

## **ANEXO A4. ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE DESARROLLO**



<b>ANEXO A4. ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE DESARROLLO .....</b>	<b>1</b>
A4.1. CONDICIONANTES PARA LA EXPANSIÓN DEL AEROPUERTO .....	2
A4.1.1. CONDICIONANTES EXTERNOS AL AEROPUERTO .....	2
A4.1.2. CONDICIONANTES INTERNOS AL AEROPUERTO .....	2
A4.1.2.1. Capacidad Máxima del Conjunto Espacio Aéreo - Campo de Vuelos .....	3
A4.1.2.2. Capacidad Máxima de La Plataforma .....	11
A4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE DESARROLLO .....	12
A4.2.1. ALTERNATIVA 1 .....	13
A4.2.2. ALTERNATIVA 2 .....	15
A4.2.3. ALTERNATIVA 3 .....	17
A4.3. ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS .....	19
A4.3.1. USOS DEL SUELO E IMPACTO AMBIENTAL .....	19
A4.3.2. AFECCIONES URBANÍSTICAS .....	19
A4.3.3. DESARROLLO DEL SISTEMA AEROPORTUARIO .....	20
A4.3.4. ACCESOS .....	24
A4.3.5. COSTES ESTIMADOS DE INVERSIÓN .....	24
A4.3.6. TABLA RESUMEN .....	26
A4.4. DESARROLLO PROPUESTO .....	26



## **A4.1. CONDICIONANTES PARA LA EXPANSIÓN DEL AEROPUERTO**

### **A4.1.1. CONDICIONANTES EXTERNOS AL AEROPUERTO**

Las posibilidades de desarrollo del aeropuerto de La Palma se ven seriamente limitadas por los condicionantes externos, sobre todo por los obstáculos físicos que lo rodean: por un lado, el borde costero, sin espacio suficiente para la construcción de nuevas pistas ni tan siquiera de una calle de rodaje paralela, y por otro de la complicada orografía, con un terreno rocoso y ascendente que apenas permite la construcción de pistas o calles de rodaje.

La batimetría de la costa es sumamente adversa, ya que la formación de la isla, generada por el levantamiento de un cono volcánico, ha producido costas carentes de plataforma que caen vertiginosamente sobre el fondo del Atlántico. Por ello, cualquier intento de ampliación de terreno ganado al mar es poco menos que quimérica, aunque la ampliación de la cabecera 19 ha sido realizada por este procedimiento, no se considera viable en toda la longitud necesaria para hacer una nueva pista o calle de rodaje.

Así pues, es necesario considerar que la ampliación del aeropuerto no es ilimitada, y que por tanto el primer condicionante para el desarrollo del mismo es la capacidad de las infraestructuras que es posible o al menos razonable construir en el emplazamiento actual del aeropuerto.

### **A4.1.2. CONDICIONANTES INTERNOS AL AEROPUERTO**

Dada la importancia que en este caso adquieren los condicionantes externos, el estudio de condicionantes internos se limitará en esta fase a la determinación de la capacidad máxima del aeropuerto en el máximo desarrollo compatible con las limitaciones del entorno, independientemente de la demanda prevista.

El cálculo de la demanda servirá para determinar el grado de desarrollo que alcanzará la alternativa elegida, siendo la propia alternativa el máximo desarrollo potencial del aeropuerto.

Los sistemas que más espacio requieren y que por tanto se ven más limitados por las restricciones externas son los correspondientes al Subsistema de Movimiento de Aeronaves, es decir:

- Espacio Aéreo- Campo de vuelos: Las limitaciones corresponden a la falta de espacio para desarrollar el campo de vuelos: No pueden construirse nuevas pistas, e incluso la construcción de una calle de rodaje paralela a la pista actual se ve limitada por la cabecera 19, por lo que el tiempo de ocupación de pista será alto, en detrimento de la capacidad.
- Plataforma de estacionamiento de aeronaves: El espacio disponible es limitado, por lo que es posible que el elemento determinante para el predimensionado sea la plataforma.

Se estimarán las capacidades de ambos sistemas para identificar cuál es el más crítico. Una vez determinada la capacidad máxima del aeropuerto, se definirá el desarrollo potencial del resto de áreas críticas.





#### **A4.1.2.1. Capacidad Máxima del Conjunto Espacio Aéreo - Campo de Vuelos**

El espacio aéreo actual es un elemento limitativo, ya que la falta de radar terminal no permite reducir las separaciones en vuelo. Las separaciones longitudinales actuales son de 20 Nm en ruta hacia el DME del aeropuerto. El uso del radar en el control de área podría reducir las distancias a las mínimas establecidas en el Reglamento del aire, Doc. 4444 Rac/501/12, Capítulo X, punto 2.8. Una vez alcanzado el tramo de aproximación, si se cumplen las condiciones VFR, puede procederse a la aproximación visual, que es la preferente en este aeropuerto debido a la escasa separación entre pista y calle de rodaje, o bien apoyar la aproximación con control radar desde una distancia de 8 a 10 Nm del punto de toma de contacto (punto 3 del Reglamento del aire). El radar también puede servir de comprobación para aproximaciones instrumentales interpretadas por el piloto (punto 3.4.3.1).

Aunque las actuales limitaciones reducen indudablemente la capacidad del aeropuerto, no van a ser consideradas en este apartado, ya que son subsanables y no están influenciadas por el entorno. La capacidad máxima real del espacio aéreo se determina con más detalle en el análisis SIMMOD.

Por tanto, el límite de la capacidad de la pista se determinará por las mínimas separaciones radar en control de área, distinguiendo después la posibilidad de usar radar de precisión en aproximación o aproximar en condiciones de vuelo visual y por los tiempos de ocupación de la misma en la configuración de máximo desarrollo, es decir:

- Pista de 2.200 metros.
- Calle de rodaje paralela desde la cabecera 01 de 1.700 metros de longitud.
- Calles de salida a 1.000 y 1.700 metros para las aproximaciones por la cabecera 01 (principal, con un 95% de utilización).
- La distancia entre los ejes de la pista y la calle de rodaje paralela no permite en la actualidad las operaciones simultáneas si una o ambas son usadas por aeronaves de letra de clave E, por lo que los tiempos de ocupación aumentan considerablemente en estos casos. Las alternativas planteadas considerarán una distancia de 107,5 m., suficiente para operar aeronaves tipo E en condiciones de vuelo visual.

La limitación que proporciona la separación entre la pista y la calle de rodaje paralela supone que en condiciones de vuelo instrumental los aterrizajes de aeronaves de letra de clave C, D y E impidan el siguiente aterrizaje hasta el abandono de la calle, lo que además incluye la maniobra de estacionamiento, ya que no hay calle de acceso. En primer lugar se va a calcular la capacidad en estas condiciones, que como se verá son muy limitativas.

El método usado es el de la capacidad no relacionada con la demora desarrollado por la Airborne Instruments Laboratory para la F.A.A., con los criterios actuales de separaciones radar y estela turbulenta.

