



“DISEÑO AMPLIACIÓN PLATAFORMA DE ESTACIONAMIENTO AEROPUERTO ARTURO MERINO BENÍTEZ”

Mandante:

Ministerio de Obras Públicas
Dirección de Aeropuertos

Consultor:

Ghisolfo Ingeniería de
Consulta S. A.

Expositores:

Ing. Juan Pablo Hernández F.
Arq. John Rathkamp S.



0

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN
2. INGENIERÍA BÁSICA
 - Demanda
 - Topografía
 - Mecánica De Suelos
 - Meteorología
 - Hidrología
 - Alternativas Preliminares
3. INGENIERÍA DE DETALLE
 - Diseño Estructural de Pavimentos
 - Diseño Geométrico
 - Sistemas Aeronáuticos
 - Drenaje
 - Combustibles
 - Planta Plan Maestro



1. INTRODUCCIÓN

1

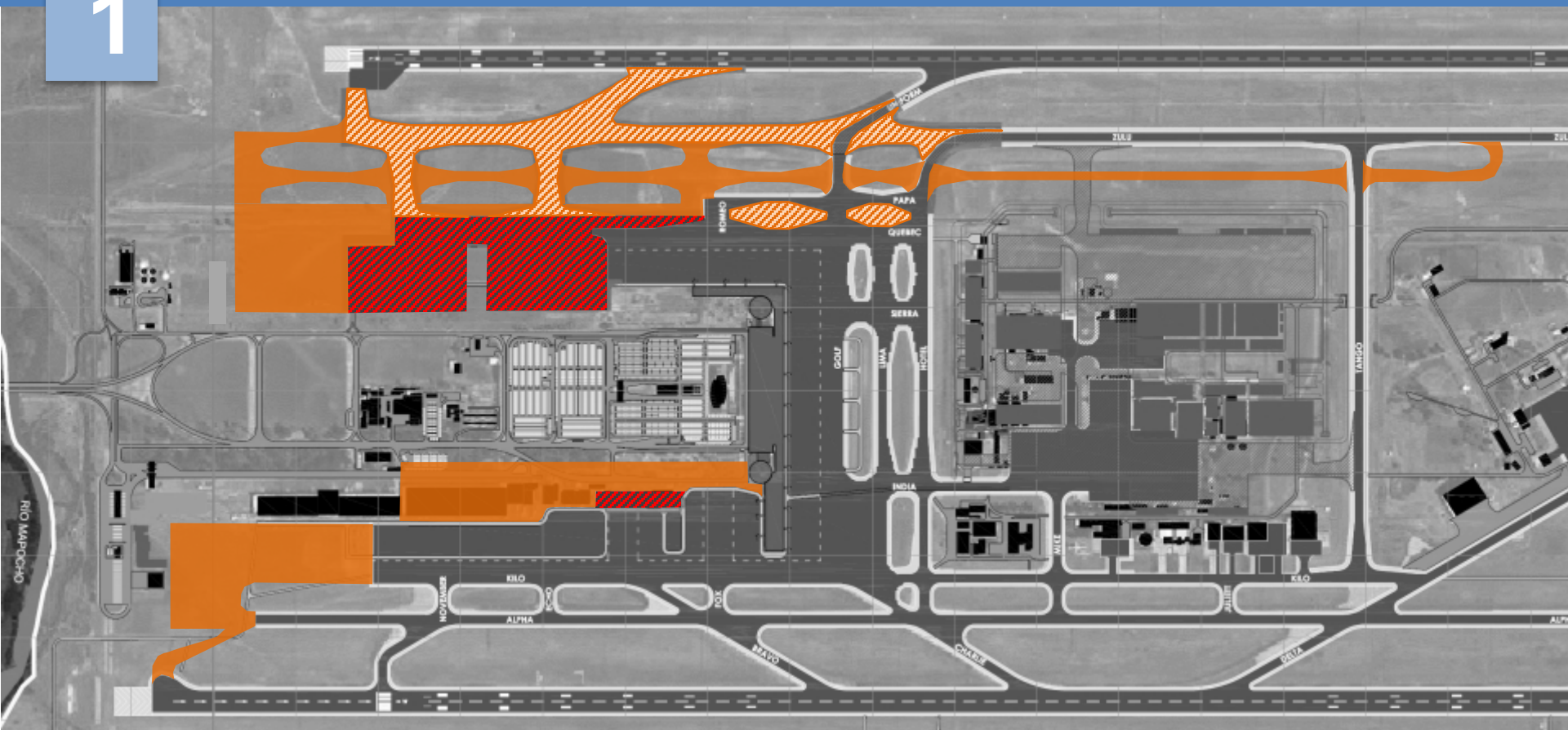
INTRODUCCIÓN

Alcances del proyecto:

- Satisfacer requerimientos de demanda de puestos de estacionamientos (tráfico comercial de pasajeros) en horizonte de año 2019.
- Ampliación de Plataforma Poniente hacia el sur de posición 8.
- Ampliación de Plataforma Oriente para habilitar los puestos de estacionamiento 29 y 35.
- Diseño de calles de rodaje que conecten la Ampliación de Plataforma Poniente con prolongación de calle de rodaje Zulu.
- Diseño de pavimentos en la zona poniente de la Plataforma Actual (ancho adicional para prolongar Calle de Rodaje Papa).
- Instalaciones de apoyo (vialidad y ayudas a la aeronavegación, entre otras)

1

INTRODUCCIÓN



Situación Actual

Prolongación Rodaje Zulu hacia el sur
Nueva calle de salida rápida al sur de Rodaje Uniform
Conexión Umbral 35L con Rodaje Zulu
Habilitación Puestos 29 y 35 sector oriente
Prolongación actual calle de rodaje Papa

Ampliación Plataforma Poniente y Oriente

Otras obras relevantes a desarrollar en Área de Movimiento a futuro





2. INGENIERÍA BÁSICA

2

ESTUDIO DE DEMANDA

Operaciones Anuales Aeropuerto Arturo Merino Benítez por Tipo de Aeronave – Año 2010

Modelo Avión	Cód. IATA	Operaciones Anuales		Total	% ACUMULADO
		Nacional	Internacional		
Airbus 318	A318	23.928	3.898	27.826	25%
Airbus 320-200	A322	9.899	8.487	18.386	41%
Boeing 767-300	B763	991	11.768	12.759	52%
Boeing 737-200	B732	11.311	404	11.715	63%
Airbus 319	A319	5.665	1.951	7.616	70%

