



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

INSTALACIONES DE PEAJE (Febrero 2001)



A blurred background image of a subway station platform with several train carriages visible through the glass platform screen doors.

- PORTONES	241
- TORNIQUETES	890
- MAQ. EXPENDEDORAS AUTOMATICAS.....	481
- PASOS ENCLAVADOS DE SALIDA	987
- MAQ. EXPENDEDORAS DE TAQUILLA	229

243 VESTIBULOS DE ACCESO A LAS ESTACIONES



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE PEAJE EN METRO DE MADRID

- **AÑO 1919: Inaguración**
 - Control manual de entrada y salida
 - Sistema de tarificación diferencial por recorridos
- **AÑO 1932**
 - Máquina de Taquilla NATIONAL (Inglesa)
- **AÑO 1956**
 - Unificación del sistema de tarificación
 - No se efectua control manual de salida
 - Máquina de Taquilla BELL PUNCH "BP"



EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE PEAJE EN METRO DE MADRID (II)

- **AÑO 1969:**
 - Máquinas Automáticas SETRIGHT con y sin devolución
- **AÑO 1973:**
 - Control de entrada por Torniquetes CAMP (lógica cableada)
 - Incorporación Banda magnética a los billetes EDMONSON
 - Sistema de venta con banda pregrabada
- **AÑO 1979:**
 - Control de entrada por Torniquetes CAMP (lógica microprocesadora)



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE PEAJE EN METRO DE MADRID (III)

- **AÑO 1981:**
 - Máquinas Automáticas Nippon con cambio (lógica microprocesadora)
 - Banda magnética sin grabar
 - Impresión térmica
- **AÑO 1991:**
 - Salida mediante pasos electromagnéticos
- **AÑO 1992:**
 - Máquinas Automáticas METTA. Incorpora billetero de papel moneda



EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE PEAJE EN METRO DE MADRID (IV)

• AÑO 1993:

- Control de entrada por Portón. Facilita la entrada a minusválidos

• AÑO 1996:

- Puesto de Venta ergonómico
- Máquina de Taquilla MBT:
 - Impresión térmica
 - Lector de códigos de barras
 - Gestión integral de la venta en taquilla

• AÑO 2000:

- Ensayo prototipo de EUROMETTAS



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

EVOLUCIÓN DEL BILLETAJE

BILLETES SIN BANDA MAGNÉTICA



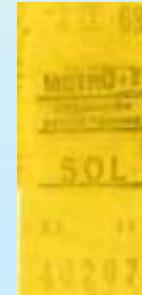
1946



1963



1964



1966

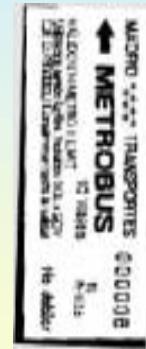
BILLETES CON BANDA MAGNÉTICA (24 Y 112 BITS)



1979



1981



1997



1997



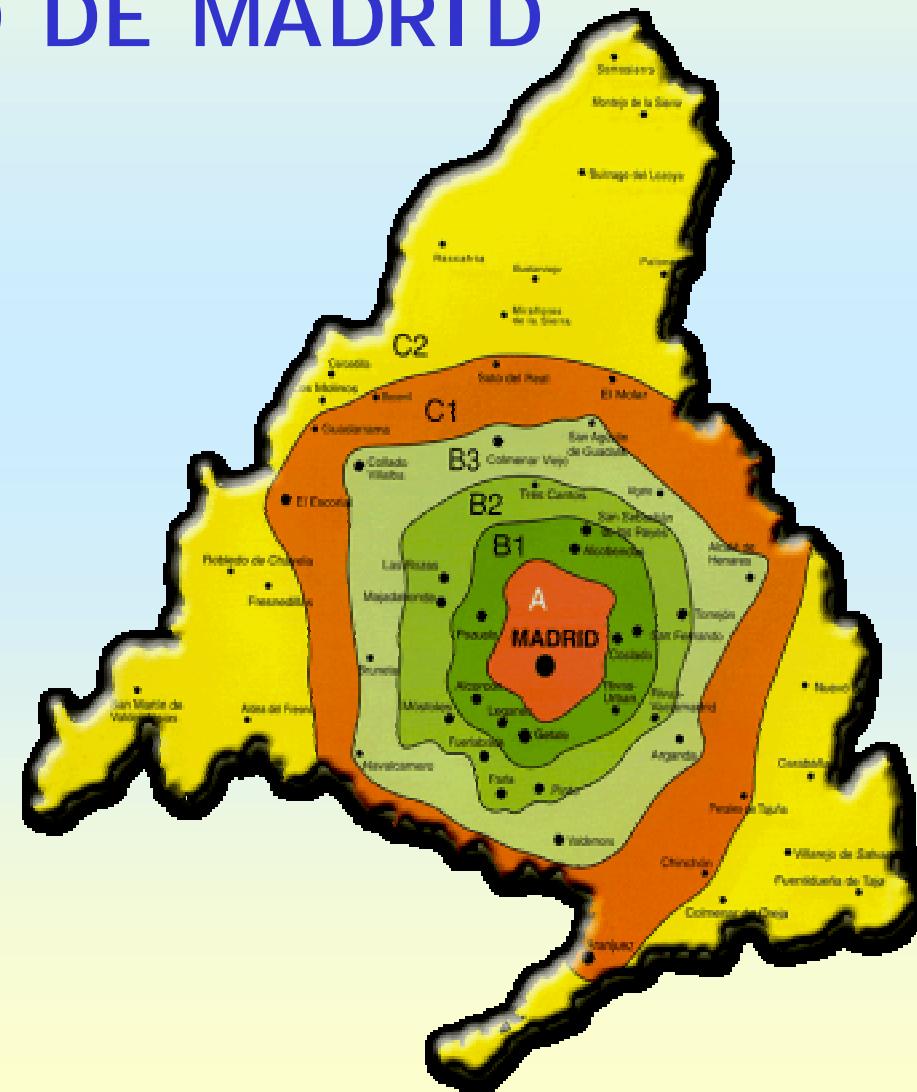
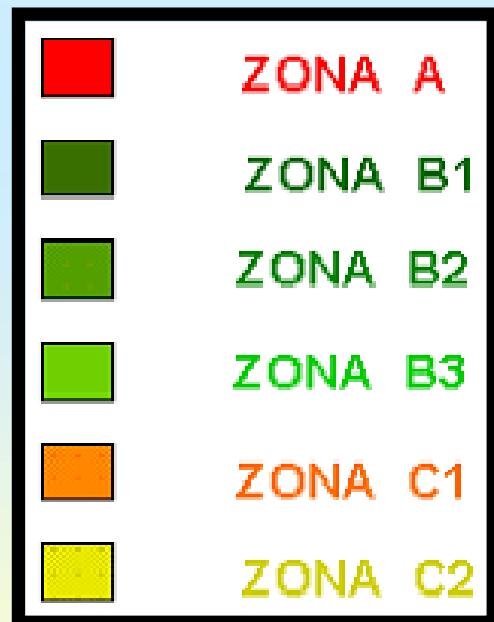
EVOLUCIÓN DEL BILLETAJE (II)

- 1919 a 1972:
 - Billetes sin banda magnética
- 1973:
 - Incorporacion Banda magnética a los billetes EDMONSON.
 - Mensaje de 24 bits (Máximo 7 tipos de billetes)
- 1988:
 - Se especifica y desarrolla el proyecto AIM112 por un equipo de ingenieros de Metro.
 - Se modifica el HW y el SW de los torniquetes para generar billetes con mensajes de 112 bits (Máximo 255 tipos)
 - Sistema magnético vigente en la actualidad



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

ZONAS DE ABONO TRANSPORTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID





DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

TIPOS DE ABONOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Tercera Edad
(mayores de 65 años)

Anual

Normal

Joven
(hasta 21 años)





DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

TARIIFAS DE TRANSPORTE

Billete sencillo: 145 ptas (0,87 €)

Metrobus (billete de 10 viajes): 760 ptas (4,57 €)