El primer parámetro a considerar es la velocidad de las aeronaves en el tramo de aproximación final. En este estudio se considerarán las categorías definidas en el Documento 8168 de OACI, que son las siguientes:

**CUADRO A4.I.**  
**VELOCIDAD DE LAS AERONAVES. APROXIMACIÓN FINAL**

<b>%</b>	<b>Categoría</b>	<b>Correspondencia Reglamento del Aire</b>	<b>Velocidad de aproximación final (TAS medias)</b>
50	A	Ligera	150 Km/h
	B	Ligera	195 Km/h
40	C	Media	255 Km/h
10	D'	Pesada	290 Km/h
0	E	Pesada	355 Km/h

Fuente: Elaboración Propia

Se aplicarán las siguientes hipótesis generales:

Entre cada dos aterrizajes consecutivos, las distancias mínimas en el segmento final de la aproximación serán de:

**CUADRO A4.II.**  
**DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEPARACIÓN. SEGMENTO FINAL APROXIMACIÓN**

<b>Aeronave que va delante</b>	<b>Aeronave que va detrás</b>	<b>Mínimas de separación</b>
Pesada	Pesada	4 Nm (7,4 km)
	Media	5 Nm (9,3 km)
	Ligera	6 Nm (11,1 km)
Media	Pesada	3 Nm (5,6 km)
	Media	3 Nm (5,6 km)
	Ligera	5 Nm (9,3 km)
Ligera	Pesada	3 Nm (5,6 km)
	Media	3 Nm (5,6 km)
	Ligera	3 Nm (5,6 km)

Fuente: Elaboración Propia



La traducción a segundos, teniendo en cuenta las velocidades de cada aeronave, forma la matriz libre de error entre aterrizajes consecutivos:

$$M_{II} = \begin{matrix} & V_j | V_i & \begin{matrix} 195 & & 255 & & 290 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 195 \\ 255 \\ 290 \end{matrix} & \left| \begin{array}{ccc} 103 & 253 & 318 \\ 78 & 78 & 161 \\ 69 & 69 & 92 \end{array} \right. \end{matrix}$$

$V_j$  = aeronave que sigue

$V_i$  = aeronave que precede

A estos tiempos hay que añadir los tiempos de compensación, que se obtienen al añadir la influencia de los errores en los equipos de control y presentación:

$\Phi_0$  = Desviación típica en el punto de entrada = 10 s.

$P_V$  = Probabilidad de violar los mínimos de separación = 0,05

La matriz de tiempos de compensación queda:

$$B = \begin{matrix} & V_j | V_i & \begin{matrix} 195 & & 255 & & 290 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 195 \\ 255 \\ 290 \end{matrix} & \left| \begin{array}{ccc} 16,5 & / & / \\ 16,5 & 16,5 & / \\ 16,5 & 16,5 & 16,5 \end{array} \right. \end{matrix}$$

$V_j$  = aeronave que sigue

$V_i$  = aeronave que precede



La matriz  $L_{LL} = M_{LL} + B$  o matriz de tiempo combinado entre llegadas consecutivas nos daría la capacidad de la pista usada sólo para llegadas sin tener en cuenta los tiempos de ocupación de pista. Para calcular la capacidad en operaciones mixtas debemos tener en cuenta otras separaciones:

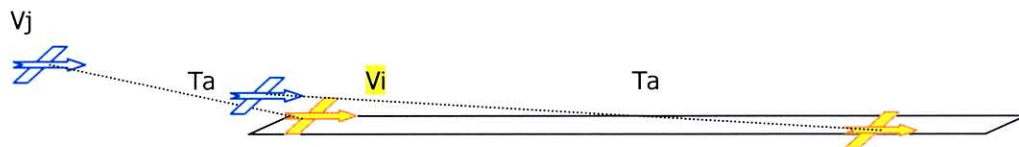
- Separación entre dos salidas.
- Separación entre salida y llegada.
- Separación entre dos llegadas.

Las separaciones entre dos salidas podrían demorar el momento del despegue, pero en la práctica la separación de dos minutos permitida por el Reglamento del Aire y reducible a 1 minuto en el caso de rutas de salida divergentes en al menos  $45^\circ$ , y siempre que se respeten los mínimos por estela turbulenta, es suficientemente corta como para suponer que las separaciones entre despegues consecutivos no son críticas.

Por tanto, el modelo consistirá en sustituir en la matriz libre de error entre llegadas los tiempos de separación por el mayor de los siguientes valores:

- $T_a$  – Tiempo de separación entre llegadas
- $T_b$  – Suma del tiempo de ocupación de pista de la llegada anterior (tOLL) y el tiempo de ocupación de pista del despegue (tOD).

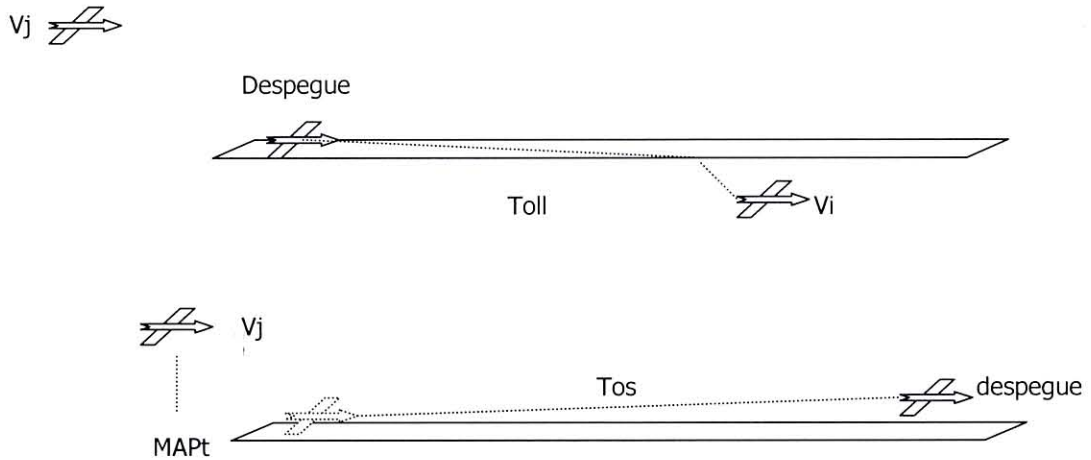
#### GRÁFICO A4.I.



SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE LLEGADAS CONSECUTIVAS: EN ESPACIO AÉREO O MOTIVADA POR EL TIEMPO DE OCUPACIÓN DE PISTA



**GRÁFICO A4.II.**



*SEPARACIÓN ENTRE LLEGADAS CON SALIDA INTERCALADA*

$$T_b = T_a \text{ o } T_{oll} + T_{os} \text{ (el que resulte mayor)}$$

Para cada grupo de aeronaves, los valores aproximados de los tiempos de ocupación de pista serán:

Ligeros:

$$T_{os} \cong 50 \text{ s.}$$

$T_{oll}$ : la declaración de 195 a 90 km/h a una media de  $1 \text{ m/s}^2$  supone un tiempo de unos 30 s. Parte de las aeronaves serán capaces de abandonar la pista por la salida situada a 1000 m. y parte tendrán que salir por la de 1700 m.