70% del tráfico aéreo

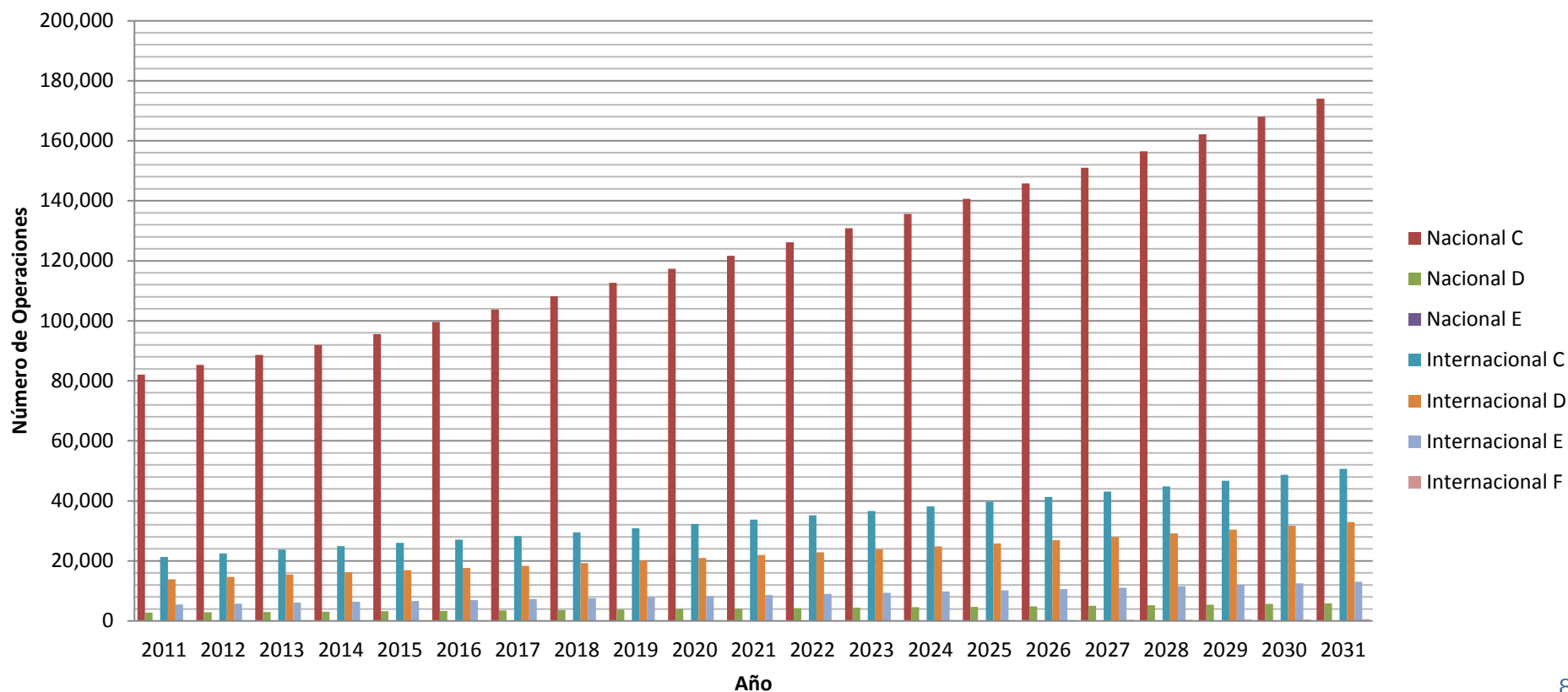
Operaciones Anuales Aeropuerto Arturo Merino Benítez por Categoría de Aeronave – Año 2010

Envergadura		Nacional	Internacional	Total	Nacional	Internacional	Total
A	Hasta 15 m (exclusive)	3.980	168	4.148	5,7%	0,4%	3,7%
B	De 15 m a 24 m (exclusive)	6.477	2.074	8.551	9,3%	4,8%	7,6%
C	De 24 m a 36 m (exclusive)	52.663	20.575	73.238	75,6%	48,0%	65,1%
D	De 36 m a 52 m (exclusive)	1.790	13.400	15.190	2,6%	31,3%	13,5%
E	De 52 m a 65 m (exclusive)	33	5.305	5.338	0,0%	12,4%	4,7%
F	De 65 m a 80 m (exclusive)	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%
helicópteros		3.581	428	4.009	5,1%	1,0%	3,6%
Sin Información		1.168	889	2.057	1,7%	2,1%	1,8%
Total		69.692	42.839	112.531	100,0%	100,0%	100,0%

2

ESTUDIO DE DEMANDA

Proyección Operaciones Anuales (Despegues y Aterrizajes) Aeropuerto SCEL por Categoría de Aeronaves



2

ESTUDIO DE DEMANDA Puestos Requeridos Años 2019 y 2020

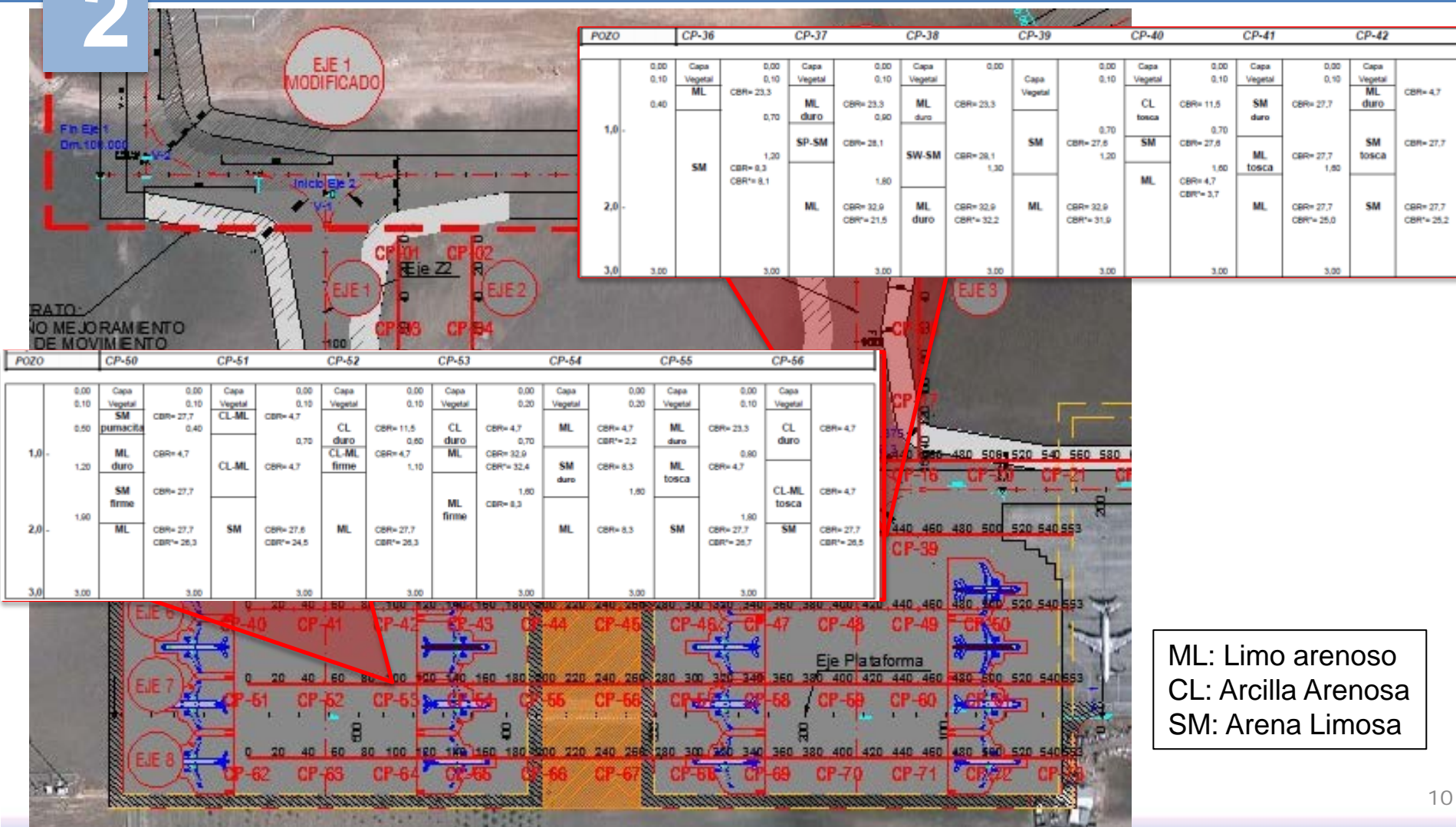
	Puestos Requeridos				
	Años				
Terminal	2016 (año 5)	2019 (año 8)	2020 (año 9)	2021 (año 10)	2031 (año 20)
Nacional	1	2 C	2 C	2 C	6 C
Internacional	11	14 C	16 C, 1D	17 C, 2 D	41 C, 13 D
TOTAL	12 C	16 C	18C, 1D	19 C, 2 D	47 C , 13 D