ABONOS TRANSPORTE

CUPONES	MENSUAL		JOVEN MENSUAL		3 ^a EDAD MESUAL		ANUAL		3 ^a EDAD ANUAL	
	Ptas	Euros	Ptas	Euros	Ptas	Euros	Ptas	Euros	Ptas	Euros
A	5.000	30,05	3.415	20,52	1.350	8,11	55.000	330,56	14.850	89,25
B1	5.800	34,86	3.860	23,20			63.800	383,45		
B1-B2	4.215	25,33	2.880	17,31			—	—		
B2	6.625	39,82	4.390	26,38			72.875	437,99		
B3	7.450	44,78	5.025	30,20			81.950	492,53		
C1	8.235	49,49	5.475	32,91			90.585	544,43		
C2	9.110	54,75	6.025	36,21			100.210	602,27		



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

MÁQUINAS AUTOMÁTICAS



SETRIGHT
(1969)



MULTIVENT
(1979)



NIPPON
(1981)



M.E.T.T.A.
(1998)



EUROMETTA
(2001)

MÁQUINAS AUTOMÁTICAS
ENAJENADAS



MÁQUINAS AUTOMÁTICAS M.E.T.T.A.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Pago con monedas
- Admite papel moneda 1000, 2000 Pts
- Devolución de cambio
- Recargas automáticas de monedas
- Expendición de billetes EDMONSON
- Codificación y verificación de la banda
- Almacenaje de monedas en depósito
- Dispone de cajas de seguridad
- Almacena y gestiona datos contables
- Electrónica de Control basado en PC.
- Mensajes en inglés, francés y alemán en MT - 2000 y MT - 2500.
- Comunicación con Concentrador



EUROMETTAS

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



- Venta de billetes.
- Admite el pago en monedas, billetes y tarjetas de débito o crédito.
- Tarjeta sensible al tacto y mensajes hablados.
- Sistema de información al usuario: “display rodante” de alta luminosidad.
- Mensajes en inglés, francés y alemán.



EUROMETTAS (II)

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

- Armario de chapa de acero de 3 mm de espesor.
- Decoración externa mediante pintura de poliuretano con secado al horno.
- Protección antivandálica de la pantalla de comunicación con el usuario.
- Cerradura electromecánica de seguridad.



EUROMETTAS (III)

SISTEMA DE CONTROL

Ordenador Pentium 500:

- Control de los procesos a ejecutar
- Integrar los subsistemas
- Conservar en memoria la información de:
 - Datos de seguridad:
 - Identificación mediante tarjeta magnética y número secreto.
 - Acciones de las alarmas.
 - Datos económicos
 - Datos de mantenimiento
- Comunicación de la información de transacciones y estado de la máquina, mediante el sistema Concentrador



EUROMETTAS (IV)

VALIDACIÓN DEL PAGO



- **Sistema de validación de monedas**
 - Procedimiento de verificación mediante microprocesador.
- **Sistema de validación de papel moneda**
 - Análisis de 32 características físicas
- **Posibilidad de pago con tarjeta**



EUROMETTAS (V)

FABRICACIÓN DEL BILLETE

- **Impresión:** Proceso térmico permitiendo la impresión en cualquier punto del billete. Evita los problemas de secado de tinta.
- **Cortado:**
 - Sistema de sincronización óptica
 - Sistema de medición automática mediante control electrónico
- **Grabación:** Banda magnética con una capacidad de grabación de 112 bits (características del billete y datos sobre su uso posterior)
- **Entrega**



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

TORNIQUETES



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Equipamiento modular
- Electrónica de control basado en PC
- Comunicaciones por ETHERNET
- Lectura de billetes en los 4 sentidos
- Pictogramas de alta iluminación
- Lectura y verificación de la banda magnética
- Boquilla de entrada ergonómica
- Alta fiabilidad y bajo mantenimiento
- OPCIONES: Tarjeta sin contacto, sintetizador de voz



PASOS DE SALIDA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



- Estructura panelable y modular
- Cierre por electroimán de ventosa
- Incorpora un detector de incendios
- Detección de la liberación incorrecta del banderin
- Pictogramas de señalización por LED´s
- Protección antivandálica y antigraffiti de los pictogramas
- Señalización de alarmas en pictograma



PORCIÓN DE ENTRADA



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Puerta de acero inoxidable y panel de metacrilato
- Cerradura de bloqueo por bulón
- Sistema de cierre por Hidráulico
- Contaje de aperturas de puertas
- Contaje de viajeros por fotocélulas
- Sistema de emergencia
- Señalización de alarma en la botonera del operador
- Comunicación con el Concentrador



MÁQUINA DE TAQUILLA CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



- Mecaniza la venta de billetes de METRO
- Puesto de venta ergonómico
- Contabiliza la venta de billetes y dotación
- Gestión de los canjes de billetes
- Gestión de incidencias y devoluciones
- Elabora informes, partes contables
- Elabora datos estadísticos
- Dispone de un sistema estructurado de seguridad
- Finaliza la última transacción en curso ante falta de tensión



MÁQUINA DE TAQUILLA (II)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



- Detector de billetes falsos
- Lector de barras para las tarjetas de abonos de transporte
- Teclados funcionales, visor de usuario
- Lector de tarjeta ISO para identificación de los agentes
- Estructura modular basada en PC industrial
- Pantalla de operador LCD para espacios reducidos o en taquillas con alto ruido por interferencias electromagnéticas



MÁQUINA DE TAQUILLA (III)

REQUISITOS DE DISEÑO

- Emitir, devolver, canjear, leer, anular y contabilizar todos los tipos de títulos.
- Gestionar la documentación.
- Interfaz sencillo

PLATAFORMA

- PC industrial
- Sistema operativo UNIX



MÁQUINA DE TAQUILLA (IV)

VENTA DE TÍTULOS

- Base de datos en tiempo real de los títulos disponibles para la venta.
- Diseño ergonómico de la pantalla de venta, combinada con teclado.
- Pantalla configurable.
- Comprobación de títulos: Información completa de la banda leída.



MÁQUINA DE TAQUILLA (V)

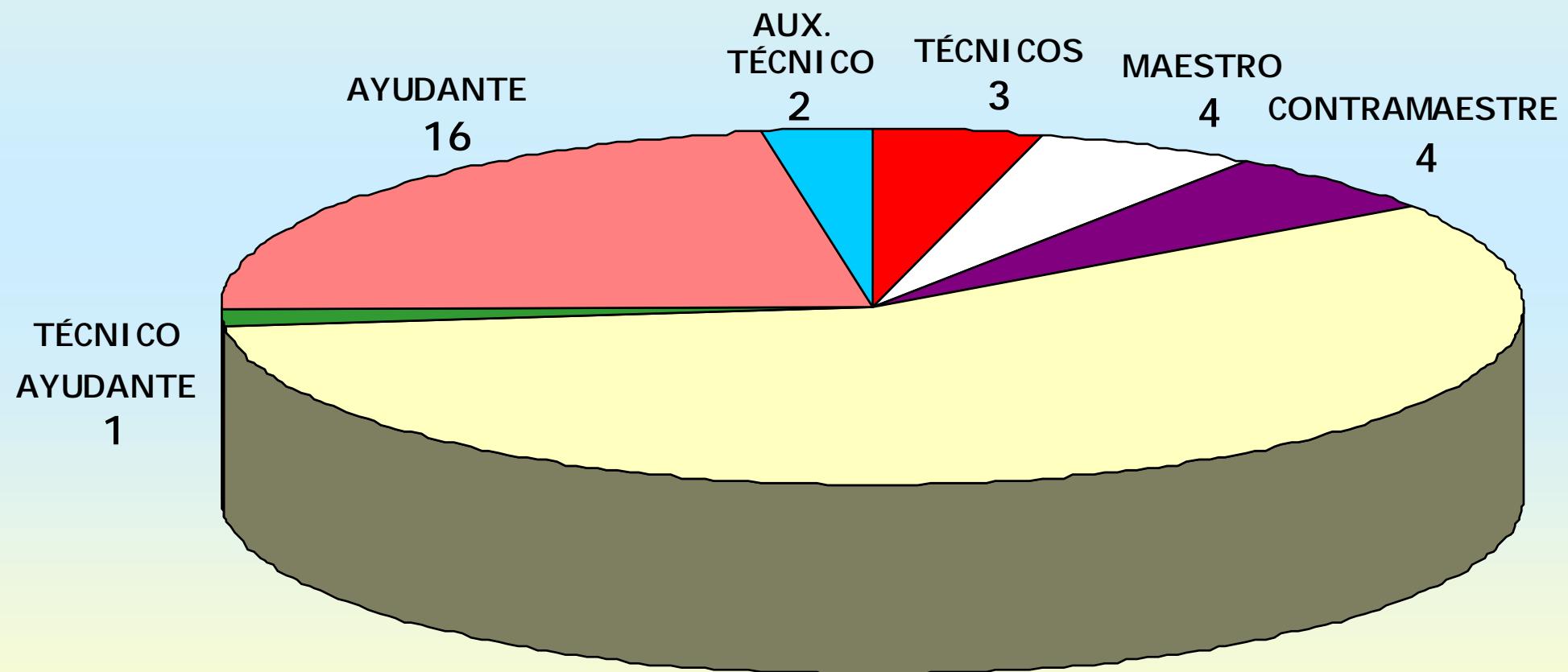
OTRAS OPERACIONES

- Canjes y regrabaciones.
- Devoluciones por:
 - Cambio de tarifa
 - No usado
 - Incidencias del servicio
- Anulaciones.
- Recaudación parcial.
- Recaudación pendiente.
- Cambio de moneda.
- Gestión de la dotación.
- Turnos de relevo.
- Volcados a diskette.
- Configuración.