Medios:

$$T_{os} \cong 50 \text{ s.}$$

$T_{oll}$ : la mayoría de las aeronaves tomará la salida a 1700 m. a unos 90 km/h. Con una deceleración uniforme de  $1 \text{ m/s}^2$  el  $T_{oll} \cong 45 \text{ s.}$

Pesados:

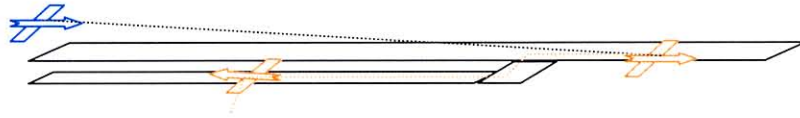
$$T_{os} \cong 50 \text{ s.}$$

$T_{oll}$ : la mayoría de las aeronaves no podrán tomar la salida a 1700 m, por lo que decelerarán hasta el final de pista en unos 60 segundos, virarán y rodarán durante unos 140 s. (800 m) hasta abandonar la pista. En total  $T_{oll} = 200 \text{ s.}$

En el caso de vuelo por instrumentos, además, hay que corregir el parámetro  $T_a$ , calculado hasta ahora teniendo en cuenta sólo la separación en espacio aéreo, con los tiempos de ocupación de pista.



**GRÁFICO A4.III.**



SEPARACION ADICIONAL ENTRE LLEGADAS INSTRUMENTALES CONSECUTIVAS DEBIDO AL TIEMPO DE OCUPACIÓN DE PISTA: LA DISTANCIA ENTRE LA CALLE DE RODAJE Y LA PISTA ES INSUFICIENTE PARA PERMITIR EL SIGUIENTE ATERRIZAJE

Los tiempos  $T_A$  corregidos quedan:

*Aeronaves ligeras:* Incluyen aeronaves de letra de clave A, B y C. Las aeronaves A y B pueden rodar sin interferir en las siguientes llegadas, por lo que sus tiempos de ocupación no influirán en la matriz de tiempos de ocupación. Sin embargo, el porcentaje de este tipo de aeronaves es mínimo en este aeropuerto, por lo que se supondrá que todas las aeronaves de éste grupo son de letra de clave C. Las aeronaves tipo C ocuparán pista durante 30 s hasta la salida, rodarán por la misma y la calle de rodaje paralela durante unos 700 m, es decir, unos 90 s. El tiempo total de ocupación de pista será de  $30+90=120$  segundos.

*Aeronaves medias:* A los 45 s que se estimó para alcanzar la calle de salida, se suma un rodaje de unos 1.000 metros (aproximadamente 120 segundos) hasta alcanzar las posiciones de estacionamiento. El tiempo total de ocupación será de  $45+120=165$  segundos.

*Aeronaves pesadas:* A los 200 s estimados ya para abandonar la pista habrá que sumar los 120 segundos necesarios para alcanzar la posición de estacionamiento. En total, el tiempo se eleva hasta los 320 segundos.

La matriz de tiempos de compensación corregida queda:

$V_j \setminus V_i$	195	255	290
195	320	320	320
255	165	165	250
290	120	120	250

$V_j$  = aeronave que sigue

$V_i$  = aeronave que precede

La matriz de tiempo combinado resulta:

$$L = \begin{matrix} & V_j|V_i & \begin{matrix} 195 & & 255 & & 290 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 195 \\ 255 \\ 290 \end{matrix} & \left| \begin{array}{ccc} 336,5 & 320 & 320 \\ 181,5 & 181,5 & 250 \\ 136,5 & 136,5 & 266,5 \end{array} \right. \end{matrix}$$

$V_j$  = aeronave que sigue

$V_i$  = aeronave que precede

Aplicando los porcentajes de tráfico:

$$\begin{bmatrix} 0,5 & 0,4 & 0,1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} L \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,5 \\ 0,4 \\ 0,1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 127,2 \\ 98,5 \\ 28,7 \end{bmatrix} + 254,4$$

$$T_1 = 254,4 \text{ segundos}$$

Se comprueba que efectivamente es  $T_1 \gg 2$  minutos, luego la hipótesis de despegues consecutivos no críticos es válida.

$$C_1 = \frac{3600}{254,4} = 14,1 \text{ llegadas}$$

Por tanto, la capacidad máxima teórica del campo de vuelos es de **28 movimientos/hora punta**. Esta capacidad debe considerarse el máximo maximum del sistema, sin limitaciones de espacio aéreo y con llegada totalmente regular de aeronaves para el caso de **aproximaciones instrumentales**. No debe confundirse con la capacidad en condiciones reales y relacionada con la demora que se calcula mediante simulación.

En el caso de **vuelo visual**, la capacidad se incrementaría al reducirse los tiempos de ocupación de pista. El control de área puede realizarse con radar, por lo que las separaciones en espacio aéreo pueden considerarse iguales que en el caso anterior. La matriz de tiempos de compensación quedaría:

$$M_{II} = \begin{array}{c|ccc} & V_j|V_i & 195 & 255 & 290 \\ \hline 195 & & 103 & 253 & 318 \\ 255 & & 80 & 95 & 250 \\ 290 & & 80 & 95 & 250 \end{array}$$

$V_j$  = aeronave que sigue

$V_i$  = aeronave que precede

La matriz de tiempo combinado resulta:

$$L = \begin{array}{c|ccc} & V_j|V_i & 195 & 255 & 290 \\ \hline 195 & & 119,5 & 253 & 318 \\ 255 & & 78 & 78 & 250 \\ 290 & & 96,5 & 111,5 & 266,5 \end{array}$$

$V_j$  = aeronave que sigue

$V_i$  = aeronave que precede

Aplicando los porcentajes de tráfico:

$$\begin{bmatrix} 0,5 & 0,4 & 0,1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} L \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,5 \\ 0,4 \\ 0,1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 54 \\ 72,9 \\ 28,6 \end{bmatrix} + 155,5$$

$$T_1 = 155,5 \text{ segundos}$$



Se comprueba que efectivamente es  $T_1 >> 2$  minutos, luego la hipótesis de despegues consecutivos no críticos es válida.

$$C_1 = \frac{3600}{155,5} = 23,2 \text{ llegadas}$$

Por tanto, la capacidad máxima teórica del campo de vuelos en condiciones de vuelo visual es de 46 movimientos/hora punta. Esta capacidad es coherente con las que aparecen en el documento de la FAA "Airport capacity and delay", para cálculos no relacionados con la demora. En la práctica, se considera que estas capacidades son inalcanzables.

#### **A4.1.2.2. Capacidad Máxima de la Plataforma**

La capacidad de la plataforma de estacionamiento de aeronaves depende de la geometría de la alternativa. Aunque por ahora no se considera la posibilidad de incorporar posiciones asistidas mediante push-back, la capacidad máxima debe contemplar dicha posibilidad, ya que es la que mayor aprovechamiento consigue.

Las dos opciones básicas de desarrollo de la plataforma planteadas (Edificio Terminal lineal o en "U"), ofrecen una capacidad máxima de entre 21 y 26 aeronaves estacionadas. Las posiciones de carga y aviación general no se consideran para el cálculo de tráfico punta de aeronaves, ya que en este aeropuerto son secundarios y pueden desplazarse fuera de las horas punta.

