MINISTERIO DE INDUSTRIA
DIRECCION GENERAL DE MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJAS	12-9/10 / 12-10/11
	88 / 92

00238

MAPA GEOTECNICO GENERAL

ARRECIFE - PUERTO DEL ROSARIO

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOTECNICO GENERAL
E: 1/200.000

ARRECIFE - PUERTO DEL ROSARIO

HOJAS 12-9/10/12-10/11/88/92

SERVICIO PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

INDICE

	pág
1. INTRODUCCION	**1**
2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA	**3**
2.1. Características físico-geográficas	**3**
2.2. Bosquejo geológico	**11**
2.3. Criterios de división. Características generales de las Areas	**15**
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	**20**
2.5. Características geomorfológicas	**25**
2.6. Características hidrológicas	**29**
2.7. Características geotécnicas	**32**
3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS	**37**
3.1. Terrenos con condiciones constructivas Muy Desfavorables	**37**
3.2. Terrenos con condiciones constructivas Desfavorables	**38**
3.3. Terrenos con condiciones constructivas Aceptables	**38**
3.4. Terrenos con condiciones constructivas Favorables	**38**
BIBLIOGRAFIA	**39**

1. INTRODUCCION

El estudio del comportamiento mecánico del subsuelo constituye hoy una técnica muy desarrollada, investigadora de las tensiones y deformaciones que el suelo experimenta bajo estados de carga. No puede decirse lo mismo de la cartografía geotécnica, ya que, dada la complejidad de los posibles problemas a considerar, resulta difícil su representación en un número limitado de documentos gráficos. Esta es la razón por la que no se ha llegado a establecer en el mundo una sistemática para la confección de mapas geotécnicos.

Ante esta situación ha sido preciso establecer una metodología para la confección de mapas geotécnicos en nuestro país, para la que se ha tenido presente los resultados de dos estudios realizados:

- Cartografía geotécnica que se realiza en el mundo, sus finalidades, sus métodos y sus resultados.
- Problemas geotécnicos derivados del desarrollo inmediato en nuestro país.

Se han establecido los criterios de clasificación de los terrenos. Dado que esta clasificación hay que obtenerla a partir de innumerables datos de tipo geológico y mecánico, se ha establecido el tratamiento que es necesario dar a aquéllos para llegar a resultados utilizables.

Se consideran factores principales para la confección de mapas de aptitud de terrenos, la topografía y morfología; las formaciones litológicas blandas y consolidadas, así como sus características mecánicas; niveles freáticos y posibilidades de drenaje. Los factores secundarios serán los que se refieren a la climatología, sismología y la existencia o no de recursos naturales (agua, vegetación, arbolado, materiales rocosos para construcción).

La cartografía geotécnica es, pues, aquella rama de la geotecnia que mediante estudios de investigación de la estructura tectónica de la corteza terrestre, composición de

las rocas que forman la parte más superficial de la misma, análisis de los fenómenos geológicos actuales —aguas subterráneas y geomorfología—, y con las experiencias habidas en otras zonas geológicas y geográficas similares, establece una distribución de las condiciones geotécnicas de la corteza terrestre, explica el carácter zonal y regional de la distribución de los procesos y fenómenos geotécnicos, descubre los factores que rigen las condiciones geológicas para la construcción, y predice los cambios que en las condiciones geotécnicas pueden producir esas construcciones.

Los mapas geotécnicos serán mapas geológicos en los que se incluyen las características geotécnicas necesarias para el cálculo de estructuras industriales y urbanas, diferenciándose de aquéllos por suministrar datos cualitativos y cuantitativos del terreno, que podrán ser de aplicación inmediata en obras de construcción e ingeniería civil.

El fin de estos mapas será determinar las propiedades técnicas de cada unidad de clasificación y qué límite extensional, según los cambios de las mismas.

Los mapas "Generales" facilitarán, dentro de las limitaciones que impone la escala 1:200.000, las características físicas y mecánicas de los terrenos y sus límites de variación según varíen sus condiciones geológicas, hidrogeológicas, geomorfológicas, geodinámicas y geotécnicas.

Los resultados obtenidos durante la realización de los mismos se incluyen de forma sintetizada en el presente documento, quedando el conjunto de datos barajados para su elaboración archivados de forma sistemática en este Organismo, encargado, aparte de esta primera fase de confección, de su actualización en el tiempo a medida que se perfeccionen las técnicas de investigación, valoración y representación.

2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA

Se describen a continuación todos aquellos factores que tienen una incidencia más o menos directa sobre las características geotécnicas o geomecánicas de los materiales rocosos y suelos.

- Factores físico-geográficos (situación geográfica, climatología, etc).
- Factores geológicos (litología, evolución geológica, interrelaciones de diversos materiales, etc.)
- Factores hidrogeológicos (escorrentía, drenaje, hidrología subterránea).

Dentro del presente capítulo se establece, igualmente, la división de la Hoja en Regiones y en Areas, según criterios de diferenciación que se desarrollarán en su correspondiente apartado.