Estacionamientos requeridos equivalentes en hora punta combinada:

- 16 puestos tipo “C” para el año 2019

2

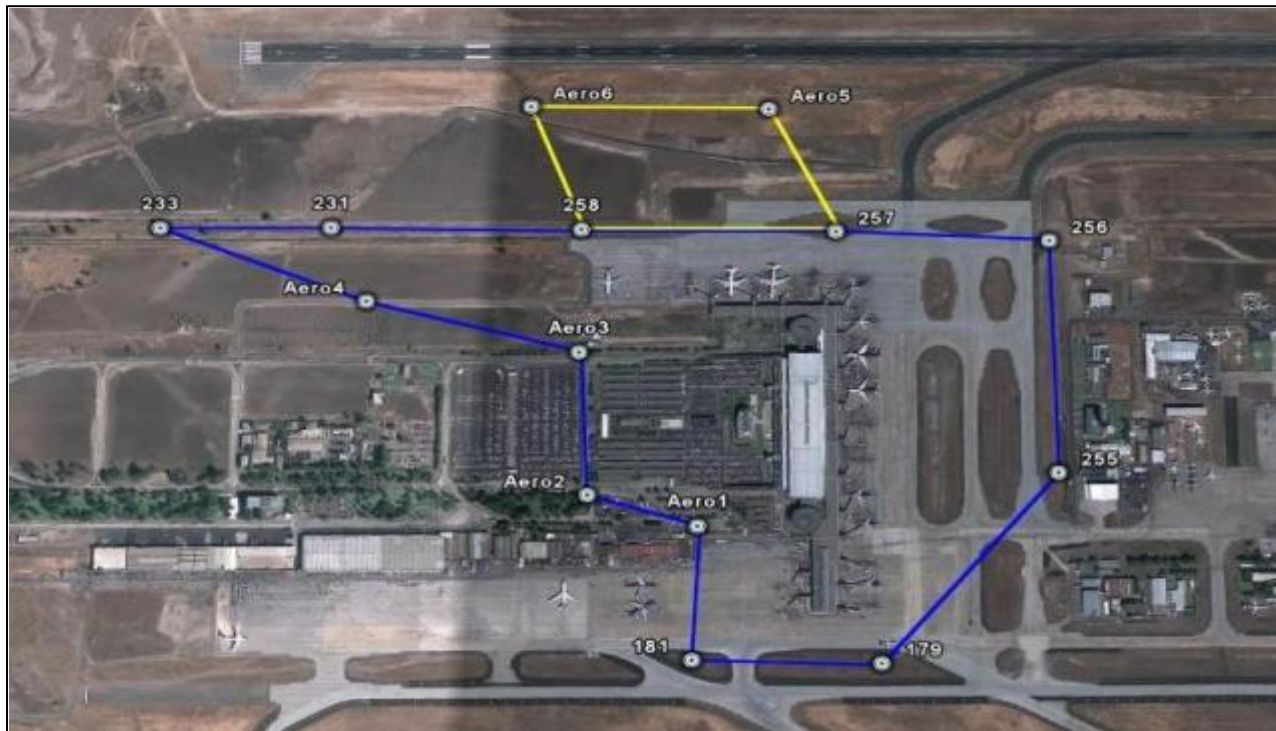
MECÁNICA DE SUELOS Ubicación Calicatas Plataforma Poniente



2

OTROS ESTUDIOS BÁSICOS

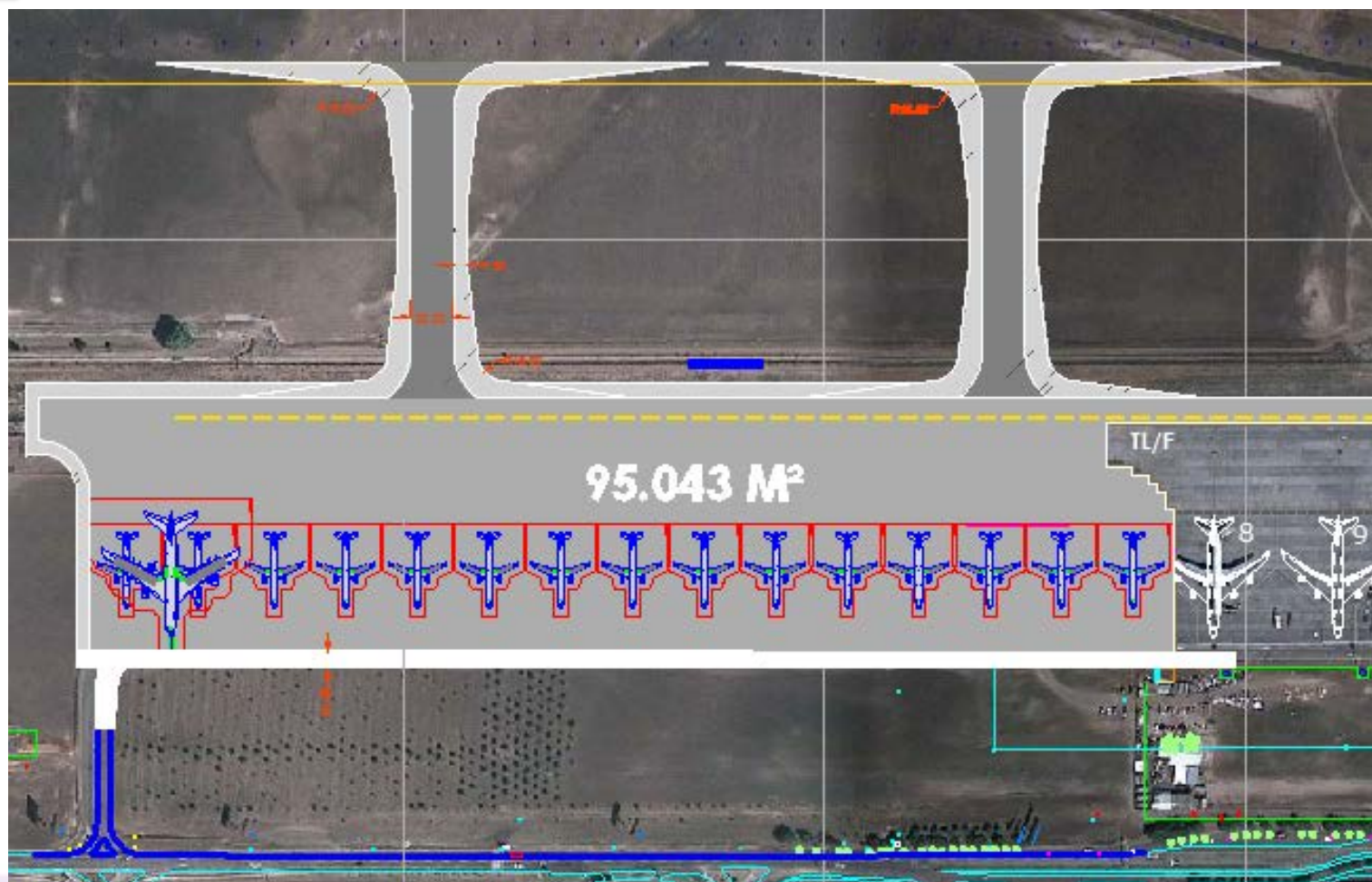
- Topografía
- Meteorología
- Hidráulica