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

PLANTILLA DE LA SECCIÓN DE MÁQUINAS BILLETERAS (Febrero 2001)



TOTAL PLANTILLA: 71 AGENTES

OFICIAL 1^a
41



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

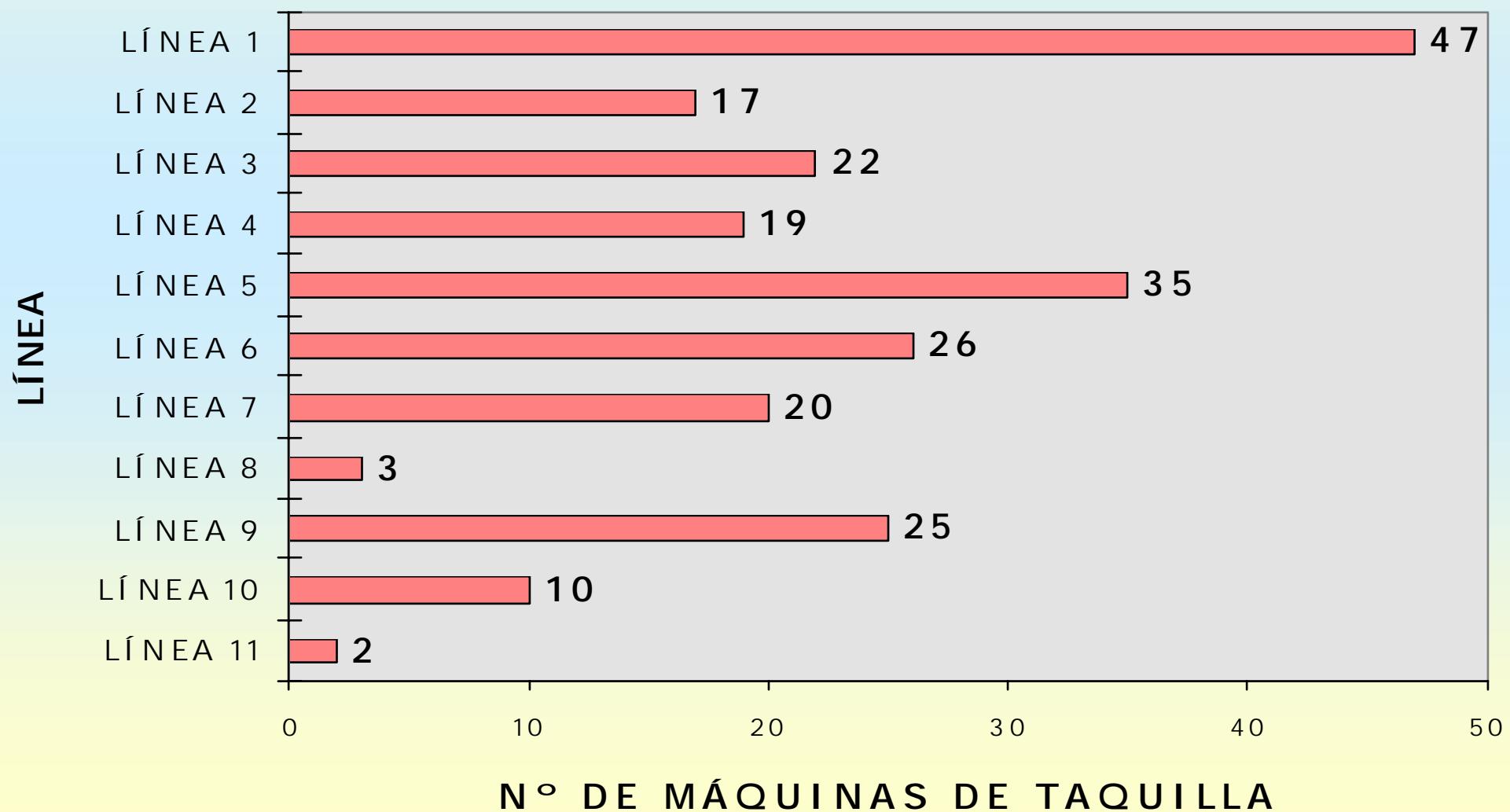
EVOLUCIÓN DEL N° DE EQUIPOS MANTENIDOS POR OPERARIO (1986 - 2000)





DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

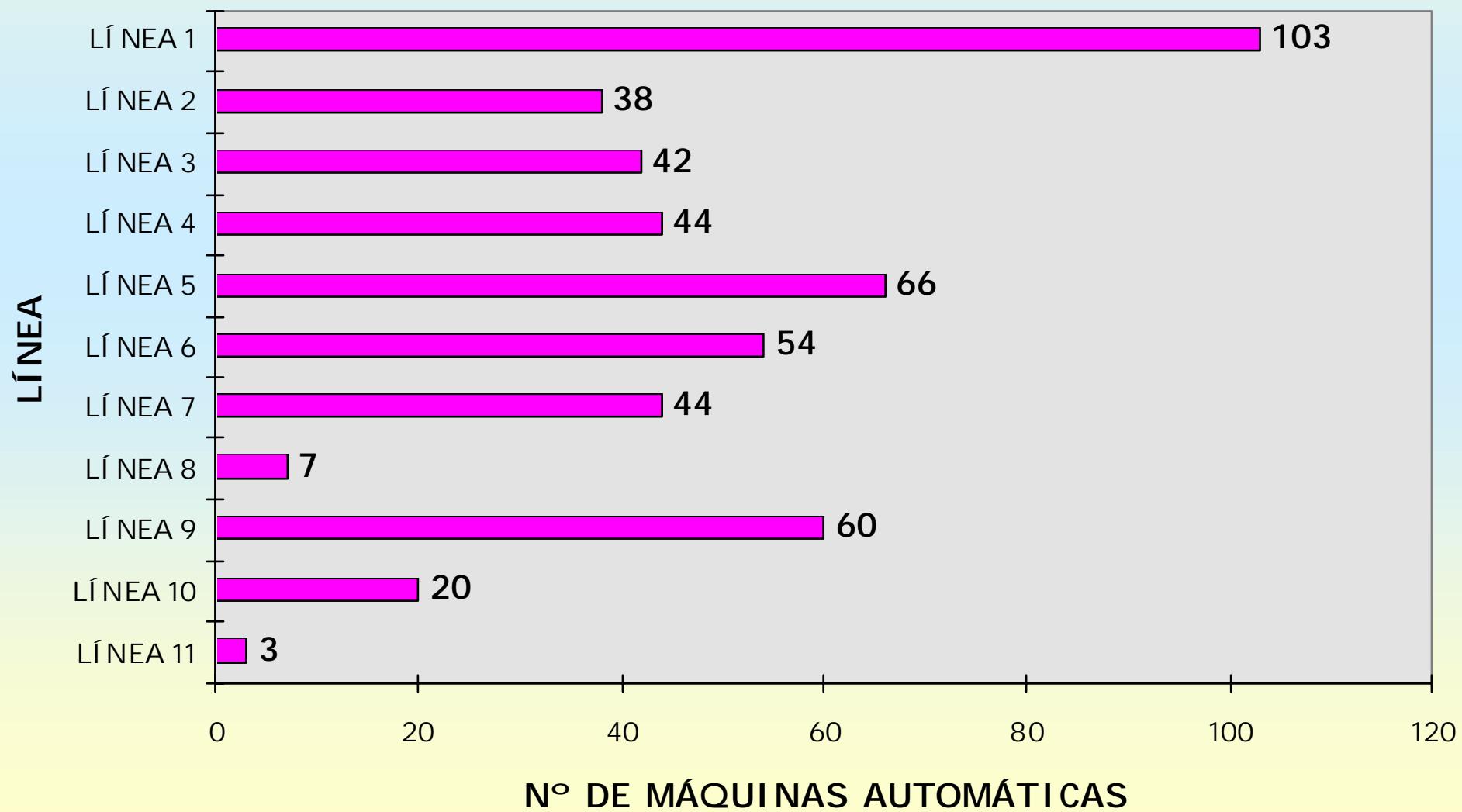
DISTRIBUCIÓN POR LÍNEA DE LAS MÁQUINAS DE TAQUILLA





DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

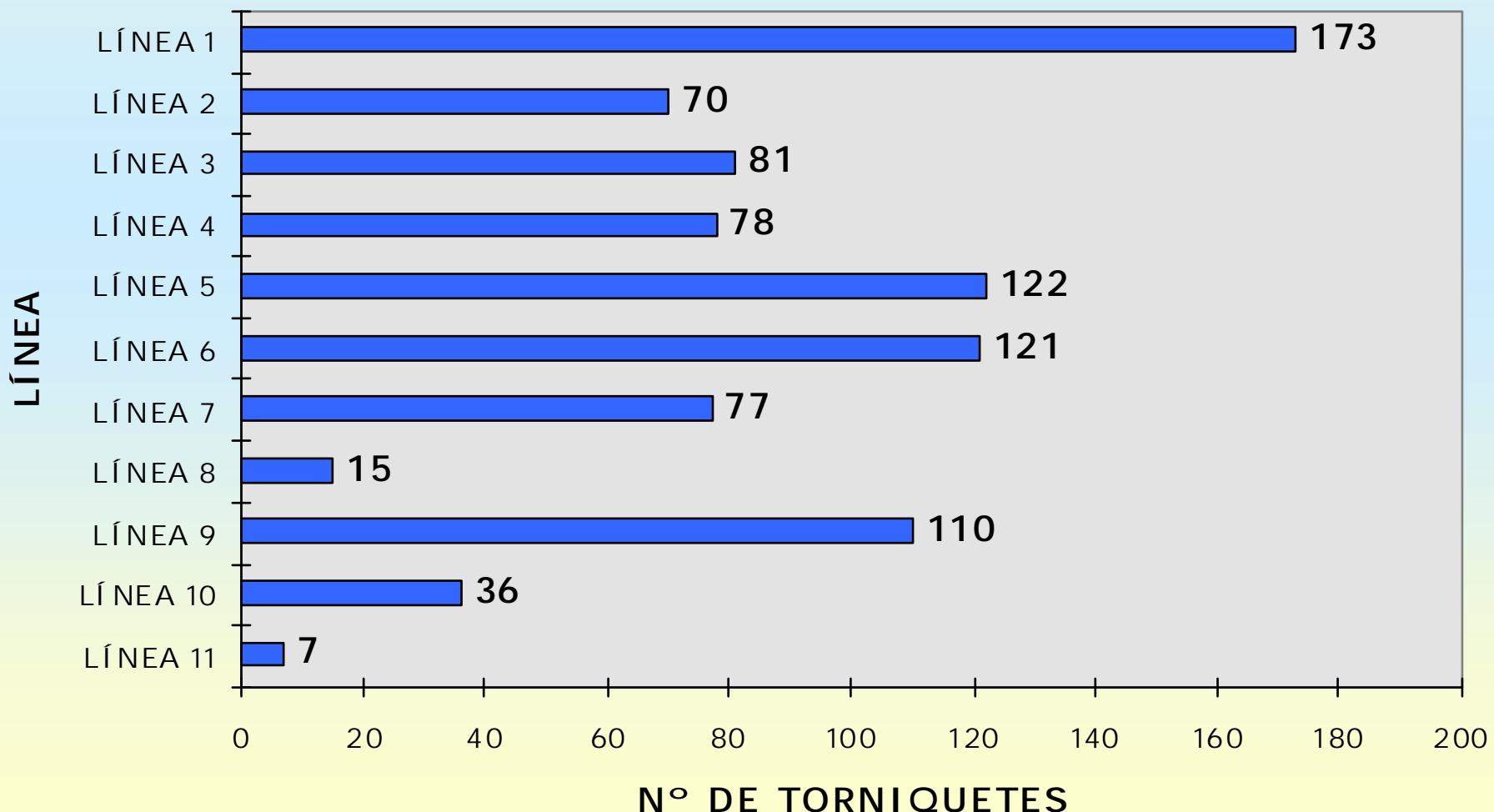
DISTRIBUCIÓN POR LÍNEA DE LAS MÁQUINAS AUTOMÁTICAS





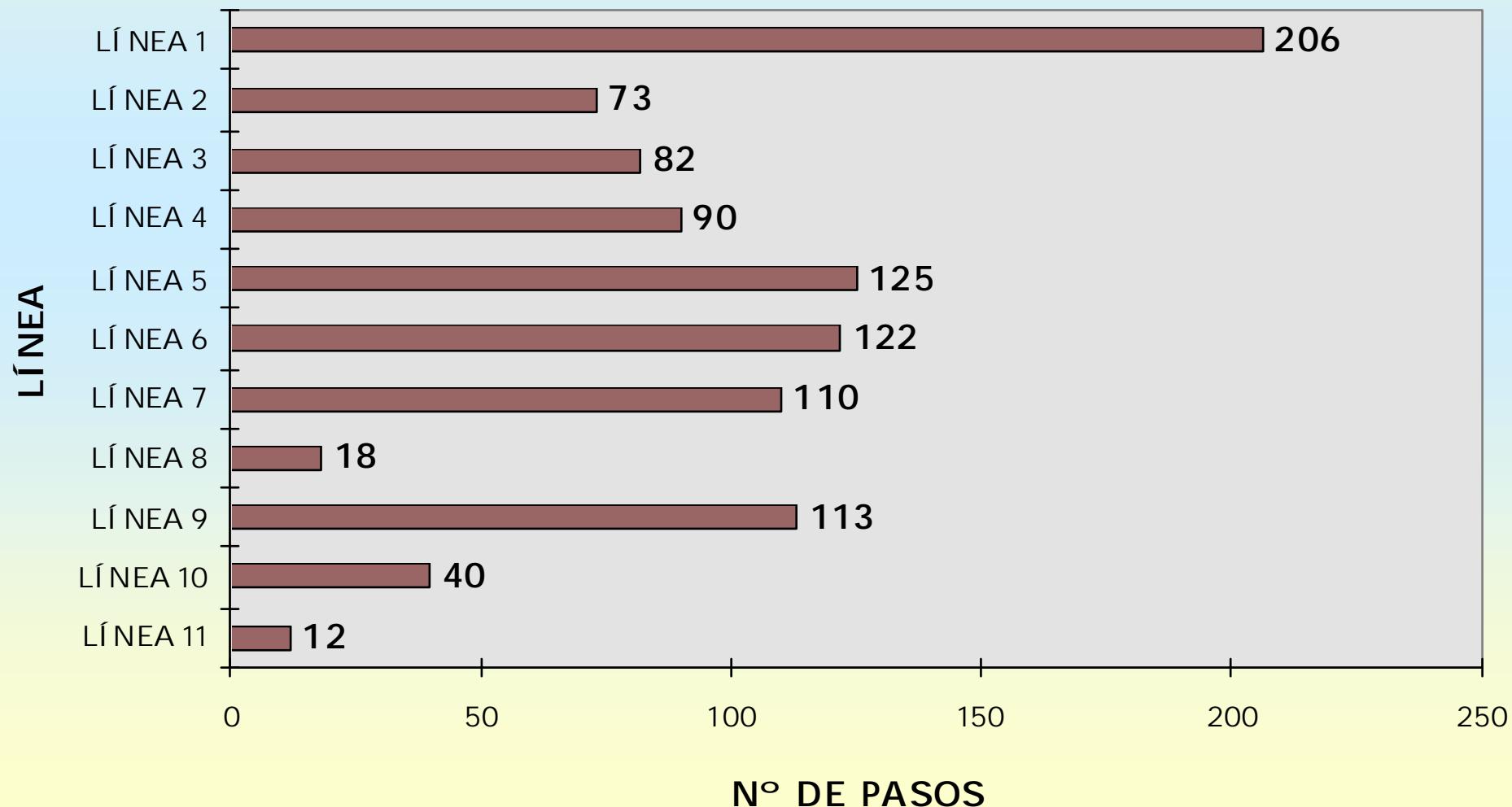
DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

