes elementos:

- Análisis costo y beneficio conforme a lo dispuesto por los ***Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión*** emitidos por la Unidad de Inversiones de la SHCP y los artículos 85, 86, 87, 89 y 139 del Manual de Normas Presupuestarias para la Administración Pública Federal.



## *ANÁLISIS COSTO Y BENEFICIO*

- Estudio comparativo de costos de producción de energía eléctrica que ofrezca óptima estabilidad, calidad y seguridad del servicio conforme a lo dispuesto por el artículo 36-BIS de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, así como los artículos 124 y 149 de su reglamento.
- Dictamen favorable de un experto sobre el análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental con fundamento en el artículo 75 y 139 del Manual de Normas Presupuestarias para la Administración Pública Federal y conforme a los lineamientos para la determinación de los requisitos y criterios a que se sujeta la emisión del dictamen, emitidos por la Unidad de Inversiones de la SHCP.



***INDICADORES DE RENTABILIDAD  
20 PLANTAS GENERADORAS  
(640 MW)***

<b>Indicadores Económicos</b>	<b>Turbinas de gas (mdp)</b>	<b>Motores reciprocantes (mdp)</b>
<b>Monto total de la inversión (mdp)</b>	<b>4,677</b>	<b>8,168</b>
<b>Relación Beneficio Costo (B/C)</b>	<b>3.82</b>	<b>2.45</b>
<b>Resultado Neto de operación (mdp)</b>	<b>14,874</b>	<b>16,376</b>
<b>Tasa interna de retorno</b>	<b>53.9</b>	<b>35.4</b>
<b>Tasa de rendimiento inmediato</b>	<b>44.8</b>	<b>27.9</b>
<b>Valor presente de la inversión (mdp)</b>	<b>3,892</b>	<b>6,676</b>
<b>Beneficio neto de la inversión (mdp)</b>	<b>10,982</b>	<b>9,700</b>



## ***ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE GENERACIÓN***

**Costos unitarios de compra de energía a CFE en 400 kV vs turbinas de gas y/o motores reciprocantes:**

- 1. GENERACIÓN DISTRIBUIDA CON TURBINAS O MOTORES RECIPROCANTES A GAS.**
- 2. COMPRA DE ENERGÍA A CFE EN 400 KV CON NUEVA INFRAESTRUCTURA PARA SU TRANSFORMACIÓN A 23 KV.**

<b>ESCENARIO</b>	<b>COSTO UNITARIO \$/kWh</b>		
	<b>TURBINAS</b>	<b>MOTORES</b>	<b>COMPRADA A CFE</b>
<b>3 HORAS PUNTA</b>	<b>1.7037</b>	<b>2.49714</b>	<b>2.6959</b>
<b>3 HORAS PUNTA + 13 HORAS INTERMEDIAS</b>	<b>0.8964</b>	<b>0.98674</b>	<b>0.9081</b>
<b>3 HORAS PUNTA + 13 HORAS INTERMEDIAS + 8 HORAS BASE (24 HRS. AL DÍA).</b>	<b>0.8562</b>	<b>0.91156</b>	<b>0.8131</b>



## CONCLUSIONES

- Las especificaciones para las adquisición de los equipos permitirá a LFC contar con las plantas generadoras de tecnología de punta y alto rendimiento; con ello se logrará generación de alto grado de confiabilidad y eficiencia.
- CFE tiene energía en zonas lejanas que no es posible transmitirla a la zona metropolitana de la ciudad de México en el corto plazo (2006 y 2007), por no contarse con infraestructura eléctrica disponible de transmisión y transformación, con independencia de que esta opción no satisface los requerimientos de soporte de voltaje en la zona ni la problemática de capacidad firme rebasada en subestaciones.
- Se da cumplimiento a lo establecido en el ARTÍCULO 36-BIS de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, relativo a la producción de energía eléctrica que resulte de menor costo para LFC, ofreciendo además óptima estabilidad, calidad y seguridad del servicio público.