Como valor de cálculo se va a suponer que la capacidad máxima de la plataforma se encuentra en torno a las 25 posiciones. Evidentemente, la capacidad máxima de la plataforma resulta ser muy inferior a la de la pista, ya que la relación entre las aeronaves/hora punta y las posiciones de estacionamiento se encuentra en torno a la unidad (1,07) en los aeropuertos de características similares:

$$\text{AHP} = 25/1,07 = 23,4 \sim 24, \text{ inferior a la capacidad de la pista (28)}$$

La ocupación media por aeronave es de unos 70 pasajeros<sup>1</sup> por lo que:

$$\text{PHP} = 24 \times 70 = 1.680$$

El área terminal de pasajeros necesaria para atender a estos pasajeros sería de aproximadamente:

$$\text{Superficie total} = 15 \times 1.680 = 25.200 \text{ m}^2$$

En el caso de que circunstancialmente se incremente la ocupación máxima en la hora punta, la calidad disminuiría ligeramente (para 100 pasajeros por aeronave, se reduciría a 10.5 metros por pasajero/hora punta, aceptable. Además, al trabajar con los pasajeros hora punta en lugar de los pasajeros de diseño, se cuenta con un factor adicional de seguridad).

---

1 : la ocupación media anual de pasajeros por aeronave fue de 63 pax/aeronave en 1.994 y 68 pax/aeronave en 1.995. La relación entre las puntas de aeronaves y pasajeros fue similar (los pasajeros/hora punta de diseño están en torno a los 800, y las puntas de aeronaves son de 14).





El máximo tráfico total de pasajeros esperado se puede inferir de la relación entre el tráfico punta y el tráfico anual:

$$\frac{PHP}{Pax / año} \cong 1,2 \cdot 10^{-3}$$

Al aumentar el grado de saturación es posible que este valor se reduzca, dado que al aumentar la saturación las puntas se suavizan. Si se adopta un valor de  $0,8 \cdot 10^{-3}$ , el volumen total de pasajeros sería:

$$Pax / año = \frac{1.680}{0,8 \cdot 10^{-3}} \cong 2.000.000$$

El mínimo valor de éste parámetro es de  $3 \cdot 10^{-4}$ , pero para alcanzar dicho valor haría falta un aeropuerto saturado que además fuera no estacional y H-24.

Si partimos del dato de saturación actual del aparcamiento de vehículos y la tasa anual de pasajeros/años, obtenemos un parámetro actual de 0,001 plazas/pax-año (nº total de plazas de aparcamiento: público + Rent-a-Car + restringido + taxis + autobuses equivalentes).

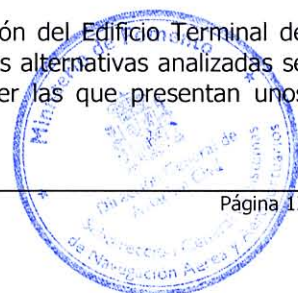
Al trasladar este valor, al volumen máximo de pasajeros/año, obtenemos una cifra total de plazas de aparcamiento cercana a las 2.000 plazas y una superficie total de 50.000 m<sup>2</sup>. La falta de espacio y la orografía compleja de la zona a desarrollar aconsejan la construcción de un edificio de aparcamiento en varias plantas.

#### **A4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE DESARROLLO**

El máximo desarrollo del aeropuerto en lo que se refiere al campo de vuelos no admite la posibilidad de establecer variantes, debido a las limitaciones que presenta su ubicación. La prolongación de la pista es prácticamente inviable, y las únicas actuaciones previsibles se limitan al sistema de calles de rodaje. Dichas actuaciones, comunes a las alternativas son:

- Construcción de dos tramos de calle de rodaje paralela a la pista y con distancia entre ejes (pista de vuelo a calle de rodaje) de 107,5 metros (para pistas de vuelo visual y letra de clave E).
- Construcción de calles de acceso/salida de la pista desde la plataforma principal. El objeto de estas calles es servir de desahogo a la plataforma, que por su falta de profundidad actual limita los desplazamientos por la rodadura con aeronaves de gran tamaño estacionadas. En el máximo desarrollo su utilidad será menor, ya que la plataforma tendrá nuevos problemas de espacio y será preferible que las aeronaves maniobren por la calle y no ocupen la pista.
- Construcción de una calle de acceso a la nueva plataforma de carga y área industrial.

La diferenciación fundamental entre las alternativas estriba en la disposición del Edificio Terminal de Pasajeros y la Plataforma de Estacionamiento de aeronaves. De las distintas alternativas analizadas se han conservado tres que son las que se exponen a continuación, por ser las que presentan unos parámetros de ejecución más viables:



#### **A4.2.1. ALTERNATIVA 1**

La filosofía básica de la alternativa 1 es el desarrollo lineal tanto del Edificio Terminal como de la plataforma. Para que ello sea posible es necesario incrementar la profundidad de la misma (dimensión perpendicular a la pista), para que sea posible estacionar aeronaves perpendicularmente al Edificio Terminal de pasajeros y manteniendo una geometría que garantice el cumplimiento de las separaciones entre aeronaves en cada tipo de operación recomendada por OACI:

- Separación entre eje de calle de rodaje y objeto: 42,5 m.
- Anchura total de la plataforma: 145 m.

Se retrasa la primera línea del terminal para permitir el estacionamiento de un A-330 perpendicular a la fachada y con espacio suficiente para disponer de una vía de servicio y de pasarelas en el futuro.

Las posiciones de estacionamiento que admite esta solución, (el máximo dentro de los límites de expansión), dependen de la mezcla final. En el ejemplo representado se han incluido 21 posiciones:

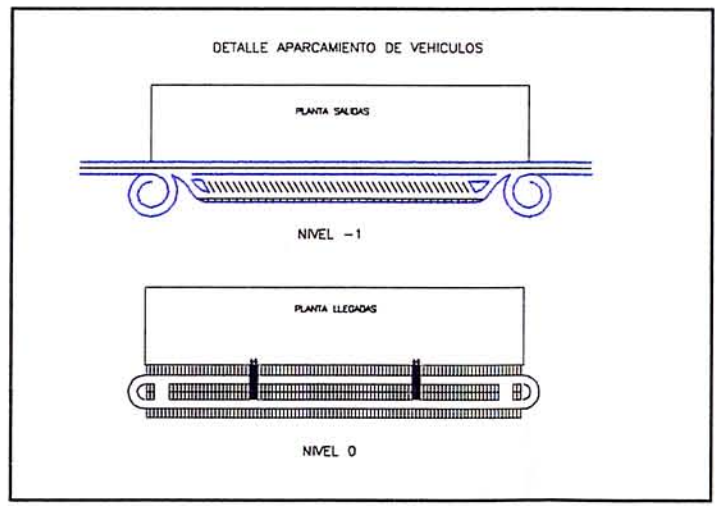
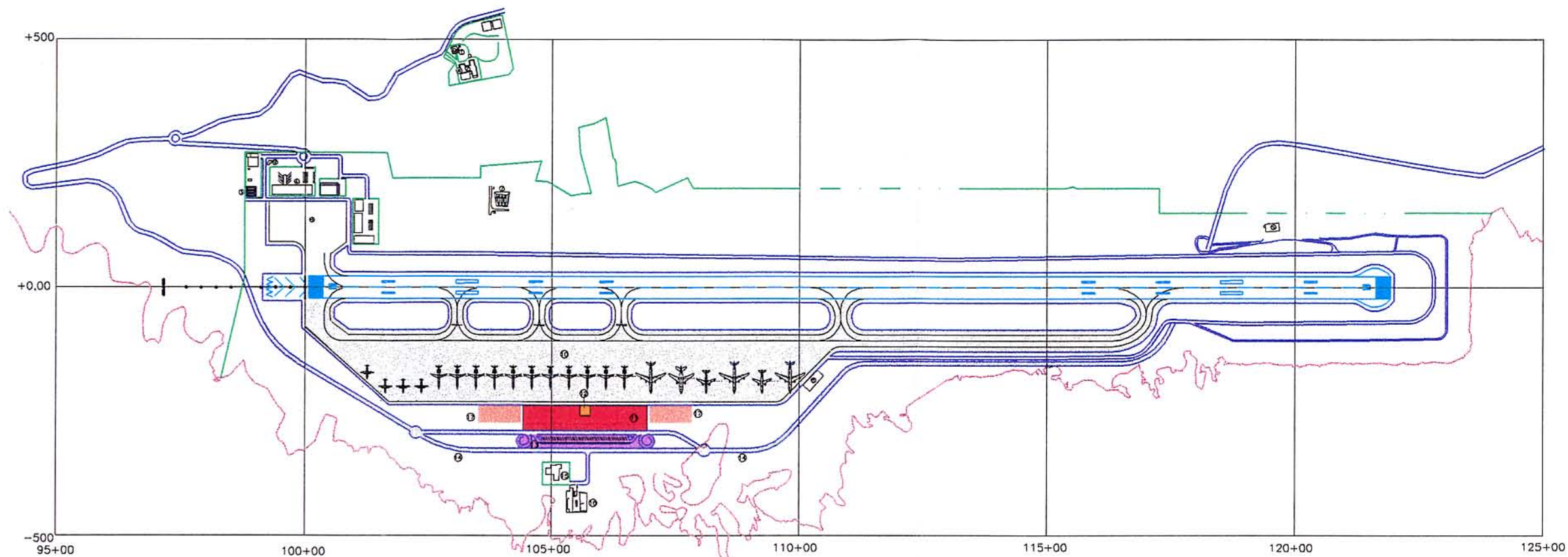
- 3 A330
- 1 DC-10
- 2 B-757
- 11 737 ó MD-80
- 4 ATR-72