2.1. CARACTERISTICAS FISICO-GEOGRAFICAS

El presente Mapa Geotécnico General comprende las islas de Fuerteventura y Lanzarote, así como los islotes de Lobos, Graciosa, Alegranza, Montaña Clara, Roque del Este y Roque del Oeste o del Infierno. Todo el territorio objeto de este estudio geotécnico queda comprendido dentro de las Hojas del Mapa Militar de España, a escala 1:200.000, nº 12-10/11 (Puerto del Rosario) y 12-9/10 (Arrecife).

La primera tiene como límites las coordenadas geográficas:

28° 0' 0", 28°40' 0" de latitud norte y
13°11'14" 55, 14°31'14" 55 de longitud oeste (Meridiano de Greenwich).

La Hoja de Arrecife queda limitada por las coordenadas:

28°40' 0", 29°20' 0" de latitud norte y
13°11'14" 55, 14°31'14" 55 de longitud oeste (Meridiano de Greenwich).

Desde el punto de vista administrativo Fuerteventura pertenece a la provincia de Las Palmas. Su extensión es de 1.725 km^2, distando unos 83 km de la isla de Gran Canaria y 100 km del punto más próximo del continente africano. Los núcleos de población más importantes son su capital, Puerto del Rosario, situada en la costa oriental y donde reside la mayor parte de la actividad administrativa y comercial de la isla, y Tuineje, Betancuria, Antigua, Pájara y la Matilla donde, a su vez, se centra la actividad agrícola y ganadera; la distribución de los núcleos de población se caracteriza por una gran dispersión, acompañada casi siempre de una densidad demográfica baja.

Las vías de comunicación principales, con categoría de carreteras locales, parten de Puerto del Rosario en dirección al N y S de la isla, completándose la red vial por un conjunto de pistas que cubren una parte considerable del territorio y especialmente el sector oriental.

La orografía presenta como rasgo dominante el marcado contraste entre las amplias extensiones ocupadas por planicies y valles muy abiertos, tales como los que configuran la depresión central de la isla, que se extiende 14 km de NE a SO, y las zonas elevadas, frecuentemente de carácter montañoso y abrupto, conformadas por macizos plutónicos y volcánicos más o menos erosionados. La línea costera es, en su mayor recorrido, de naturaleza acantilada y está labrada en coladas subhorizontales de basaltos columnares o vacuolares que alternan con mantos de escorias y piroclastos soldados. Hay numerosos barrancos, profundamente excavados por la erosión, en las zonas del interior, los cuales presentan en la región litoral sus cauces en proceso de colmatación debidó a la acumulación de depósito aluvio-coluviales, terminando en pequeñas playas o ensenadas rocosas. En la zona sur de la isla, la Península de Jandía, se encuentran tramos de litoral sin escarpes, en los que la acumulación de arenas eólicas ha creado excelentes playas.

El relieve de la zona septentrional de Fuerteventura se caracteriza por estar moldeado en una planicie de lavas basálticas sobre la que las erupciones modernas han vertido amplios mantos de materiales piroclásticos finos y de escorias soldadas ("malpaises") que en algunas áreas llegan a caracterizar el paisaje, surgen por doquier grandes conos volcánicos de lapilli y escorias, en buen estado de conservación, entre los que destacan por su altitud máxima de 269 m los que forman la alineación de Bayuyo. Algunas zonas del interior aparecen recubiertas por suelos encalichados que suavizan la topografía, mientras que el área costera, en especial su sector oriental, presenta formaciones notables de jable y campos de dunas que se resuelven en amplias playas arenosas.

Los recusos hidráulicos de Fuerteventura están limitados debido a la escasa pluviosidad de la isla. El abastecimiento para cubrir las necesidades locales se realiza con gran frecuencia mediante pozos de aprovechamiento de aguas subálveas y cisternas para la acumulación de aguas de escorrentía. En las zonas montañosas, los fondos de barrancos profundamente encajados actúan como colectores de gran parte de la pluviosidad caída en las laderas y cimas próximas, por lo que presentan con frecuencia instalaciones de bombeo.

Lanzarote es la más septentrional de las siete islas principales del Archipiélago Canario. Su forma alargada en dirección NE-SO, con una longitud máxima de 61 km por 21 km de ancho, está en continuidad geográfica con Fuerteventura, situada más al S, y de la que queda separada por el Estrecho de la Bocayna, donde se encuentra, próximo a Fuerteventura, el islote de Lobos. Al N de Lanzarote se encuentran los restantes islotes salvo el Roque del Este, pequeño enclave volcánico emergido (de 0,7 km^2) situado al NE. La Isla Graciosa tiene una superficie de 27 km^2 y se halla separada de Lanzarote por el estrecho denominado "El Río", de algo más de 1 km de anchura. Mantaña Clara queda, a su vez, separada de La Graciosa por una distancia inferior a 2 km, con fondos cuya profundidad no sobrepasa 20 m; algo más al N sobresale de las aguas de Roque del

Infierno o del Oeste, de 0,07 km^2 de superficie. Finalmente, la isla de Alegranza, de 12 km^2 de superficie, se sitúa a una distancia de 10 km al N de La Graciosa.