2

ALTERNATIVAS PRELIMINARES

Alternativa N°1 - Posiciones en línea



2

ALTERNATIVAS PRELIMINARES

Evaluación social de Alternativas

Indicadores de rentabilidad social

	Alternativa 1 Hormigón	Alternativa 2 Hormigón	Alternativa 1 Asfalto	Alternativa 2 Asfalto
TIR (%)	13,7%	12,9%	12,7%	12,0%
TRI (%)	2,9%	2,7%	2,7%	2,5%
VAN (UF)	736.128	702.892	669.361	632.815

- Pavimento de hormigón requieren menos mantenimiento que los pavimentos asfálticos, y además los pavimentos de asfalto presentan sus primeros deterioros mucho antes que los pavimentos de hormigón.
- Si bien la Alternativa 1 de hormigón tiene una TIR mayor, **se recomienda la ejecución de la alternativa N°2**, debido a que se ajusta adecuadamente al futuro crecimiento del aeropuerto definido en el Plan Maestro del año 2009, además de ser operacionalmente mejor que la alternativa N°1.

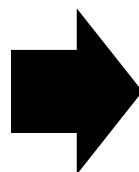


3. INGENIERÍA DE DETALLE

3

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS CRITERIOS DE DISEÑO

Diseño de acuerdo al documento **AC 150/5320-6E** "Airport Pavement Design and Evaluation" de la Federal Aviation Administration (FAA)



**Software
FAARFIELD**

Método de Diseño Mecanicista basado en capas elásticas para el asfalto y basado en elementos finitos para el hormigón.

- Carga: Peso Bruto del Avión
 - Tipo y geometría del tren de aterrizaje
 - Presión del neumático
 - Volumen de tráfico: Salidas anuales (solo despegues)
 - Mezcla de tráfico de aviones en vez del "Avión Crítico"
 - Resistencia de la subrasante (CBR o k)
 - Vida de diseño: 20 años
 - Traspaso de carga a la subrasante: $H:V=1:2$
- } Base de Datos interna de FAARFIELD

3

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS Caracterización de la subrasante

Los valores de CBR obtenidos en el estudio de Mecánica de Suelos son muy variados, por lo que se considera efectuar los diseños para los diferentes valores de CBR y homogeneizar la solución a adoptar.

Una parte importante de los pavimentos se encuentra emplazada sobre terraplenes, por lo que se recomienda efectuar un análisis de diseño de pavimentos que incorpore la presencia de terraplenes o mejoramiento de suelos en la estructura de pavimentos.

Se considera los terraplenes o mejoramiento de suelos con CBR 20%.

Parámetro de
caracterización
de la
subrasante

- Pav. Flexible: Razón de Soporte California (CBR)
- Pav. Rígido: Módulo de Reacción de la Subrasante (K)

$$K(\text{psi/in}) = \left[\frac{1500 \text{ CBR}}{26} \right]^{0.7788}$$

3

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS Tráfico de aeronaves

El diseño de pavimentos no discrimina por factor de uso de pista, ya que se realiza con los despegues proyectados para la vida de diseño. Se ha considerado para el diseño el **50% de los despegues proyectados**.