Las posiciones representadas son asistidas, debido al mejor aprovechamiento del espacio. Durante la ejecución de algunas de las fases, las posiciones serán autónomas.

El Edificio Terminal de pasajeros se sitúa en el centro de la plataforma de estacionamiento, aunque la construcción puede iniciarse por uno de los lados con objeto de respetar durante su construcción el actual Área Terminal. La planta es de 250 x 50 m, totalizando una superficie de 25.000 m<sup>2</sup> divididos en dos plantas iguales. El bloque técnico se encuentra integrado alrededor de la nueva torre de control, situada en el centro del edificio en 1ª línea.

El edificio de aparcamientos se sitúa detrás del edificio terminal, siguiendo la misma línea. La superficie es de 250 x 28 m por tres plantas.





LEYENDA

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ① VIVIENDA DIRECTOR                  | ⑩ PLATAFORMA                         |
| ② CENTRO DE EMISORES                 | ⑪ EDIFICIO TERMINAL Y BLOQUE TECNICO |
| ③ CEPESA                             | ⑫ TORRE DE CONTROL                   |
| ④ TERMINAL DE CARGA                  | ⑬ EDIFICIO APARCAMIENTO DE VEHICULOS |
| ⑤ CATERING (ALMACENES)               | ⑭ TRAZADO CARRETERA C-232            |
| ⑥ S.E.J.                             | ⑮ CENTRAL ELECTRICA                  |
| ⑦ PLANTA ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLES | ⑯ DEPURADORA                         |
| ⑧ PLATAFORMA DE CARGA                | ⑰ EQUIPOS HANDLING                   |
| ⑨ CONTROL DE SEGURIDAD               | — NUEVO LIMITE DE PROPIEDAD          |



<b>ALTERNATIVA 1</b>			
ADECUACIÓN DEL PLAN DIRECTOR DEL AEROPUERTO DE LA PALMA	ESCALA (S) 1 : 10.000	FECHA FEBRERO 1999	FICHERO DWG A3C211

#### **A4.2.2. ALTERNATIVA 2**

La alternativa 2 se basa en el desarrollo del actual Edificio Terminal de pasajeros. El problema de la falta de profundidad de la plataforma se soluciona desarrollando una primera línea en "U". La ventaja de este tipo de soluciones es el mayor aprovechamiento del espacio, ya que las distancias a recorrer son menores. Además, la plataforma también permite desarrollos más compactos, con mayor número de posiciones de estacionamiento en una superficie similar a la de la Alternativa 1.

La geometría de la plataforma es más compleja, combinando la calle actual con calles de menores dimensiones (C y D). El terminal en forma de "U" tiene una superficie similar al de la anterior solución, también con dos plantas. El bloque técnico y la torre de control se integran en el desarrollo del Edificio Terminal.

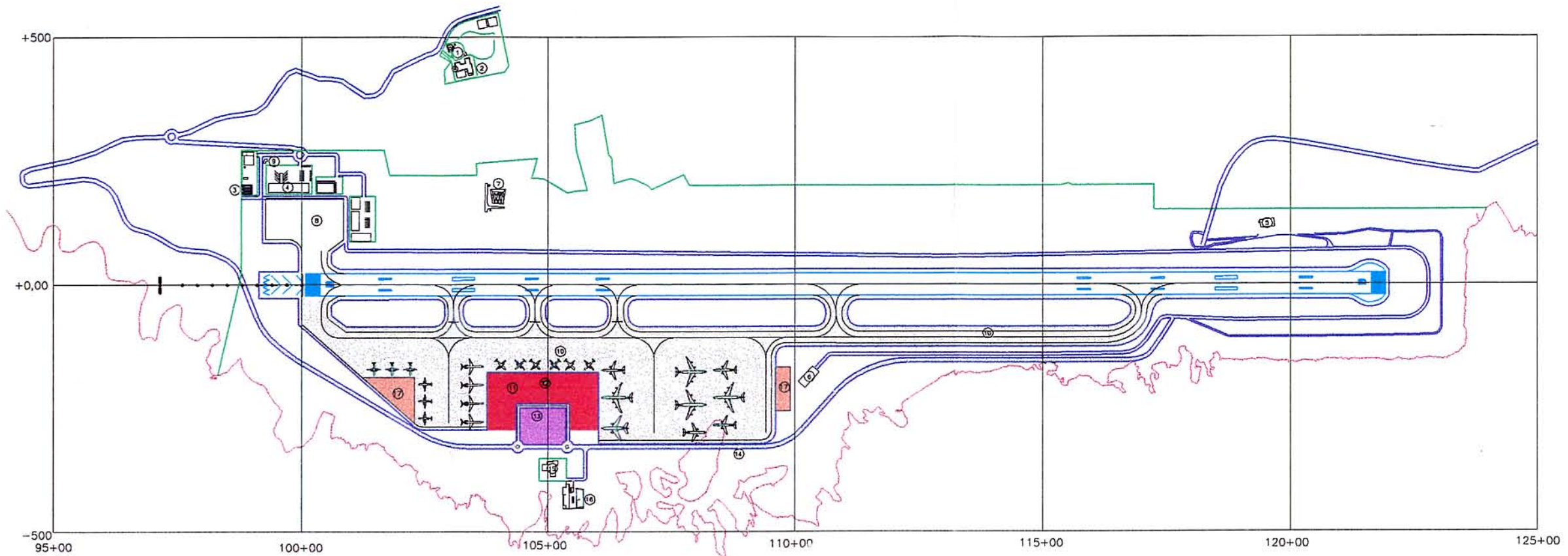
La disposición de las aeronaves indicada en el Plano de la alternativa 2 permite el estacionamiento de 26 aeronaves (en la máxima extensión de espacio disponible), con la siguiente distribución:

- 3 A330
- 2 DC-10
- 4 B-757
- 4 737 ó MD-80
- 13 ATR-72

Los aparcamientos de vehículos se sitúan en un edificio de tres plantas ocupando el espacio interior de los ramales del Edificio Terminal.