Administrativamente la isla queda comprendida en la provincia de Las Palmas. La capital de Lanzarote, Arrecife, situada en la costa SE de la isla, cuenta en su municipio con una población de 21.906 habitantes (*); otras poblaciones importantes son Teguise (5.809 habitantes), Tías (3.339 habitantes), Tinajo (2.768 habitantes) y Yaiza (1.660 habitantes), en cuyos términos municipales se desenvuelve fundamentalmente una actividad agrícola, excepto en la orla litoral donde la industria turística se mantiene en constante crecimiento. Las islas de Alegranza, Graciosa y Lobos tienen una densidad demográfica muy baja, siendo la pesca su principal actividad económica.

Lanzarote cuenta con una red vial de carreteras locales bien distribuida, en la actualidad en proceso de mejoramiento. El N de Fuerteventura, igualmente, está bien comunicado con su capital. Por el contrario, en las otras islas comprendidas en la Hoja existen únicamente algunas pistas y caminos no transitables para vehículos.

La orografía de Lanzarote exhibe un aspecto más accidentado que Fuerteventura como consecuencia de la superposición de series recientes de materiales volcánicos, sobre una sucesión tabular de basaltos antiguos previamente erosionados; estos materiales antiguos destacan hoy en los dos macizos montañosos que se alzan en los extremos de la isla: el de Famara al N y el de Los Ajaches al S. A ellos corresponden las mayores altitudes de Lanzarote., caracterizándose por su paisaje abrupto, con grandes acantilados y barrancos profundamente excavados y laderas escalonadas debido a la alternancia de las coladas. El resto del territorio insular está formado por conos volcánicos de cenizas, lapilli y escorias, a cuya base se extienden, uniéndose entre sí, extensas coladas de lavas, más o menos escoriáceas, en amplias zonas recubiertas por piroclastos de proyección aérea. Los conos han sufrido un desmantelamiento, tanto mayor cuanto anterior es la época de su emisión y una meteorización superficial que transforma en suelos arcillo-limosos los productos piroclásticos; estos suelos son especialmente potentes en las regiones centrales y las zonas altas de los macizos antiguos.

Los recursos hidráulicos de Lanzarote son escasos, puesto que la pluviosidad es inferior a 200 mm/m^2 al año. El clima que por la proximidad geográfica al ecuador debería ser extremado, mejora gracias a la influencia de los húmedos vientos alisios, cuya nubosidad queda en parte retenida en los resaltes orográficos de Famara y Los Ajaches. El suministro local de agua se realiza de forma generalizada mediante pozos y cisternas; en la capital, Arrecife, se trata de paliar una mayor demanda mediante dos estaciones potabilizadoras de agua de mar. La situación en Fuerteventura es similar, puesto que a un índice de pluviosidad anual todavía menor que el de Lanzarote se suma una altitud media del terreno también inferior.

CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

El estudio climático y meteorológico de la zona se ha llevado a cabo con los datos disponibles procedentes de los observatorios de Los Estancos y de Arrecife, en algún caso complementados con observaciones realizadas por otras estaciones meteorológicas del Archipiélago y cuya extrapolación es posible. Análogamente, se han empleado los informes publicados por los Ministerios del Aire, Obras Públicas y Agricultura referentes a las islas Canarias en lo que respecta a observaciones de temperaturas, vientos, humedad relativa, índices de evapotranspiración, precipitaciones, etc.

(*) Censo población de España. Instituto Nacional de Estadística. 1970

Ambas islas, por estar más próximas al continente africano que el resto del Archipiélago, sufren su influencia en el clima a causa de las oleadas de calor procedentes de las bajas presiones del Sáhara, arrastradas éstas por vientos de carácter continental tropical; sin embargo el efecto es atenuado por la influencia atlántica de los vientos alisios procedentes del NO. En el caso concreto de Fuerteventura al inconveniente de su situación geográfica se une la existencia de un relieve que sólo rebasa los 100 m de altitud en áreas aisladas, de extensión relativamente pequeña (macizos de Jandía, Betancuria y Muda cuyas altitudes máximas son 807 m, 724 m y 689 m respectivamente); esta configuración no es propicia a la condensación de cantidades importantes de vapor de agua sobre el terreno como ocurre, por el contrario, con cierta frecuencia en los altos macizos montañosos de Lanzarote.

Temperaturas

Se presentan a continuación, bajo la forma de cuadro-resumen, los valores extremos, valores medios y oscilaciones de temperatura correspondientes a los distintos meses del año, durante un período no inferior a diez años. A falta de datos completos procedentes de la estación meteorológica de Los Estancos (situada en la misma isla de Fuerteventura) los datos expuestos en éste y los siguientes apartados, referidos a precipitaciones, humedad relativa e insolación, proceden del observatorio más próximo, situado en Arrecife de Lanzarote.