																					OPERACIONES		DESPEGUES	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTALES	ANUALES	ANUALES
AERONAVE	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2.030	2.031	20 AÑOS	2012 - 2031	2012 - 2031
C	103394	107839	112351	116970	121517	126643	132068	137705	143561	149645	155464	161360	167463	173782	180323	187094	194105	201364	208878	216.660	224.717	3.219.509	160.975	80.488
Airbus 318	39704	41410	43143	44917	46663	48631	50714	52879	55128	57464	59699	61963	64306	66733	69245	71845	74537	77324	80210	83.198	86.292	1.236.301	61.815	30.908
Airbus 319	10867	11334	11808	12294	12772	13310	13881	14473	15089	15728	16340	16959	17601	18265	18952	19664	20401	21164	21953	22.771	23.618	338.377	16.919	8.459
Airbus 320-200	26234	27362	28507	29679	30832	32133	33510	34940	36426	37969	39446	40942	42490	44094	45753	47471	49250	51092	52999	54.973	57.017	816.884	40.844	20.422
Airbus 321	779	813	847	881	916	954	995	1038	1082	1128	1171	1216	1262	1309	1359	1410	1463	1517	1574	1.633	1.693	24.259	1.213	606
Boeing 727-200	662	691	719	749	778	811	846	882	919	958	995	1033	1072	1113	1155	1198	1243	1289	1338	1.387	1.439	20.615	1.031	515
Boeing 737-200	16716	17434	18164	18910	19645	20474	21351	22263	23209	24193	25134	26087	27074	28095	29153	30247	31381	32554	33769	35.027	36.330	520.494	26.025	13.012
Boeing 737-300	586	612	637	663	689	718	749	781	814	849	882	915	950	986	1023	1061	1101	1142	1185	1.229	1.275	18.261	913	457
Boeing 737-500	1193	1244	1296	1349	1402	1461	1524	1589	1656	1726	1794	1862	1932	2005	2080	2158	2239	2323	2410	2.500	2.593	37.143	1.857	929
Boeing 737-700	3510	3661	3814	3971	4125	4299	4483	4675	4874	5080	5278	5478	5685	5900	6122	6352	6590	6836	7091	7.355	7.629	109.297	5.465	2.732
Boeing 737-800	2327	2427	2529	2633	2735	2850	2973	3099	3231	3368	3499	3632	3769	3911	4059	4211	4369	4532	4701	4.877	5.058	72.465	3.623	1.812
CASA CN-235	816	851	887	923	959	1000	1043	1087	1133	1181	1227	1274	1322	1372	1423	1477	1532	1590	1649	1.710	1.774	25.414	1.271	635
D	16606	17525	18425	19325	20113	20946	21881	22859	23881	24948	26045	27105	28208	29356	30551	31794	33089	34435	35837	37.296	38.815	542.434	27.122	13.561
Boeing 767-200	497	524	551	578	602	627	655	684	715	746	779	811	844	878	914	951	990	1030	1072	1.116	1.161	16.230	811	406
Boeing 767-300	14473	15274	16059	16843	17530	18256	19071	19923	20814	21744	22700	23624	24585	25586	26628	27711	28840	30013	31235	32.506	33.830	472.772	23.639	11.819
LOCKHEED AC-130	709	748	787	825	859	894	934	976	1020	1065	1112	1157	1204	1253	1304	1357	1413	1470	1530	1.592	1.657	23.159	1.158	579
MCDONNELL DOUGLAS MD-11	927	978	1028	1079	1123	1169	1221	1276	1333	1392	1454	1513	1574	1638	1705	1774	1847	1922	2000	2.081	2.166	30.273	1.514	757
E	5567	5891	6207	6521	6790	7069	7388	7722	8070	8436	8817	9181	9560	9956	30551	31794	33089	34435	35837	37.296	38.815	343.425	17.171	8.586
Airbus 340-300	2505	2650	2793	2934	3055	3180	3324	3474	3631	3795	3967	4131	4301	4479	4679	4887	5092	5299	5509	5.722	5.946	85.509	4.355	2.200
Airbus 340-600	419	443	467	491	511	532	556	581	607	635	663	691	719	749	779	809	839	869	899	9.292	9.592	135.509	6.855	3.505
Boeing 747-400	333	352	371	390	406	422	441	461	482	504	527	548	571	595	618	642	666	690	714	7.382	7.666	106.509	5.405	2.755
Boeing 777-200	1159	1226	1292	1357	1413	1471	1538	1607	1680	1756	1835	1911	1990	2072	2159	2249	2341	2435	2531	2.628	2.728	39.509	2.005	1.055
Boeing 777-300	1152	1219	1285	1350	1405	1463	1529	1598	1670	1746	1825	1900	1979	2061	2149	2239	2331	2425	2521	2.618	2.718	39.509	2.005	1.055
F	0	12	24	38	53	70	87	106	127	149	174	199	226	255	286	319	354	392	432	475	521	4.299	215	107
Boeing 747-800	0	8	16	25	35	47	58	71	85	99	116	133	151	170	191	213	236	261	288	317	347	2.866	143	72
Airbus A380	0	4	8	13	18	23	29	35	42	50	58	66	75	85	95	106	118	131	144	158	174	1.433	72	36
TOTALES		131267	137007	142854	148473	154728	161424	168392	175639	183178	190500	197845	205457	213349	221711	230637	240105	250136	260878	272417	284717	4.109.667	205.483	102.742

3

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS Diseño en hormigón

FAARFIELD permite determinar el espesor de la losa de hormigón, considerando un espesor fijo de base. Se considera una **Base Chancada de 25 cm***.

Para los sectores en terraplén se consideran distintos diseños de acuerdo a la altura del terraplén o mejoramiento. En este caso el terraplén se considera como una capa de mejoramiento de **CBR 20%**.

CBR	K	Altura	Espesor	Espesor
		Terraplén	Losa	Losa
	psi/in	m	cm	cm
2,2	43		49,4	
2,6	50		49,0	
3,6	64		48,8	
4,3	73		48,3	
4,7	79		47,9	
8,3	122		45,1	
10	141		43,9	
11,5	158		43,2	
20	243		39,5	
2,2	43	1,3		38,6
2,6	50	1,2		40,1
3,6	64	1,2		39,6
4,3	73	1,2		39,3
8,3	122	1,0		39,2
10	141	0,7		39,6
11,5	158	0,6		39,5

*La circular AC 150/5320-6E establece que debe colocarse una **Base Chancada** en vez de Base Granular, cuando la mezcla incluya aeronaves de peso mayor a 60.000 libras (27.216 kg).

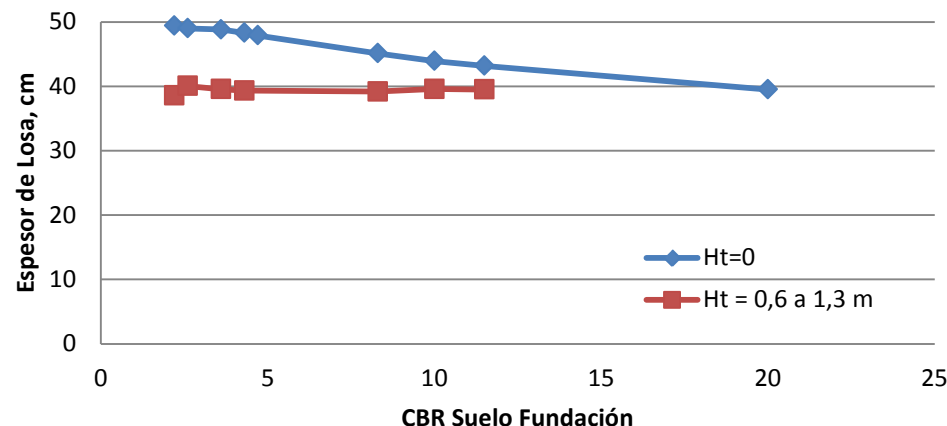
3

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS Diseño en hormigón

- CBR $\geq 20\%$ en gran parte de zona a pavimentar
- Importantes zonas de terraplenes

Varios diseños equivalentes al de un pavimento con CBR 20%, con el fin de homogeneizar la plataforma de apoyo y hacer un diseño más homogéneo.

Pavimento Hormigón



Para los sectores que presenten una capacidad de soporte inferior a 20%, se debe considerar la presencia de terraplén o un mejoramiento.

3

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS

Espesores resultantes

Plataforma Oriente y Poniente

CBR	K	Altura Terraplén - Mejoramiento	Espesor Losa	Base Chancada
	psi/in	m	cm	cm
2,2	43	1,3	40	25
2,6	50	1,2	40	25
3,6	64	1,2	40	25
4,3	73	1,2	40	25
8,3	122	1,0	40	25
10	141	0,7	40	25
11,5	158	0,6	40	25
20	242	0	40	25

Márgenes

CBR	Espesor Carpeta	Espesor Base Chancada	Espesor Subbase
	cm	cm	cm
2,6	7	20,0	69
3,6	7	20,0	48
4,3	7	20,0	39
4,7	7	20,0	37
8,3	7	20,0	20
10	7	20,0	15
11,5	7	20,0	12
20	7	19,0	