**LEYENDA**

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ① VIVIENDA DIRECTOR                  | ⑩ PLATAFORMA                         |
| ② CENTRO DE EMISORES                 | ⑪ EDIFICIO TERMINAL Y BLOQUE TÉCNICO |
| ③ CEPSA                              | ⑫ TORRE DE CONTROL                   |
| ④ TERMINAL DE CARGA                  | ⑬ EDIFICIO APARCAMIENTO DE VEHICULOS |
| ⑤ CATERING (ALMACENES)               | ⑭ TRAZADO CARRETERA C-232            |
| ⑥ S.E.I.                             | ⑮ CENTRAL ELECTRICA                  |
| ⑦ PLANTA ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLES | ⑯ DEPURADORA                         |
| ⑧ PLATAFORMA DE CARGA                | ⑰ EQUIPOS HANDLING                   |
| ⑨ CONTROL DE SEGURIDAD               | — NUEVO LIMITE DE PROPIEDAD          |



**ALTERNATIVA 2**

ADECUACIÓN DEL PLAN DIRECTOR DEL AEROPUERTO DE LA PALMA	ESCALA (S) 1 : 10.000	FECHA FEBRERO 1999	FICHERO DWG A3C221
---	--------------------------	-----------------------	-----------------------

### **A4.2.3. ALTERNATIVA 3**

La alternativa 3 es una variante de la alternativa 1 en la que el edificio de aparcamiento de vehículos se divide en dos, a ambos lados del procesador. El objeto de esta separación del aparcamiento, es ganar profundidad en el Edificio Terminal de pasajeros, limitado en la Alternativa 1 por la anchura del edificio de aparcamiento.

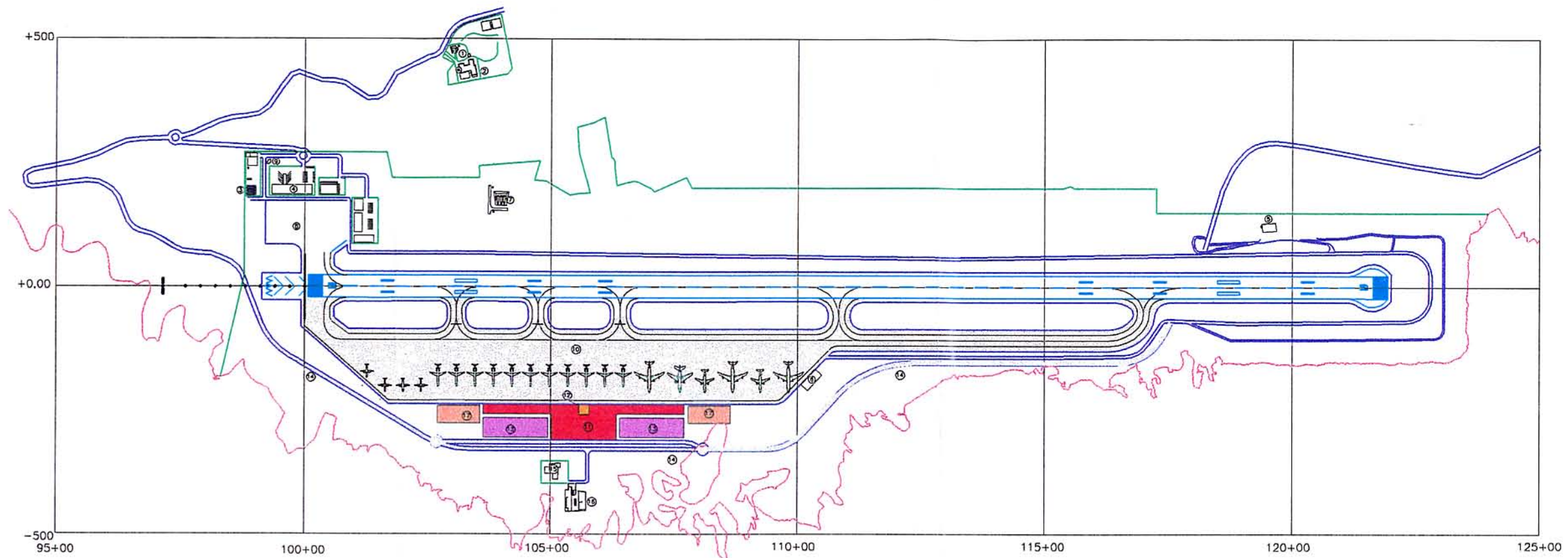
El Edificio Terminal cuenta con un cuerpo principal (procesador) de 70x125 m y dos diques laterales de embarque de 135x20 m cada uno, para totalizar una fachada lado aire, próxima a los 400 m de longitud.

A cambio, la división del propio edificio de aparcamiento supone un inconveniente en cuanto a operatividad y posibilidades de crecimiento del Edificio Terminal de pasajeros.

Cada uno de los edificios de aparcamiento considerados cuenta con una superficie en planta de 135x50 metros, en tres plantas.







**LEYENDA**

- 1.- VIVIENDA DIRECTOR
- 2.- CENTRO DE EMISORES
- 3.- CEPESA
- 4.- TERMINAL DE CARGA
- 5.- CATERING (ALMACEN)
- 6.- S.E.I.
- 7.- PLANTA ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLES
- 8.- PLATAFORMA DE CARGA
- 9.- CONTROL DE SEGURIDAD
- 10.- PLATAFORMA
- 11.- EDIFICIO TERMINAL Y B.TECNICO
- 12.- TORRE DE CONTROL
- 13.- EDIFICIO APARCAMIENTO DE VEHICULOS
- 14.- TRAZADO DE CARRETERA C-232
- 15.- CENTRAL ELECTRICA
- 16.- DEPURADORA
- 17.- EQUIPOS HANDLING
- NUEVO LIMITE DE PROPIEDAD



**ALTERNATIVA 3**

ADECUACIÓN DEL PLAN DIRECTOR DEL AEROPUERTO DE LA PALMA	ESCALA (S) 1 : 10.000	FECHA FEBRERO 1999	FICHERO DWG A3C231
---	--------------------------	-----------------------	-----------------------

### **A4.3. ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS**

El análisis comparativo de las soluciones se efectuará mediante una matriz multicriterio que servirá para identificar los aspectos positivos y negativos de las alternativas y para elegir entre ellas la más adecuada.

La valoración se basará en los siguientes aspectos:

- Aspectos medioambientales y de usos del suelo: Las afecciones principales serán: Impacto de las obras, impacto paisajístico, generación de elementos contaminantes como residuos y ruidos, consumo de energía y agua, afección sobre zonas verdes actuales y futuras, integración en el entorno y compatibilidad de uso de suelos con las normas urbanísticas.
- Aspectos operativos: Se valorarán las soluciones que maximicen la capacidad del sistema aeroportuario y simplifiquen los recorridos de los diversos elementos implicados: aeronaves, vehículos de apoyo, equipajes y pasajeros.
- Capacidad de desarrollo: Aunque se han representado las alternativas al máximo desarrollo potencial, las posibilidades de crecimiento de las soluciones no deben quedar totalmente descartadas, ya que un posible cambio en las condiciones supuestas puede generar nuevas necesidades a largo plazo.
- Accesos: Se analizará la capacidad y las circulaciones de flujos.
- Valoración económica: Costes estimados de inversión.