Meses	**E**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
Temperatura												
Extremas												
Máxima	26,5	30,2	33,0	35,0	38,8	35,2	48,0	42,6	41,0	37,2	32,7	26,6
Mínima	9,0	7,0	9,4	10,0	10,4	11,5	12,4	13,0	11,4	12,4	8,0	8,4
Oscilación												
Extrema	17,5	23,2	23,6	25,0	28,4	23,7	35,6	29,6	29,6	24,8	24,7	18,2
Media	7,8	8,6	9,1	9,2	6,6	9,3	11,8	10,2	10,2	9,6	8,8	7,8
Valores medios												
Máxima	20,5	21,2	22,5	23,4	25,7	26,0	29,8	29,0	28,6	27,0	24,5	21,6
Media mensual	16,5	16,8	18,0	16,8	19,8	21,6	23,3	24,0	23,4	22,3	19,9	17,7
Mínima	12,7	12,6	13,4	14,2	15,1	16,7	18,0	18,8	18,4	17,4	15,7	13,8

Nota. Estos datos corresponden a observaciones realizadas durante un período no inferior a 10 años.

Se pueden observar unos valores medios de temperatura con variaciones poco marcadas y con oscilaciones medias del orden de 7 a 12°. Los valores extremos de temperaturas muestran un aumento progresivo desde la primavera hasta finales del verano, con temperaturas máximas en general elevadas, aunque hay que tener en cuenta el decisivo papel moderador que representa la influencia marina en el clima insular.

En términos generales, se obtiene como rasgo destacado una cierta regularidad termométrica, con valores superiores a 14° C que originan un clima extremado en el interior, y más moderado en las regiones costeras.

Precipitaciones y humedad relativa

Se resumen en el cuadro siguiente los valores medios de precipitación y la humedad relativa media, referidos a los meses del año y comprendiendo un período no inferior a diez años.

Meses	**E**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
PRECIPITACION												
Valores medios												
Media mensual	34,2	20,8	15,1	7,2	1,5	0,5	0,0	0,9	4,7	8,2	20,0	32,4
Días de lluvia	6	4	4	2	1	0	0	0	1	2	4	6
Días con precipitación												
Inapreciable	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	2	3
⩾1 mm												
N° de días	4	3	2	1	1	–	0	0	1	–	–	–
°/o men.	87	89	93	97	97	–	100	100	97	–	–	–
⩾10 mm												
N° de días	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	–
°/o men.	97	96	97	100	100	100	100	100	100	100	93	–
Máxima observada en 24 h	57,0	42,4	31,8	9,7	8,0	44,6	0,0	1,4	30,0	17,7	31,6	43,7
HUMEDAD RELATIVA MEDIA	75	72	70	69	67	70	69	69	70	71	71	75

Nota: Estos datos corresponden a observaciones realizadas entre los años 1931-1960, comprendiendo un período mínimo de diez años.

A la vista de los valores expuestos en el cuadro anterior se puede deducir la existencia de un incremento en los valores medios de precipitación, a partir de finales del verano, que alcanzan su máximo en los primeros meses del año; en esta época se obtienen, igualmente, los máximos anuales de precipitación en 24 horas. El número de días con precipitaciones durante el verano es prácticamente nulo, produciéndose las lluvias más copiosas durante los meses primeros y finales de año.

La humedad relativa media se mantiene uniformemente en valores que se pueden considerar elevados, siempre por encima del 67 por ciento.

No se han registrado heladas ni precipitaciones de nieve; por el contrario es frecuente la formación de neblinas en las primeras horas del día, con condensación de rocío.

Insolación y vientos

Referidos al mismo período de tiempo que datos anteriores, se resumen a continuación los valores de la media mensual de horas de insolación observados en la estación meteorológica de Arrecife.

MESES

Período mínimo de 10 años	**E**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
Media mensual de horas de insolación	205	212	245	264	302	303	314	303	265	250	195	197

En los valores expuestos destaca como casi constante una media mensual superior a las 200 horas de insolación, si bien en Fuerteventura puede ser incluso superior debido al predominio de formas topográficas aplanadas de escasa altitud, que no pueden ejercer oposición al paso de los frentes nubosos. En Lanzarote la zona más beneficiada en cuanto a insolación es la mitad NO de la isla, que a causa de su orografía moderada presenta menor nubosidad.

Los vientos dominantes son los alisios que con abundante humedad soplan del NO; sin embargo, ocasionalmente se hace sentir la influencia del área de bajas presiones del escudo sahariano, con vientos cálidos que afectan principalmente a la costa oriental.

EVAPOTRANSPIRACION Y BALANCE HIDRICO

Un dato de interés general en lo que respecta a la retención de agua por las formaciones superficiales (del tipo de los suelos) es la evapotranspiración. Constituye ésta un factor climático de gran interés en la zona, en razón directa con la escasez de lluvias, lo que aconseja un conocimiento lo más exacto posible de las disposibilidades de agua, en determinadas áreas.

El índice de evapotranspiración resulta de la adición del agua eliminada por la evaporación en la superficie de los suelos y la que se pierde por la transpiración de las plantas. Estos valores se calculan habitualmente basándose en métodos indirectos, utilizando las observaciones periódicas realizadas por las estaciones meteorológicas. Con el análisis de dichos datos se puede obtener igualmente el balance de humedad con base mensual, teniendo sólo en cuenta su aspecto climático, ya que se carece de información cuantitativa sobre diversos factores que afectan al valor real, tales como poder retentivo de los diferentes suelos, sus variaciones locales, profundidades de sistemas radicales de las plantas, etc.