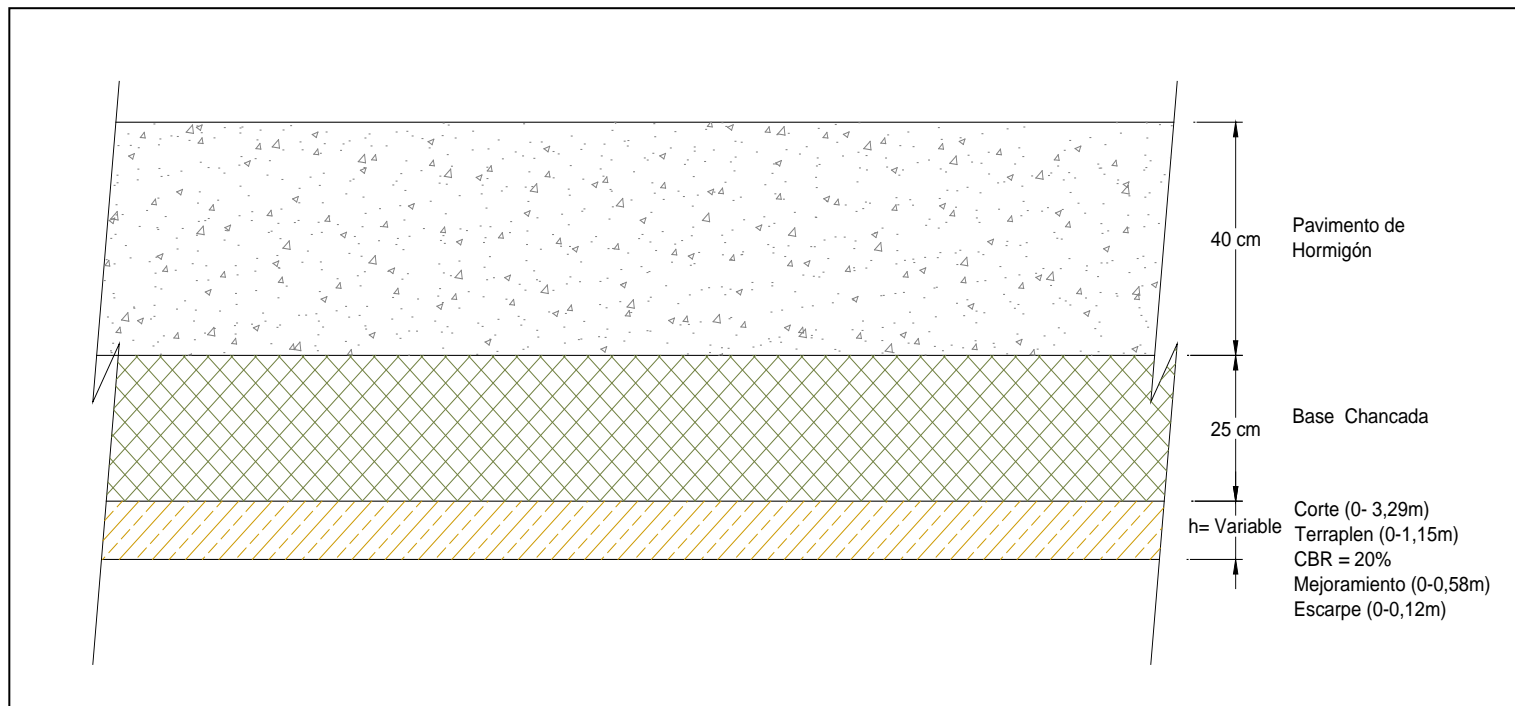
Rodajes y desahogos

Eje	CBR	Espesor Carpeta	Espesor Base Chancada	Espesor Subbase
		Cm	cm	cm
1	8,3	13	44	36
3	20	13	44	0

3

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS Perfiles Tipo

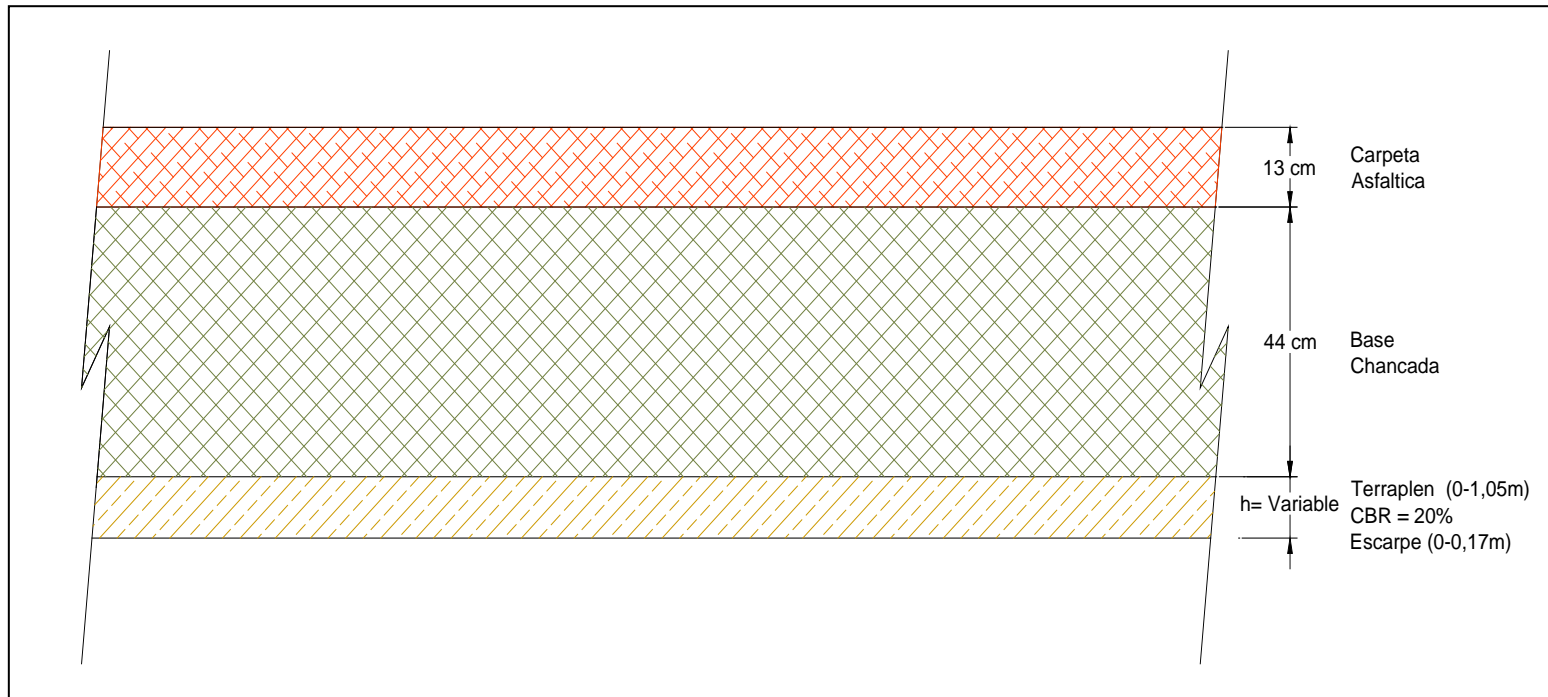
Plataforma de Estacionamiento de hormigón