#### **A4.3.1. USOS DEL SUELO E IMPACTO AMBIENTAL**

Como se ha referido anteriormente, las alternativas expuestas no incluyen ninguna modificación de la pista de vuelo; la ocupación de los terrenos es similar en todas ellas, puesto que se adaptan a la ocupación máxima del terreno disponible y en los tres casos, por tratarse de desarrollos similares en cuanto a la magnitud de las obras, con variaciones en la disposición geométrica de alguno de los elementos, supondrá un impacto medioambiental similar.

Por lo tanto, dadas las características de desarrollo previstas en este Aeropuerto, estos parámetros no se consideran suficientemente discriminatorios entre alternativas.

#### **A4.3.2. AFECCIONES URBANÍSTICAS**

De la misma forma que en el apartado anterior, las afecciones urbanísticas son prácticamente iguales para las tres alternativas consideradas y por lo tanto no se consideran suficientemente discriminatorios entre alternativas.





### A4.3.3. DESARROLLO DEL SISTEMA AEROPORTUARIO

A continuación se exponen los parámetros que se consideran más significativos y discriminatorios entre las alternativas propuestas:

- Capacidad de la plataforma

La distribución de aeronaves que aparece en los Planos de descripción de las alternativas es ligeramente diferente. Para homogeneizar el parámetro de capacidad de la plataforma se

$$N^{\circ} \text{ de posiciones equivalentes} = \frac{\sum N_i \cdot E_i}{35}$$

usará la siguiente expresión:

Donde:

$N_i$  = n° de posiciones del tipo i

$E_i$  = Envergadura del avión tipo i en metros.

Como las superficies de ambas alternativas son diferentes, se dividirá por la superficie total para homogeneizar:

**CUADRO A4.III.**  
**CAPACIDAD DE LA PLATAFORMA. ALTERNATIVAS**

	<b>A-330</b>	<b>DC-10</b>	<b>B-757</b>	<b>MD-80</b>	<b>ATR-72</b>	<b>Posiciones equivalentes</b>	<b>Superficie total</b>	<b>P<sub>1</sub></b>
Alternativa 1	3	1	2	11	4	22.4	13000	1/580
Alternativa 2	3	2	4	4	13	26.7	14700	1/550
Alternativa 3	3	1	2	11	4	22.4	13000	1/580

Fuente: Elaboración Propia

El valor indicado (580 y 550) es un indicador de la superficie de plataforma necesaria para cada posición de aeronave de fuselaje estrecho equivalente.

Conclusiones: La capacidad de la alternativa 2 es ligeramente superior a la de la alternativa 1 y la de la alternativa 3.

- Maniobrabilidad de la plataforma

En las alternativas 1 y 3, todas las aeronaves acceden a su posición de estacionamiento mediante un único giro de 90° desde la calle de rodaje.

En la alternativa 2, la mayoría de las aeronaves tienen que realizar dos giros. La media por aeronave es:



**CUADRO A4.IV.**  
**GIROS EN PLATAFORMA. ALTERNATIVAS**

Alternativa 1	1,0 giros
Alternativa 2	1,6 giros
Alternativa 3	1,0 giros

Fuente: Elaboración Propia

Conclusiones: la plataforma de las alternativas 1 y 3 es más adecuada desde el punto de vista de la maniobrabilidad. El tráfico es más fluido y las demoras se reducen.

- Operatividad de la vía de servicio principal

La plataforma representada en las alternativas 1 y 3 son completamente lineales. Para acceder a todas las posiciones de estacionamiento basta con una vía de servicio paralela a la pista pasando por el lado tierra de la plataforma. La longitud aproximada de dicha vía de servicio sería de 800 m, no siendo necesario efectuar ningún tipo de maniobra.

La alternativa 2, por la complejidad que presenta el borde de la plataforma requerirá una vía de servicio de al menos 1.200 m. con 4 virajes de 90°.

Conclusiones: la vía de servicio de las alternativas 1 y 3 son más cortas y su trazado más sencillo, por lo que los tiempos de desplazamiento de los vehículos handling son inferiores, el consumo de combustible más reducido y los conflictos de tráfico prácticamente nulos.

- Nº de posiciones en contacto

El nº de posiciones en contacto se va a homogeneizar de forma similar a como se hizo en el cálculo de capacidad de la plataforma: la dimensión total aprovechable (equivalente a la longitud de fachada exterior en edificios lineales) se dividirá por los 35 metros de envergadura del avión medio de fuselaje estrecho.

En este caso se ha despreciado el efecto de concavidad del terminal representado en la alternativa 2 debido a la falta de espacio para el embarque que supondría situar posiciones adicionales en las esquinas. El resultado es:



**CUADRO A4.V.  
NÚMERO DE POSICIONES EN CONTACTO. ALTERNATIVAS**

	<b>Longitud de fachada</b>	<b>Nº de posiciones en contacto</b>
Alternativa 1	250	7
Alternativa 2	430	12*
Alternativa 3	400	11

\* Cinco de las posiciones son para turbohélices regionales sin pasarela, debido a la falta de profundidad de la plataforma. Se han considerado, sin embargo, muy interesantes ya que permiten el acceso directo desde el terminal al avión a un tráfico que en este aeropuerto es fundamental, a pesar de que no dispondrán de pasarelas por las características de las aeronaves.

Fuente: Elaboración Propia

Conclusiones: la disposición de la alternativa 2 es muy favorable en cuanto a la calidad de atención al pasaje y supone una reducción de los tiempos de estancia de aeronaves y la circulación de vehículos por plataforma, al haber más aeronaves en contacto.

- Distancia media desde el terminal a las posiciones remotas

El recorrido medio de las jardineras (o los pasajeros, caso de no disponer de vehículos) es:

**CUADRO A4.VI.  
DISTANCIA MEDIA A POSICIONES REMOTAS. ALTERNATIVAS**

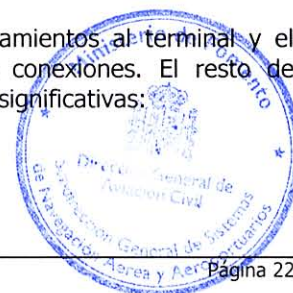
	<b>Distancia media</b>
Alternativa 1	168
Alternativa 2	177
Alternativa 3	100

Fuente: Elaboración Propia

Conclusiones: la diferencia no es significativa.

- Recorridos de pasajeros

Se evaluarán dos tipos de trayecto: desde el edificio de aparcamientos al terminal y el recorrido "puerta a puerta" entre puertas de embarque para conexiones. El resto de recorridos posibles no se ha considerado por no haber diferencias significativas.



**CUADRO A4.VII.  
RECORRIDO DE LOS PASAJEROS. ALTERNATIVAS**

	<b>Recorrido máximo Aparcamiento terminal</b>	<b>Recorrido máximo "puerta a puerta"</b>
Alternativa 1	265	250
Alternativa 2	175	270
Alternativa 3	100	350

Fuente: Elaboración Propia

Las diferencias en los recorridos medios no son muy significativas, siendo en general < 100 metros.