Se han aplicado series de observaciones correspondientes a un período anterior a 1960, no inferior a diez años, procedentes de las estaciones meteorológicas de Los Estancos (Fuerteventura) y de Arrecife (Lanzarote).

Cuadro de evapotranspiración potencial media mensual (según Thornthwaite) y balances de agua (en mm)

MESES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Fuerteventura													
t	15,6	15,8	16,2	16,9	18,9	20,0	22,2	22,8	22,3	21,0	18,6	16,1	
ETP	43,7	44,8	55,6	61,0	84,3	90,5	110,2	115,3	99,0	85,3	59,1	45,7	894,5
P	17,2	13,3	7,6	3,6	1,3	0,9	–	–	0,4	6,3	16,4	15,3	82,4
P-ETP	-26,5	-31,4	-48,0	-57,4	-83,0	-89,6	-110,2	-115,3	-98,6	-79,0	-42,7	-30,4	
Σ (P-ETP)	26,5	57,9	105,9	163,3	246,3	335,9	446,1	561,4	660,0	739,0	781,7	812,1	
Lanzarote													
t	15,6	16,8	18,0	18,8	19,8	21,6	23,3	24,0	23,4	22,3	19,9	17,7	
ETP	43,8	42,1	58,7	66,4	84,2	97,5	121,0	122,0	108,2	91,2	64,6	48,4	948,1
P	34,2	20,8	15,1	7,2	1,5	0,5	–	0,9	4,7	8,2	20,0	32,4	145,5
P-ETP	-9,6	-21,3	-43,6	-59,2	-82,7	-97,0	-121,0	-121,1	-103,5	-83,0	-44,6	-16,0	
Σ (P-ETP)	9,6	30,9	74,5	133,7	216,4	313,4	434,4	555,5	659,0	742,0	786,6	802,6	

NOTACIONES

t: temperatura media mensual
ETP: evapotranspiración media mensual
P: precipitación media mensual
P—ETP: déficit de agua
Σ(P—ETP): falta de agua acumulada

Los resultados obtenidos muestran claramente un constante déficit de agua, muy acentuado en Fuerteventura, lo cual explica la pobreza en vegetación que caracteriza a la mayor parte de las zonas de esta isla. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que los valores de la evapotranspiración sólo se refieren a los niveles superficiales cubiertos por núcleos, por lo que el cuadro anterior lógicamente no representa el aspecto real de los recusos hidráulicos de Fuerteventura.

DATOS MEDIOS SOBRE DIAS TRABAJABLES POR CLIMATOLOGIA

Para determinar el coeficiente medio anual de reducción climatológica de cada clase de obra, se ha supuesto cada una de ellas repartidas uniformemente a lo largo de los 365 días del año y éstos, en 12 meses, con arreglo a la tabla siguiente, en la que no se ha tenido en cuenta los días festivos.

ENERO	0,0849	JULIO	0,0849
FEBRERO	0,0787	AGOSTO	0,0849
MARZO	0,0849	SEPTIEMBRE	0,0822
ABRIL	0,0822	OCTUBRE	0,0849
MAYO	0,0849	NOVIEMBRE	0,0822
JUNIO	0,0822	DICIEMBRE	0,0849

Multiplicando el cuadro anterior por los coeficientes de reducción correspondientes a cada mes y sumando los productos de los 12 meses, se han obtenido los coeficientes medios anuales para las distintas clases de obra, los que a continuación se insertan, siendo aplicables al número total de días laborables para la obtención del número de días útiles.

Coeficiente medio anual para la obtención del número de días útiles de trabajo a partir del número de días laborables

	CLASE DE OBRA				
PROVINCIA	Hormigón	Explanaciones	Aridos	Riegos y Tratamientos	Mezclas Bituminosas
LAS PALMAS	0,986	0,864	0,984	0,917	0,917

Estos cálculos se han efectudo a partir de datos observados en las estaciones – meteorológicas de la provincia de Las Palmas, referidos a un período de treinta años.

INTERPRETACION DE LOS DATOS CLIMATICOS

El clima subtropical húmedo de la región ha determinado la formación de potentes y extensos suelos de alteración en los que la formación de "caliches" es frecuente y que confieren condiciones geotécnicas bastante homogéneas a vastas áreas de las islas; en las laderas, por lo general suaves, formadas por estos materiales predomina el acarcavamiento causado por la escorrentía de las aguas de lluvia, que aunque escasas tienen ocasionalmente carácter torrencial. En las zonas donde aflora el sustrato rocoso volcánico de tipo escoriáceo o piroclástico, muy poroso y susceptible de alteración química por las aguas de lluvia, se produce una superficie de meteorización, de espesor variable, que afecta tanto más a las propiedades de resistencia de la roca cuanto más antigua sea ésta. El resto de las formaciones rocosas sufren, fundamentalmente, los efectos de las variaciones diarias de temperatura que producen la fracturación general de la roca, lo que con frecuencia se facilita por el diaclasamiento o por la misma estructura originaria de los materiales, (tal es el caso de las potentes coladas de basaltos columnares); huellas de estos fenómenos de meteorización superficial son los potentes depósitos clásticos que rellenan los fondos de barrancos o forman amplios coluviales en sus laderas.