3

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS Perfiles Tipo

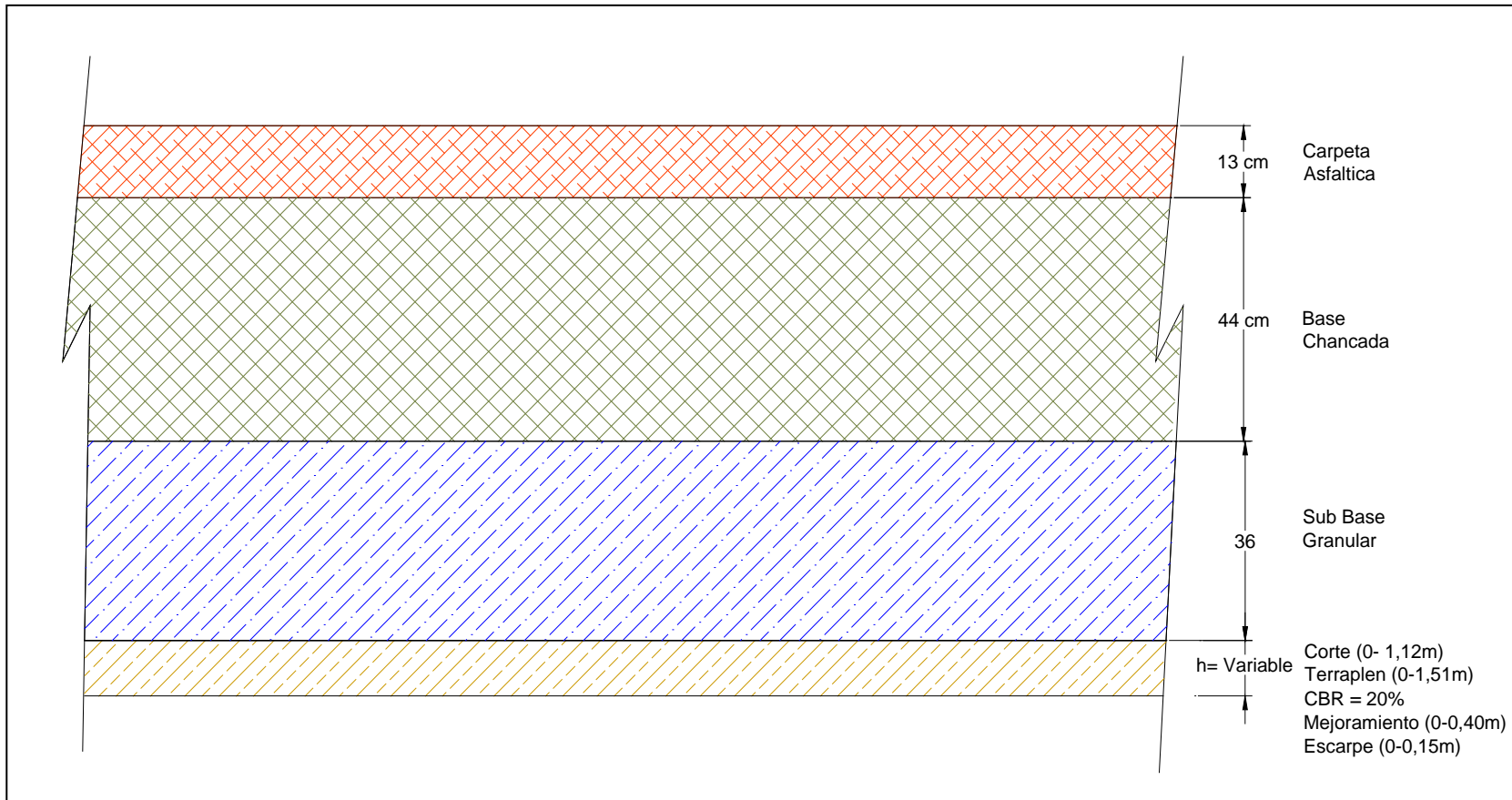
Modelo Z1 en Asfalto



3

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS Perfiles Tipo

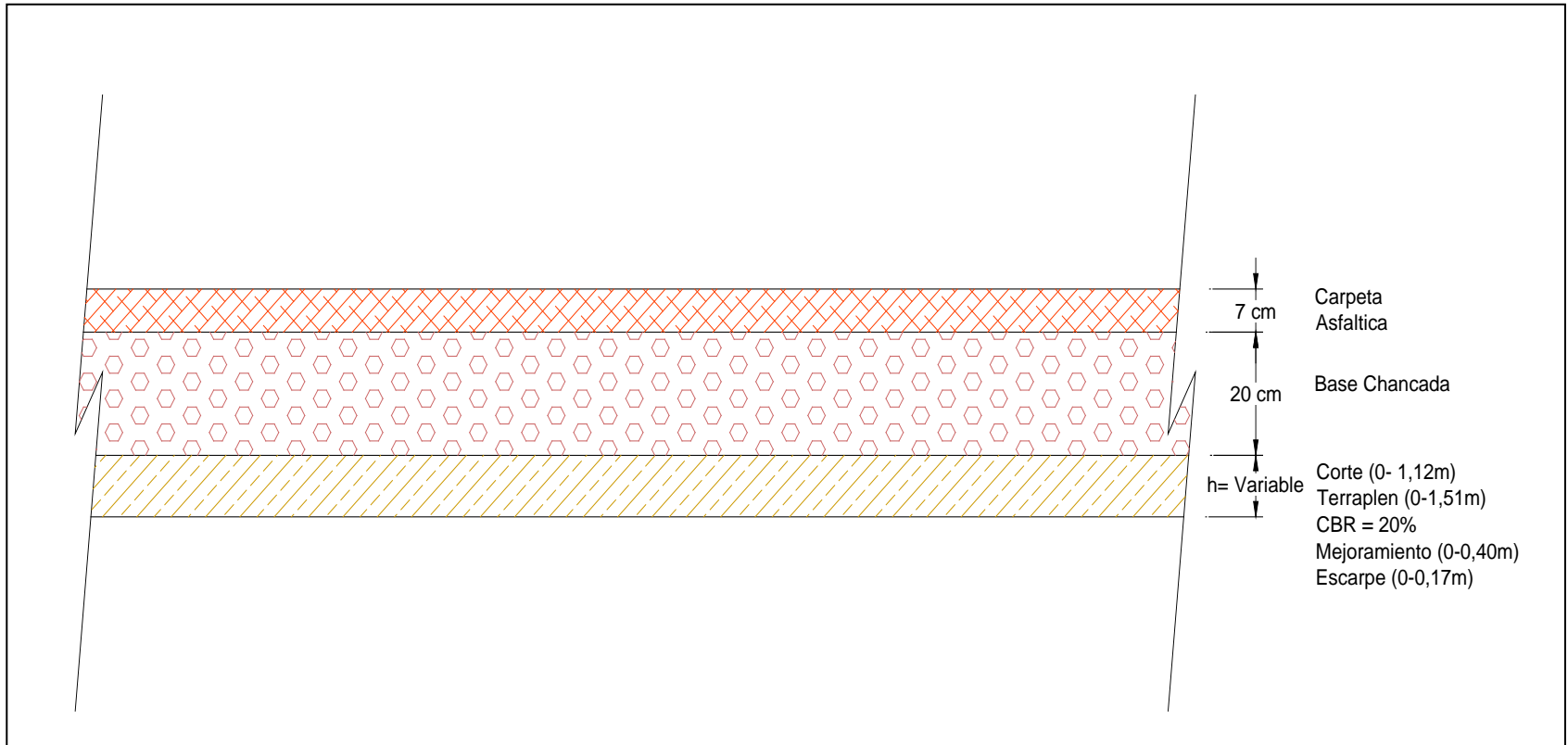
Modaje Z2 en Asfalto



3

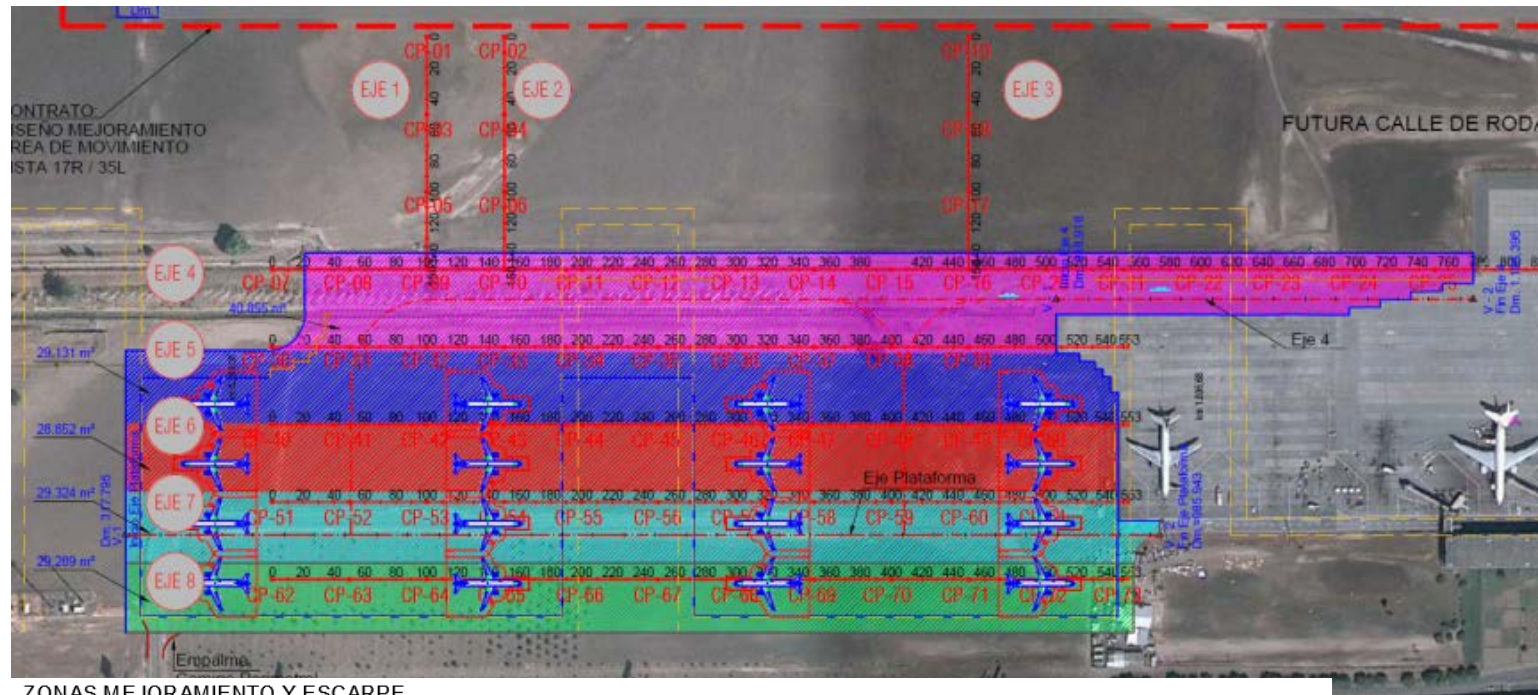
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS Perfiles Tipo

lárgenes en Asfalto



3

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS Perfiles Tipo



ZONAS MEJORAMIENTO Y ESCARPE