DISTRIBUCIÓN POR LÍNEA DE TORNIQUETES





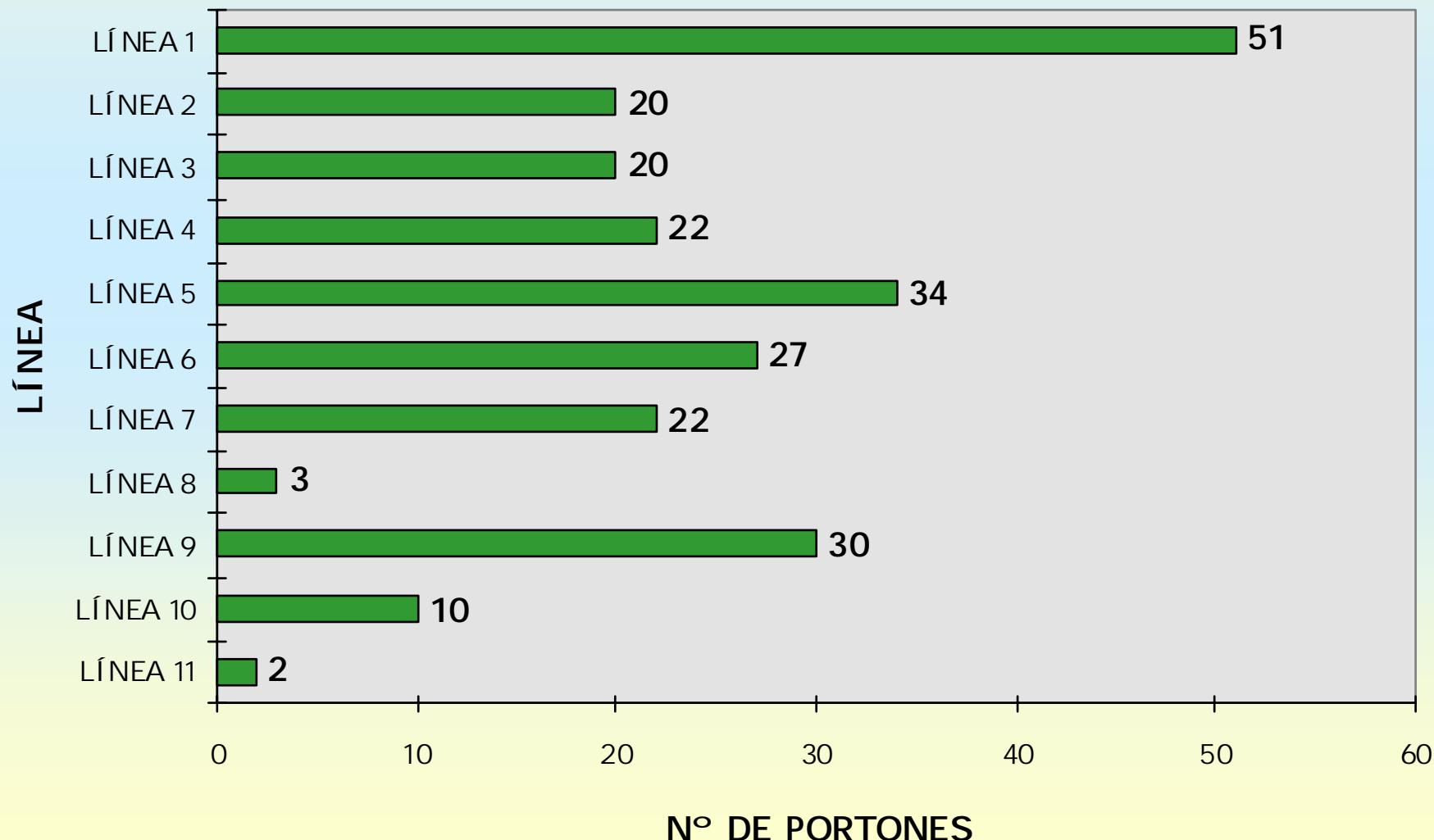
DISTRIBUCIÓN POR LÍNEA DE PASOS ELECTROMAGNÉTICOS





DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

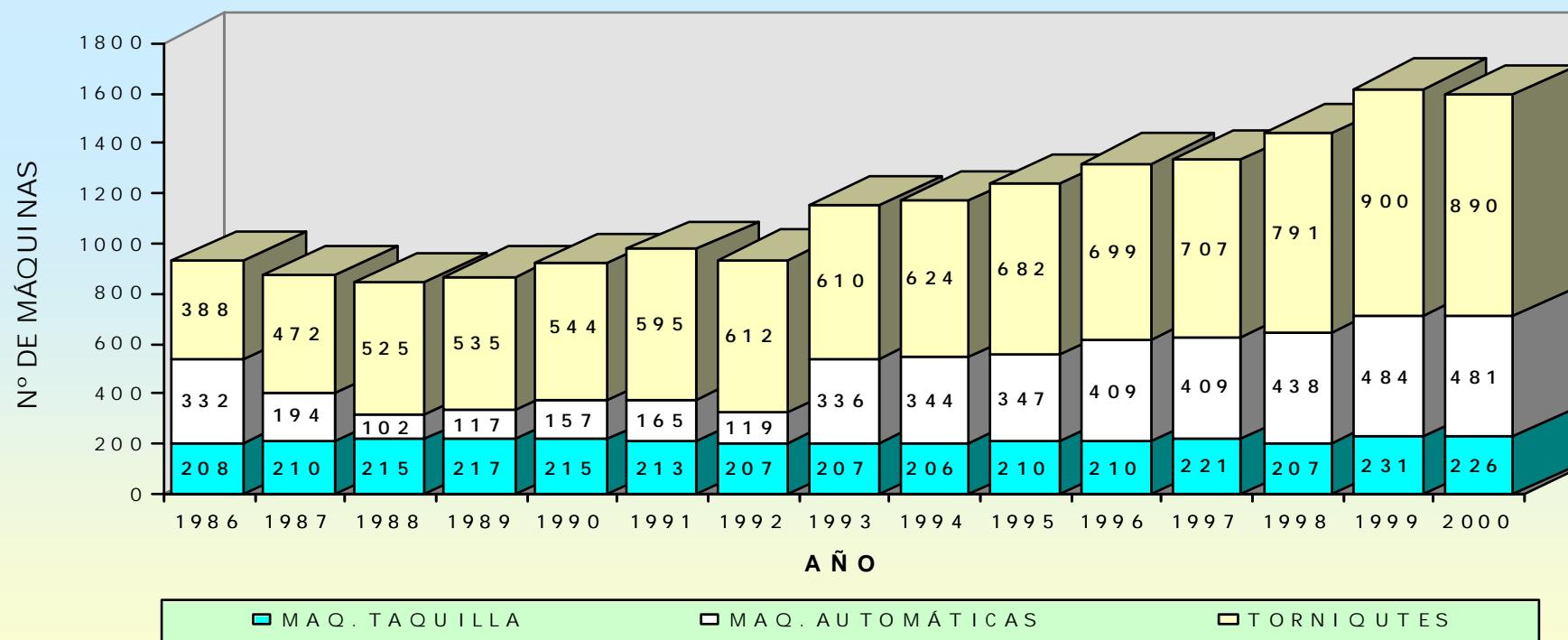
DISTRIBUCIÓN POR LÍNEA DE PORTONES DE ACCESOS