2.2. BOSQUEJO GEOLOGICO

El Mapa Geotécnico General a escala 1:200.000, adjunto a la presente Memoria, tiene como base de partida la cartografía geológica disponible de la Hoja, fundamentalmente los Mapas Geológicos de Fuerteventura y Lanzarote (a escala 1:100.000), realizados bajo la dirección de J.M. Fuster, del Instituto "Lucas Mallada" (CSIC), y editados por el Instituto Geológico y Minero de España. A continuación se hace una breve síntesis geológica que sirve de introducción a los apartados siguientes, dedicados a consideraciones de carácter más específicamente geotécnico.

La descripción de la columna lito-estratigráfica se hace buscando una mayor adaptación de los conceptos morfológico y geotécnico, que posteriormente serán estudiados de acuerdo con su división en tramos o unidades lito-geotécnicas; estas últimas siempre coincidirán totalmente en los citados mapas geológicos de referencia.

SUSTRATO VOLCANICO

La estructura fundamental de estas islas es el resultado de diversos ciclos efusivos, si bien la morfología actual viene condicionada igualmente por la existencia de formaciones sedimentarias depositadas tanto en ambiente marino como continental.

Hay que hacer notar sin embargo una diferencia fundamental en lo que se refiere a la evolución geológica de las dos principales islas situadas en el presente Mapa Geotécnico General, puesto que mientras Fuerteventura presenta un relieve maduro sobre el que marcan su tónica los materiales de las series volcánicas antiguas, formadas por potentes coladas subhorizontales, o los del macizo estratiforme basal, en Lanzarote las emisiones volcánicas más recientes (lavas escoriáceas y conos de piroclastos) han ocupado un porcentaje superficial considerablemente mayor, dando unas formas actuales de relieve muy vigorosas.

Se describen a continuación los principales tramos vulcano-estratigráficos de las islas, siguiendo un orden decreciente de antigüedad.

COMPLEJO ESTRATIFORME BASAL

Aflora únicamente en Fuerteventura y constituye un macizo de rocas plutónicas básicas y ultrabásicas, cuya composición varía ámpliamente entre gabros y peridotitas, encontrándose profundamente atravesado por diques. Su edad geológica unicamente se puede establecer como anterior al Mioceno inferior.

Los afloramientos pertenecientes a este complejo basal aparecen más o menos aislados y en parte recubiertos, discordantemente, por materiales volcánicos posteriores. Se distribuyen irregularmente por todo el sector occidental de la isla, siendo los afloramientos situados en la región de Betancuria los de mayor extensión.

La meteorización progresa diferencialmente en estos materiales, afectando más profundamente a los diques de naturaleza basáltica que atraviesan el complejo basal.

SERIE VOLCANICA SUBMARINA Y TOBAS VOLCANICAS SUBAEREAS

El segundo término en la serie efusiva de Fuerteventura, cronológicamente más moderno que el Complejo Basal ya citado, corresponde a un episodio de vulcanismo submarino seguido por otro de erupciones subaéreas.

Las coladas y acumulaciones de fragmentos de efusión submarina yacen distribuidas por una amplia banda próxima a la costa O de la isla, entre Puertito de los Molinos y la Punta de Piedra Colorada. Estos materiales se encuentran asociados con algunas calizas recifales.

Con posterioridad a las tobas submarinas se depositan extensas coladas de tobas subaéreas cuyos afloramientos se conservan en los alrededores de la localidad de Betancuria.

El conjunto de sus afloramientos se encuentra atravesado por diques.

COMPLEJOS CIRCULARES, DIQUES Y ROCAS TRAQUITICAS

Se distribuyen ampliamente en la zona comprendida entre Betancuria y Pájara, en Fuerteventura, adoptando estructuras circulares complejas o formando familias de diques que atraviesan indistintamente diversos materiales volcánicos de edad anterior. En Lanzarote los únicos afloramientos de rocas ácidas de este tipo se encuentran en la parte sur de la isla (Las Cañadas, Punta del Papagayo) y constituyen a su vez los enclaves de materiales volcánicos más antiguos de la isla.

Todas estas estructuras son de naturaleza sienítica, traquítica o fonolítica, de consolidación subvolcánica, e intruyen tanto en el complejo básico estratiforme como en las formaciones volcánicas que le recubren y en la base de la Serie I.

En general estos materiales se encuentran profundamente diaclasados.

SERIE BASALTICA I

Forma una parte importante del sustrato geológico de Fuerteventura y de Lanzarote (en esta última constituye la casi totalidad del basamento volcánico fundamental de la misma).

Estructuralmente se presenta bajo el aspecto de coladas basálticas superpuestas, con leve buzamiento periclinal. Entre los potentes niveles de basaltos columnares se intercalan piroclastos, escorias y aglomerados poligénicos refundidos, con mayor frecuencia cuanto mayor es su proximidad a la base de la serie.

En Fuerteventura la serie ocupa un amplio sector centro-oriental y gran parte de la península de Jandía, mientras que en Lanzarote configura los dos macizos prominentes de la isla: Famara y Ajaches.

Determina una morfología muy característica debido a su naturaleza litológica y estructural, así como a la activa acción erosiva que ha labrado profundos barrancos y acantilados.