Eje Calicata		Eje Proyecto	Altura Promedio Escarpe (m)	Altura Promedio Mejoramiento (m)	Área (m ²)	Volumen de Escarpe (m ³)	Volumen de Mejoramiento (m ³)
EJE 4		Eje 4		1,20	40.855	0	49.026
EJE 5		Plataforma Poniente	0,10	0,50	29.131	2.913	14.566
EJE 6		Plataforma Poniente	0,10	0,20	28.852	2.885	5.770
EJE 7		Plataforma Poniente	0,10		29.324	2.932	0
EJE 8		Plataforma Poniente	0,20		29.289	5.858	0
						14.588	69.362

3

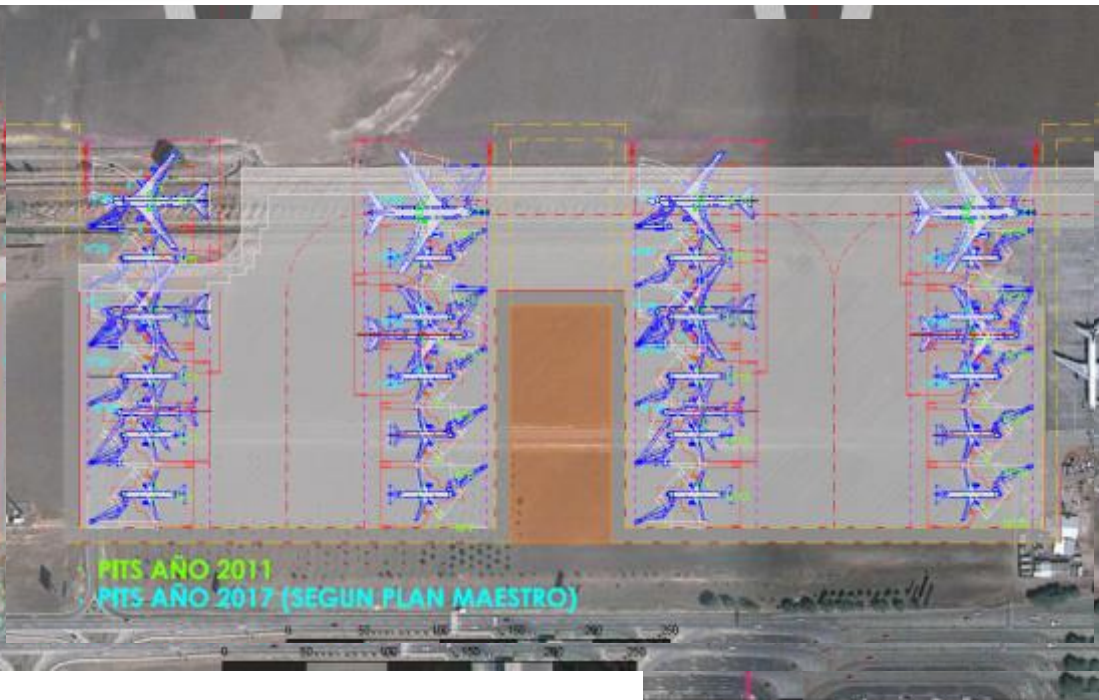
DISEÑO GEOMÉTRICO Planta



3

COMBUSTIBLES Ubicación de pits

Mezcla Aviones



SIMBOLOGIA

----- CAÑERÍA HIDRANTE EXISTENTE

———— CAÑERÍA HIDRANTE EXISTENTE



Gracias.