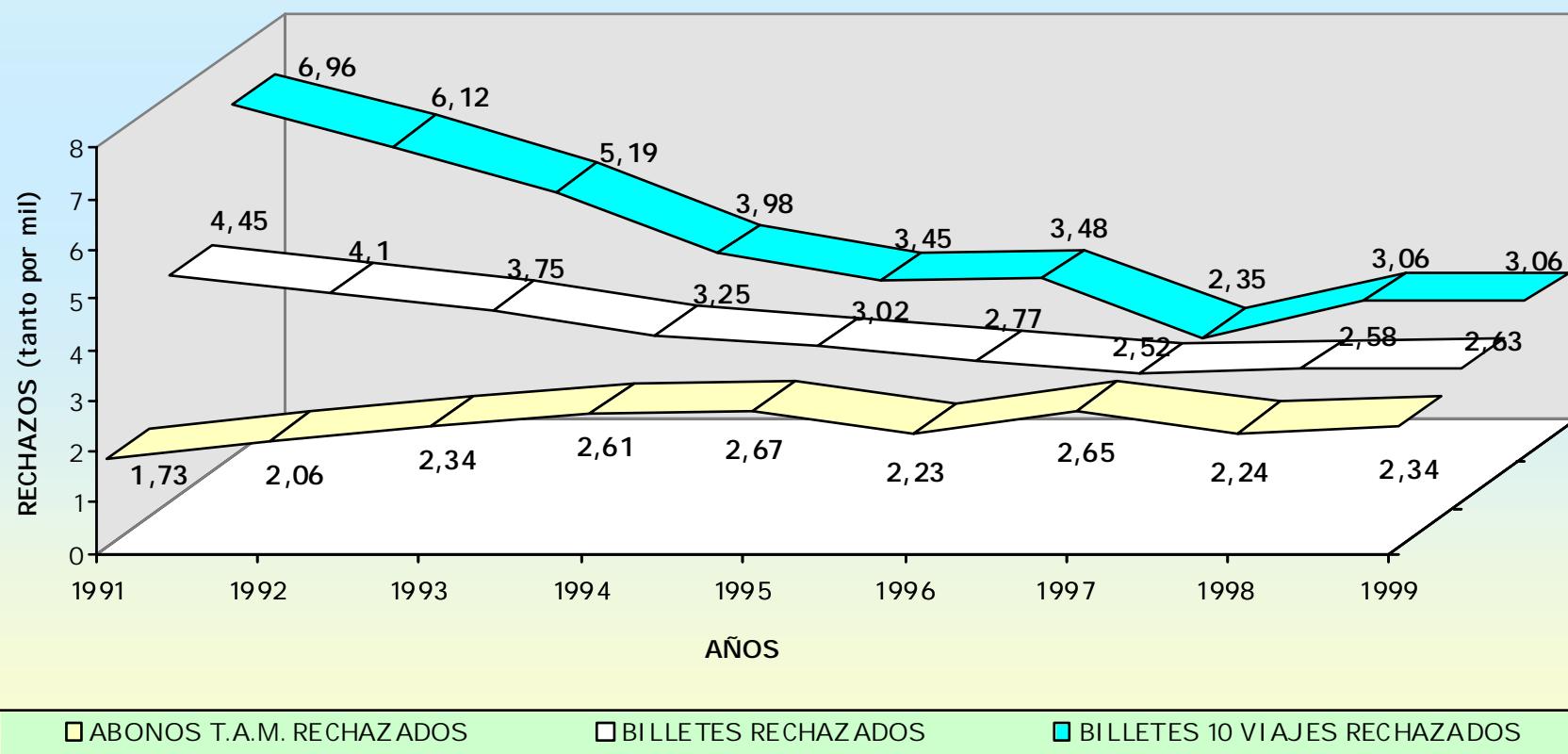
DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

EVOLUCIÓN DE LOS EQUIPOS
INSTALADOS EN EL SISTEMA DE PEAJE
(1986 - 2000)





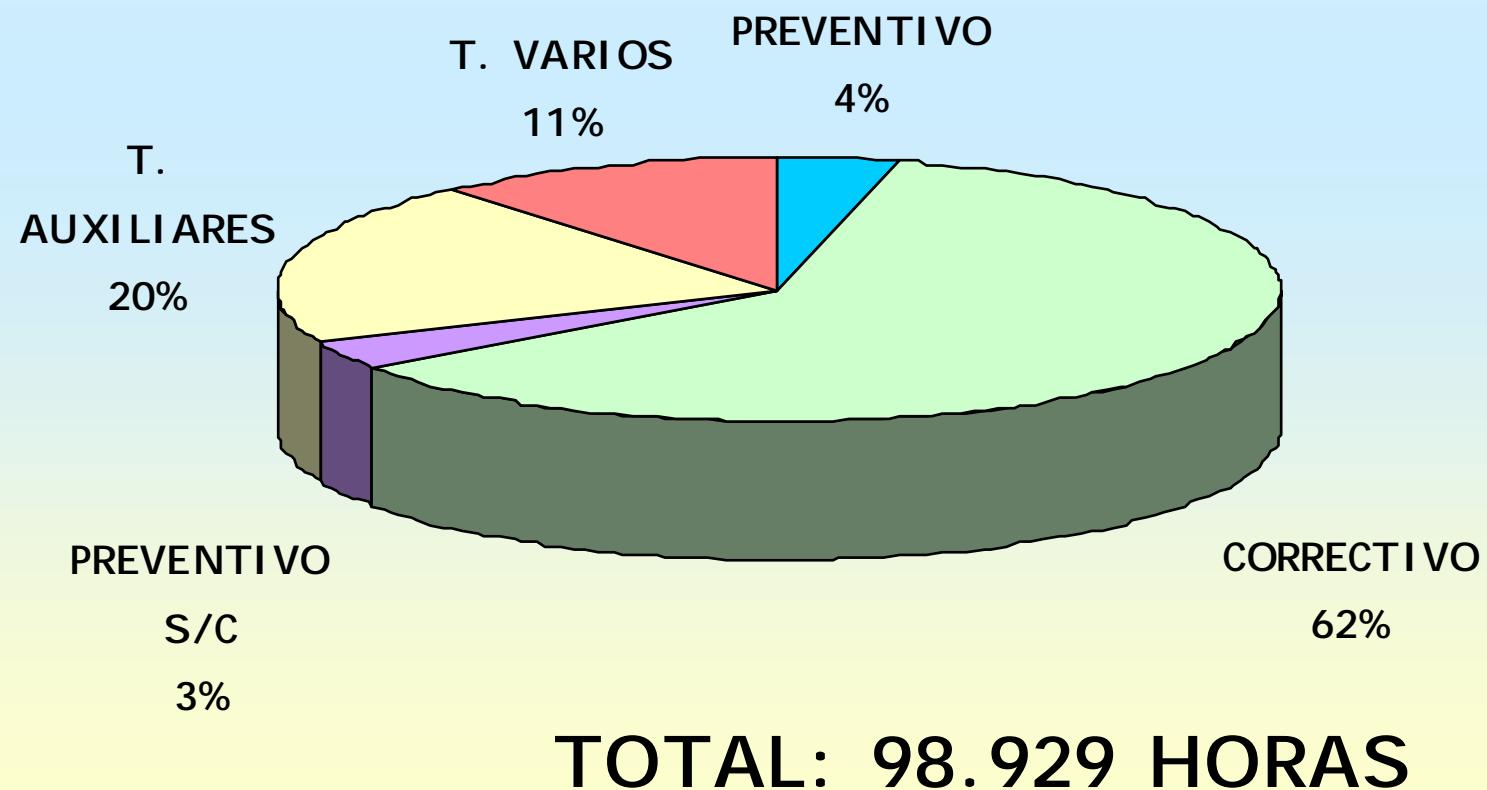
RECHAZO DE BILLETES EN TORNI QUETES PERIODO 1991-1999 (tanto por mil)





DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

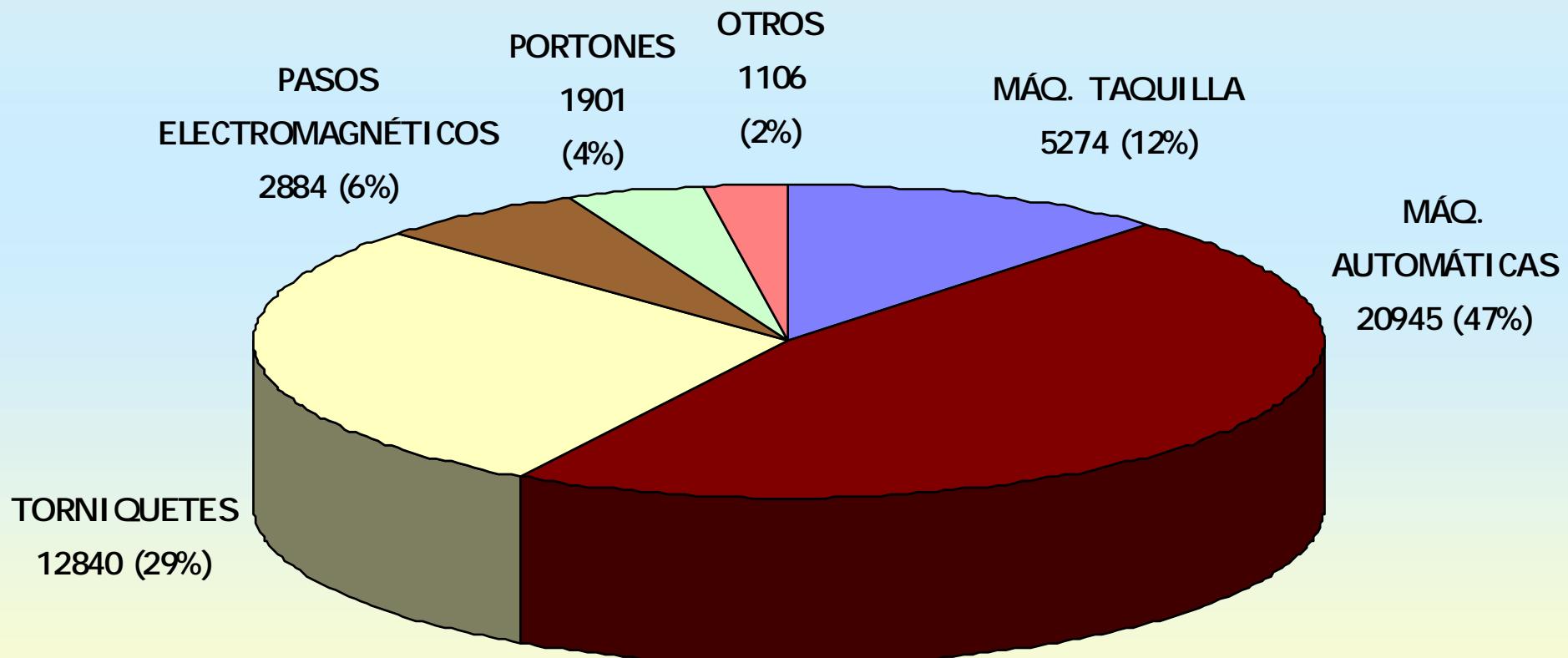
DISTRIBUCIÓN EN % DEL MANTENIMIENTO REALIZADO SOBRE LAS MÁQUINAS BILLETERAS





DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

NÚMERO DE AVISOS DE AVERÍA POR MÁQUINA EN EL AÑO 2000

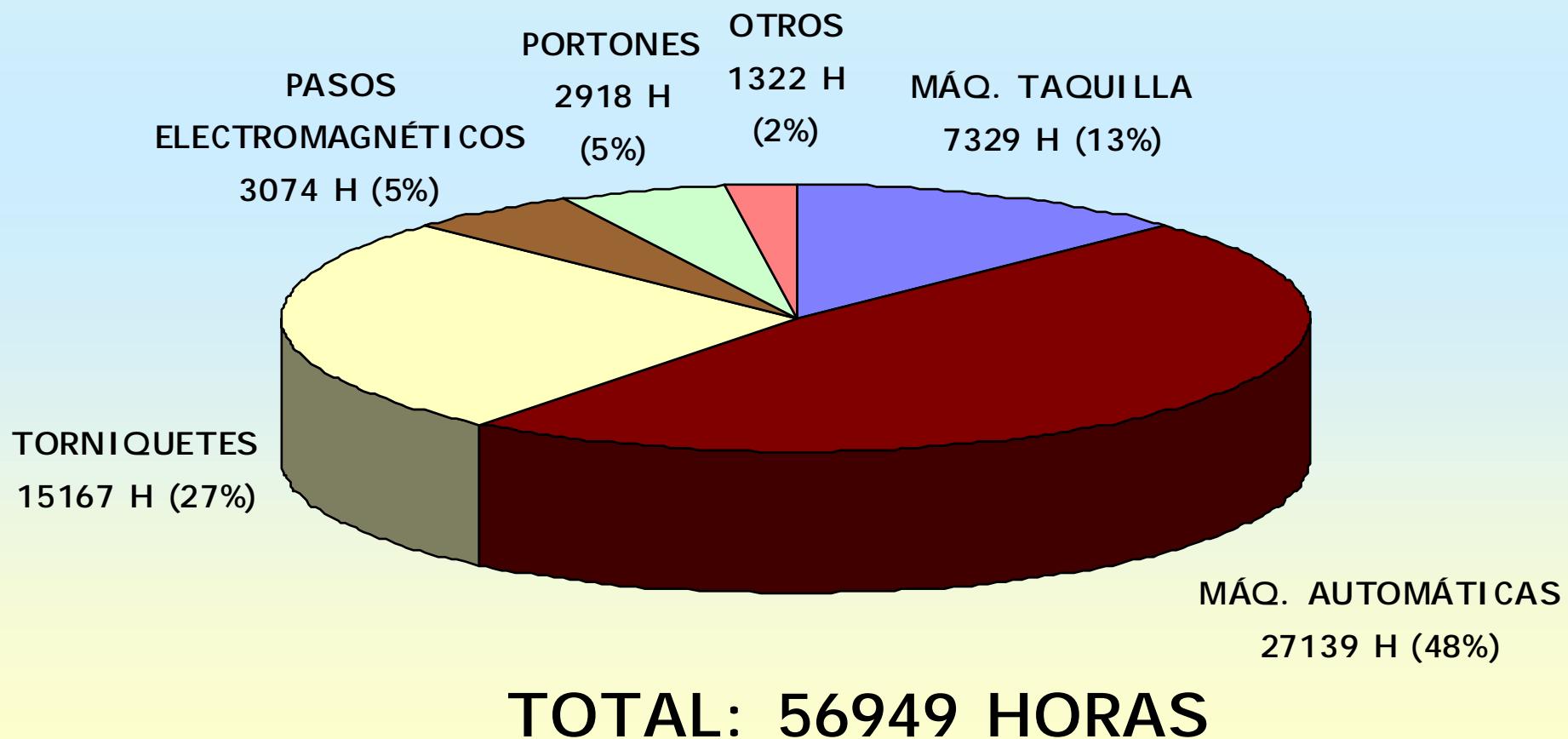


TOTAL: 44950 AVISOS DE AVERÍA



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

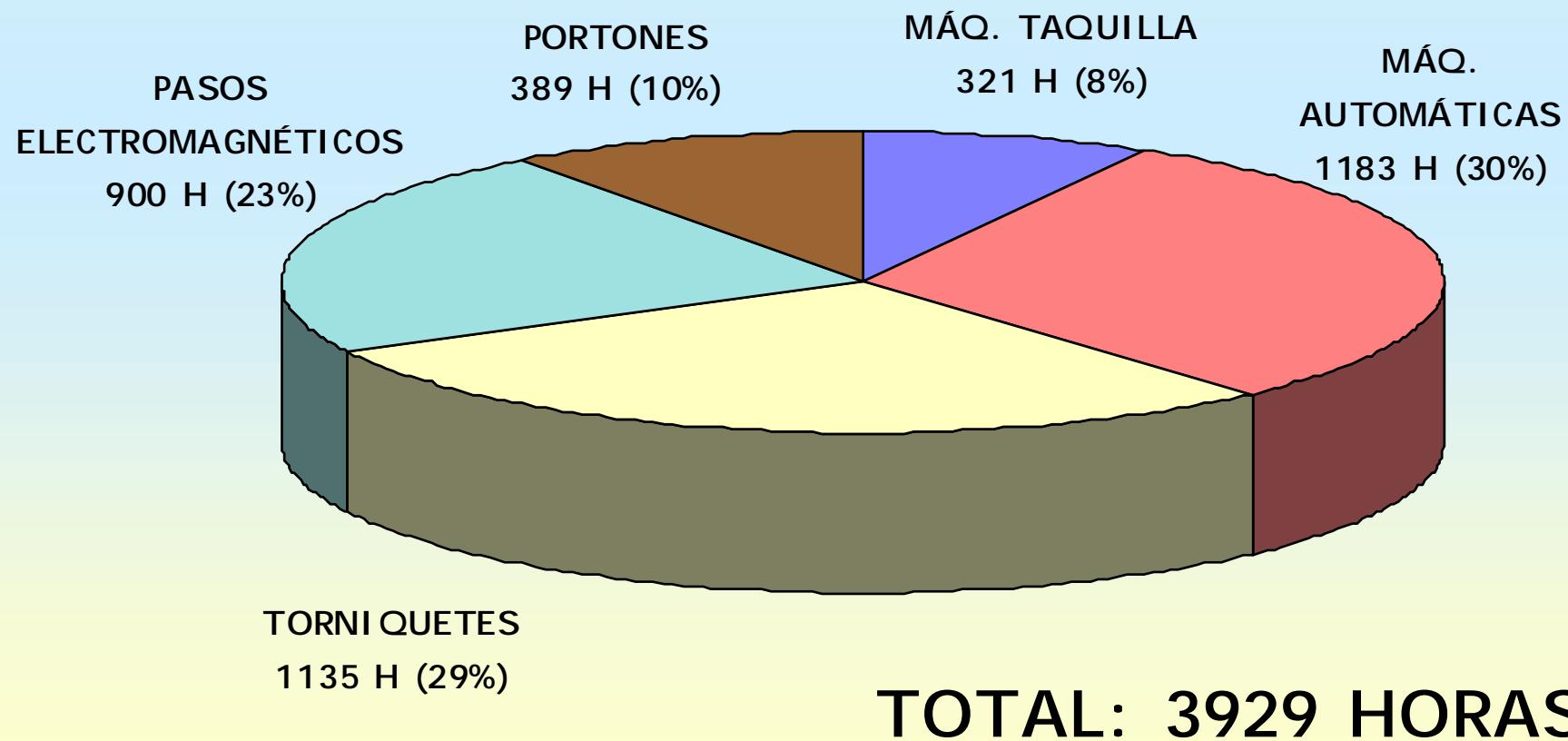
ACTIVIDAD DE LA SECCIÓN POR ELEMENTOS (HORAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO) AÑO 2000





DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

ACTIVIDAD DE LA SECCIÓN POR ELEMENTOS (HORAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO) AÑO 2000





DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

PERIODICIDAD DE LOS
REVISIONES DE MÁQUINAS DE PEAJE

GRUPO DE MANTENIMIENTO	NÚMERO USUARIOS POR VESTÍBULO	PERIODO	NÚMERO DE VESTÍBULOS
1	MÁS DE 3.500.000	30 DÍAS	22
2	1.500.000 - 3.500.000	60 DÍAS	45
3	MENOS DE 1.500.000	90 DÍAS	136



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

REVISIÓN DE LAS MÁQUINAS EXPENDEDORAS AUTOMÁTICAS

- Limpieza y comprobación del procesador.
- Limpieza y comprobación del conjunto monedero.
- Limpieza y comprobación del conjunto billeteiro.
- Limpieza y comprobación del conjunto almacenador y visualizador de datos.
- Otras limpiezas y comprobaciones.
- Comprobación del funcionamiento general del equipo y de las comunicaciones con el Concentrador.



REVISIÓN DE LOS TORNIQUETES

- Limpieza, con un pincel, de los subconjuntos del transportador de billetes.
- Comprobar el estado de los muelles de los patines de las cabezas magnéticas, de los flejes de transmisión, de las correas y de las cintas de impresión.
- Comprobación de los ajustes mecánicos del lector.



REVISIÓN DE LOS TORNIQUETES (II)

- Sustitución de fungibles deteriorados (cintas, cabezas).
- Limpieza de los subconjuntos del trípode.
- Comprobar el estado de los elementos mecánicos del trípode.
- Limpieza general, con un aspirador, del interior del mueble.
- Comprobar el estado de pegatinas interiores, fijación de las tarjetas, cables de tierra y seguro de la tapa del lector.



REVISIÓN DE LOS TORNIQUETES (III)

- Comprobación de pegatinas exteriores, brazos del trípode, pictogramas de usuario y aproximación, conjunto del trípode, estado de la batería, sistemas de protección eléctricos del equipo, parámetros y versión de sw, comunicación con el Pupitre de Control.
- Comprobación del funcionamiento general del torniquete y del pupitre.



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

REVISIÓN DE PUESTOS DE VENTA DE BILLETES

- Limpieza y comprobación del mueble de la máquina expendedora.
- Limpieza y comprobación del sistema procesador de la máquina expendedora.
- Comprobación del PC.
- Comprobación y limpieza del monitor.
- Comprobación y limpieza de los teclados.



REVISIÓN DE PUESTOS DE VENTA DE BILLETES (II)

- Comprobación de:
 - Display usuario: ejecución de test y comprobar conectores.
 - Lector de tarjetas.
 - Lector del código de barras: ejecución de test y comprobar conectores.
 - Impresora láser: limpieza y comprobar conectores.
 - Detector de papel moneda: limpieza y comprobar conectores.
 - Cajón portamonedas.
- Comprobación del funcionamiento general del equipo y comunicaciones con el Concentrador.



REVISIÓN DE LOS PASOS DE SALIDA

- Comprobación externa de los elementos:
 - Papeleras.
 - Protectores de goma.
- Comprobación de fijación de brazo y eje de banderín ajustando si fuese necesario, así como el escudo de cierre.
- Comprobar el electro de cierre y micro surike asociado.



REVISIÓN DE LOS PASOS DE SALIDA (II)

- Comprobar la regulación del tiempo de apertura y cierre, ajustándolo si fuera necesario.
- Comprobar los pictogramas de paso y alarma de humos.
- Comprobación del funcionamiento general del equipo.



REVISIÓN DE LOS PORTONES

- Comprobación de la holgura de los ejes de la puerta, ajustándolos si es necesario.
- Comprobación del estado hidráulico, observando que retiene la puerta.
- Comprobación de la actuación de la cerradura eléctrica.
- Verificación del contador de pasos.
- Comprobación del funcionamiento general del equipo.



PREVISIÓN DE INSTALACIONES DE PEAJE EN LA AMPLIACIÓN 2000 - 2003

- C.P.P. (Control de peaje por pantalla móvil): **228 unidades**
- C.P.M.R. (Control de peaje para personas con movilidad reducida): **35 unidades**
- Euromettas (Máquinas expendedoras de títulos de transporte, automáticas): **157 unidades**
- MBT (Máquinas expendedoras de taquilla): **4 unidades**
(no se prevé su montaje en L10 y Metrosur)



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

GASTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE PEAJE

MÁQUINAS DE TAQUILLA M.B.T.

- | | | | |
|------------------------------|---------|---|------------------|
| • Personal | 201.432 | € | (33.515.465 PTS) |
| • Materiales | 24.364 | € | (4.053.829 PTS) |
| • Contratos y Servicios Ext. | 4.379 | € | (728.604 PTS) |



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

GASTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE PEAJE

MÁQUINAS EXPENDEDOREAS METTA

• Personal	1.077.129 €	(179.219.186 PTS)
• Materiales	130.285 €	(21.677.600 PTS)
• Contratos y Servicios Ext.	23.416 €	(3.896.095 PTS)



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

GASTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE PEAJE

TORNIQUETES

- Personal 634.604 € (105.589.221 PTS)
- Materiales 76.758 € (12.771.457 PTS)
- Contratos y Servicios Ext. 13.796 € (2.295.461 PTS)



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

GASTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE PEAJE

PUPITRES DE MANDO

- | | | | |
|------------------------------|--------|---|-----------------|
| • Personal | 43.907 | € | (7.305.510 PTS) |
| • Materiales | 5.795 | € | (964.207 PTS) |
| • Contratos y Servicios Ext. | 1041 | € | (173.208 PTS) |



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

GASTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE PEAJE

PASOS ELECTROMAGNÉTICOS

- | | | | |
|------------------------------|---------|---|------------------|
| • Personal | 145.726 | € | (24.246.766 PTS) |
| • Materiales | 17.626 | € | (2.932.720 PTS) |
| • Contratos y Servicios Ext. | 3.168 | € | (527.111 PTS) |



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

GASTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE PEAJE

PORTONES

- Personal 121.438 € (20.205.583 PTS)
- Materiales 14.689 € (2.444.044 PTS)
- Contratos y Servicios Ext. 2.640 € (439.259 PTS)



DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OBRAS
UNIDAD DE INSTALACIONES FIJAS

GASTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE PEAJE

TOTAL

• Personal	2.228.236 €	(370.747.275 PTS)
• Materiales	269.518 €	(44.844.022 PTS)
• Contratos y Servicios Ext.	48.440 €	(8.059.738 PTS)