SERIE BASALTICA II

Forma potentes coladas lávicas (basaltos olivínicos, oceanitas, etc) que ocupan una extensión superficial sólo algo menor a la de la Serie I. Se pueden diferenciar dos subseries bien caracterizadas y cronológicamente sucesivas: la más antigua comprende volcanes de escudo y la más reciente volcanes de cínder y piroclastos; en la primera son frecuentes los campos de lava tipo "pahoeohoe" que vienen a fosilizar las formas topográficas anteriores, mientras que el rasgo distintivo de la subserie efusiva moderna son los conos de lapilli y las lavas escoriáceas tipo "aa".

Son frecuentes sobre los afloramientos de materiales de esta serie los recubrimientos cuaternarios de caliche, que alcanzan una potencia considerable.

SERIE BASALTICA III

Ocupa en Fuerteventura diversas áreas y con preferencia el sector nordoriental, mientras que en Lanzarote configura una extensión que viene a representar aproximadamente la mitad de la superficie total de la isla.

Los restantes islotes y pequeñas islas del Archipiélago se pueden considerar también formados por materiales de esta Serie y de la siguiente, la Serie Basáltica IV.

La composición de los productos efusivos de la Serie III es esencialmente basáltica, generalmente de carácter holocristalino y texturas porfídicas fluidales o doleríticas, donde las evacuolas están frecuentemente rellenas, parcial o totalmente, por carbonatos y zeolita.

Su morfología se caracteriza por la abundancia de conos y de coladas de lavas escoriáceas. Los conos están formados por piroclastos, bombas volcánicas y cínder, presentando calderas orientadas en la dirección del viento dominante durante la erupción; la cúspide de los conos se muestra, en general, redondeada por efecto de la meteorización, siendo considerable la alteración arcillosa superficial y la formación de costras de caliche en las laderas; a menudo los centros de emisión se encuentran alineados. Las coladas se extienden al pie de los edificios volcánicos, predominando el tipo escoriáceo "aa".

SERIE BASALTICA IV

Tiene un gran desarrollo en ambas islas y caracteriza zonas de considerable extensión superficial.

Está integrada por edificios volcánicos de formas cónicas, muy bien conservados debido al carácter reciente de las erupciones, y por acumulaciones de coladas de lavas escoriáceas soldadas, tipo "a", que dan origen a superficies muy irregulares, conocidas localmente con la denominación de "malpaises".

Pretológicamente se trata de basaltos emitidos en erupciones de tipo fisural que sólo de modo ocasional presentan focos de emisión aislados. Se aprecia un predominio de materiales lávicos sobre los de tipo piroclástico.

Erupciones de esta Serie han formado totalmente la isla de Lobos y los Roque del Este y del Oeste, así como una porción importante de las islas Graciosa, Alegranza y Montaña Clara.

ROCAS SEDIMENTARIAS

Completan el conjunto lito-estratigráfico de las islas de Lanzarote y Fuerteventura algunas formaciones de origen sedimentario, tanto marino (sedimentos detríticos rítmicos) como continental (caliches, arenas eólicas sueltas y cementadas, rañas, coluviales, aluviales, etc).

SERIE DETRITICA RITMICA

Se encuentra únicamente representada en Fuerteventura. La componen un conjunto de estructuras sedimentarias rítmicas que en algunos casos adoptan el aspecto de un "flysch", integradas por capas de sedimentos detríticos con cantos de cuarzo, cuarcita, feldespatos, circones, etc. El área madre de procedencia de estos materiales parece ser el continente africano, dada la ausencia de formaciones de esta naturaleza dentro del Archipiélago Canario.

En la Serie se intercalan ftanitas estratificadas, generadas por precipitación química y bioquímica posiblemente, en ambientes submarinos, así como lavas y tobas submarinas.

La extensión superficial ocupada por estos depósitos es relativamente pequeña.

SEDIMENTOS CARBONATADOS Y DETRITICOS DE ORIGEN CONTINENTAL

En las islas, y de modo especial en Fuerteventura, se desarrollan considerables depósitos calcáreos de tipo "caliche" de potencia variable y gran continuidad lateral; el espesor de las concreciones es mayor sobre los materiales más antiguos y de modo particular sobre los productos alterados de las acumulaciones de lavas submarinas y todas subaéreas, así como las coladas subhorizontales de la Serie Basáltica I.

La formación de estas costras calcáreas parece íntimamente relacionada con las alternancias climáticas que se suceden a lo largo de todo el Cuaternario.

Los depósitos detríticos presentan una gran variedad de formas que se pueden agrupar de modo resumido en los siguientes tipos:

- Suelos eluviales de naturaleza arcillosa y granular, ocupando zonas de topografía aplanada y laderas de suave inclinación; con frecuencia se presentan asociados con caliches.
- Rañas de cantos basálticos subredondeados, con una matriz arenosa arcillosa de tonos pardos; alcanzan un espesor de 4 m y se sitúan en las zonas llanas centrales de la mitad meridional de Fuerteventura.
- Aluvio-coluviales de composición arcillo-limosa con una proporción considerable de fracción detrítica gruesa.
- Coluviales de ladera, muy groseramente estratificados, con espesores y extensión superficial realmente importantes: sus laderas sufren una intensa acción erosiva que se muestra en profundos acarcavamientos. El encostramiento calcáreo es bastante general en estos sedimentos.
- Formaciones eólicas de arenas con grados diversos de consolidación, que comprenden desde acumulaciones de dunas móviles a depósitos cementados por la precipitación capilar de sales carbonatadas contenidas en las aguas de infiltración. Estas formaciones arenosas reciben la denominación local de jables.