Conclusiones: Aunque los recorridos medios son similares, la alternativa 2 resulta ligeramente favorable en éste aspecto.

- *Distribución de las plazas de aparcamiento*

Debido a la falta de espacio disponible, la anchura del aparcamiento de la alternativa 1 es escasa (alrededor de 30 metros) lo que no permite una distribución adecuada de las plazas. La posibilidad de construirlo en otro lugar (como un lateral del terminal) presenta otros inconvenientes, como el desaprovechamiento de primera línea de plataforma o el aumento de los recorridos. La solución de la alternativa 2 permite un mejor aprovechamiento de la superficie del aparcamiento.

**CUADRO A4.VIII.  
DISTRIBUCIÓN DE PLAZAS DE APARCAMIENTO. ALTERNATIVAS**

	<b>Anchura mínima del parking</b>
Alternativa 1	30
Alternativa 2	50
Alternativa 3	40

Fuente: Elaboración Propia

Conclusiones: La alternativa 2 resulta ligeramente favorable en éste aspecto.





- *Capacidad de crecimiento*

La capacidad de crecimiento de ambas plataformas es prácticamente nula. Por el contrario, el Edificio Terminal de la alternativa 1 es fácilmente ampliable, tanto si se necesita más superficie (si por ejemplo aumenta el tamaño medio de las aeronaves) como si se quiere dar más calidad aumentando el nº de posiciones en contacto.

El parking de la alternativa 1 también es más fácilmente ampliable.

Conclusiones: la alternativa 1 es más adecuada en el caso de que fuese necesario ampliar el Edificio Terminal o el aparcamiento.

#### **A4.3.4. ACCESOS**

Los accesos para las alternativas 1 y 3 son esencialmente similares, desarrollando un vial inferior que transcurre a nivel del que existe actualmente y otro elevado para el acceso a nivel de llegadas. Para la alternativa 2, si bien los tramos de entrada y salida al aeropuerto son similares a los de las otras dos alternativas, la circulación por la fachada tierra del Edificio Terminal de pasajeros y el acceso al aparcamiento, se complica ante la necesidad de adaptarse a la geometría en "U" del referido Edificio Terminal.

#### **A4.3.5. COSTES ESTIMADOS DE INVERSIÓN**

Para el análisis de la valoración económica se han tenido en cuenta aquellos factores característicos de cada solución.

A este nivel, las actuaciones del Área Terminal que puedan suponer una variación significativa de una solución respecto a la otra y que supongan un montante económico importante para el conjunto son:

*Movimiento de tierras:* Capítulo muy importante en función de la orografía existente y la implantación geométrica de las soluciones aportadas. La práctica totalidad de las actuaciones se centran en la realización de elevados terraplenes rematados por taludes verticales o muros de tierra armada.

*Construcción de la plataforma pavimentada:* Se considera en este caso, la valoración de la construcción del paquete de firme y todas las instalaciones auxiliares en plataforma como balizamiento, combustibles, señalización etc.

*Nuevo Edificio Terminal:* Se considera la construcción de un Nuevo Edificio Terminal con la geometría reflejada en los Planos.

*Nuevo Edificio para Aparcamiento:* Al igual que el Edificio Terminal, se prevé la construcción de un edificio para aparcamiento en altura que aproveche el desnivel referido y que en función del número de plazas estimado y de la superficie en planta disponible debería disponer a máximo desarrollo de 3 plantas.



El resto de las edificaciones hasta completar el Área Terminal y la urbanización del conjunto, se consideran similares para ambas alternativas, si bien se van a valorar para disponer de una visión global del conjunto de la inversión.

Puesto que las alternativas se han analizado en el máximo desarrollo posible, la valoración de aquellas corresponderá a tal estado. Se han utilizado los precios unitarios reflejados en el Capítulo 7 y se ha pormenorizado el cálculo para cada subsistema. Al objeto de aportar una visión comparativa simple, se han agrupado las inversiones en 6 grandes grupos que se exponen a continuación:

**CUADRO A4.IX.  
COSTES ESTIMADOS DE LA INVERSIÓN. ALTERNATIVAS**

<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>ALTERNATIVA 1 IMPORTE TOTAL</b>	<b>ALTERNATIVA 2 IMPORTE TOTAL</b>	<b>ALTERNATIVA 3 IMPORTE TOTAL</b>
ADQUISICIÓN DE TERRENOS	275 MPta	275 MPta	275 MPta
EDIFICACION	7.500 MPta	10.100 MPta	8.000 MPta
MOVIMIENTO DE TIERRAS	1.000 MPta	1.800 MPta	1.250 MPta
PAVIMENTOS	1.800 MPta	2.100 MPta	1.800 MPta
URBANIZACIÓN	300 MPta	80 MPta	350 MPta
VIALES	750 MPta	700 MPta	725 MPta
<b>TOTAL</b>	<b>11.625 MPta</b>	<b>15.055 MPta</b>	<b>12.400 MPta</b>

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar, la alterativa 2 requiere una mayor inversión, aunque también aporta una mayor capacidad. Entra la alternativa 1 y 3, ocurre lo mismo, la alternativa 3 supone un importe algo mayor que la alternativa 1, pero desarrolla una mayor capacidad especialmente en el aparcamiento de vehículos.



**A4.3.6. TABLA RESUMEN**

A continuación se expone de forma resumida, la Tabla de valoración paramétrica de cada una de las alternativas expuestas:

**CUADRO A4.X.  
RESUMEN. ALTERNATIVAS**

	<b>ALTERNATIVA 1</b>	<b>ALTERNATIVA 2</b>	<b>ALTERNATIVA 3</b>
CAPACIDAD DE LA PLATAFORMA	+	++	+
MANIOBRABILIDAD	++	+	++
OPERATIVIDAD DE LA VIA DE SERVICIO	++	+	++
POSICIONES EN CONTACTO	+	++	++
DISTANCIA MEDIA DESDE EL EDIFICIO TERMINAL A POSICIONES REMOTAS	+	+	++
RECORRIDOS DE PASAJEROS	+	++	++
DISTRIBUCIÓN DE PLAZAS DE APARCAMIENTO	-	+	++
ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES	-	-	-
CAPACIDAD DE CRECIMIENTO	++	-	+
ACCESOS	++	+	++
VALORACIÓN ECONÓMICA	++	+	++

Fuente: Elaboración Propia

**A4.4. DESARROLLO PROPUESTO**

A tenor de este análisis, si bien todas las alternativas parecen sensiblemente equilibradas, podemos resumir que la alternativa 2 presenta una mayor dificultad operativa y menor maniobrabilidad en plataforma junto con una capacidad de crecimiento prácticamente inexistente y una configuración de accesos algo más compleja.

Respecto a la alternativa 1, presenta una mayor dificultad operativa en el Terminal, por tratarse de una edificación de reducida profundidad. El aparcamiento de vehículos, por tratarse de un edificio de reducida profundidad, presenta también unas mayores dificultades operativas. La valoración económica en términos absolutos es más favorable, pero el valor se invierte si se compara con la capacidad ofrecida, que es algo menor a las otras alternativas.

Por todo ello se elige la alternativa 3 como solución para el desarrollo propuesto.