EVOLUCION GEOLOGICA

La existencia de afloramientos de un complejo básico estratiforme en Fuerteventura, del que no se tiene hasta el momento una cronología absoluta definida y que, por otra parte, se hallan igualmente en el sustrato de otras islas del Archipiélago, parece indicar como más factible la hipótesis de un amplio sector de rocas plutónicas básicas que formasen los niveles más profundos de las islas, sólo emergidos en algunos casos. Sobre

este zócalo y tras sucesivas emisiones efusivas, fases intrusivas y en el caso de Fuerteventura, un período de sedimentación marina, se producirían grandes fisuras profundas, permitiendo el ascenso de magmas basálticos de origen subcortical en las zonas donde se localizan actualmente las islas. En Lanzarote las series tabulares basálticas, precedidas por algunos enclaves de rocas traquíticas asociadas, vienen a constituir la base litoestratigráfica de la isla.

Las fases erosivas reducen la extensión de las sucesivas emisiones basálticas y labran un relieve que es, a menudo , fosilizado durante los siguientes períodos efusivos.

La actividad fisural se prolonga durante el Mioceno inferior y medio, predominando a partir de esta época y hasta el Cuaternario la actividad erosiva.

Durante el Cuaternario se suceden nuevas erupciones dentro de un ciclo de actividad fisural que se prolongan hasta los tiempos prehistóricos.

2.3. CRITERIOS DE DIVISION. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Seguidamente se establece la división zonal del presente Mapa Geotécnico de acuerdo con los criterios fijados en el Pliego de Condiciones Técnicas y Facultativas del IGME. La división determina dos categorías diferentes denominadas Regiones y Areas. La Región es una unidad de orden superior, definida en virtud de características geotectónicas; la Area queda definida como unidad de segundo orden y se establece a partir de caracteres macromorfológicos.

Se han considerado dos Regiones diferenciadas netamente por caracteres lito-estratigráficos: la Región I comprende los materiales más antiguos (Complejo Basal, traquitas subvolcánicas, emisiones submarinas, tovas subaéreas, complejos de diques, sedimentos detríticos rítmicos y materiales basálticos de la Serie I), mientras que la Región II incluye los productos de emisión pertenecientes a las Series Basálticas II, III y IV, así como diversas formaciones sedimentarias recientes. Entre los materiales rocosos que componen ambas Regiones ha mediado una activa fase erosiva Miocena moldeadora del relieve y han surgido diferencias estructurales y morfológicas muy marcadas entre los productos emitidos.

A su vez estas Regiones se han dividido en nueve Areas, tres de ellas pertenecientes a la primera Región y las restantes a la segunda. Se describirán a continuación las características de las diferentes Areas.

Area I_1

Ocupa una extensión considerable en la isla de Fuerteventura (zona O, desde Montaña Milocho a Montañas de Tazacote), mientras que en Lanzarote sólo está representada por algunos pequeños enclaves situados al S de la isla.

Petrológicamente, se halla constituida por las rocas plutónicas básicas y ultrabásicas del Complejo Basal (peridotitas y gabros, en general) y por complejos intrusivos de contorno circular, pitones y diques de composición sienítico-traquítica.

La estructura de los materiales plutónicos tiene caracteres estratiformes, estando cruzada en todas direcciones por diques que zonalmente se presentan con mayor densidad que la misma roca intruida.

Topográficamente la Area muestra un relieve accidentado, con profundos barrancos y laderas de gran inclinación, a cuya falda se acumulan importantes derrubios. La morfología resultante es de formas alomadas en la zona de cumbres, las cuales presentan

altitudes comprendidas entre los 600 y 724 m (vértice de Betancuria), y de formas abruptas en las zonas de valle.

La red de drenaje es de tipo dendrítico, no existiendo cursos fluviales permanentes. La erosión de los cauces producida durante breves períodos de régimen torrencial se ha acentuado en el tramo inferior de los mismos como resultado del descenso relativo del nivel del mar a lo largo del Cuaternario. La morfología costera presenta una plataforma de erosión marina a unos 50 m sobre el nivel actual del mar, siendo por lo demás de tipo acantilado, con interrupciones en forma de pequeñas playas que coinciden con las desembocaduras de los barrancos.

El drenaje superficial se ve favorecido por la topografía, mientras que la permeabilidad de la Area va íntimamente ligada al intenso diaclasado de las rocas. Las condiciones geotécnicas y constructivas son en general buenas; a pesar de lo cual la densidad demográfica es bastante baja, afectada en parte por el difícil trazado de las vías de comunicación y por las reducidas extensiones de suelos cultivables que se concentran en zonas de valle; en el fondo de éstos existen igualmente las condiciones adecuadas para el hallazgo de posibles acuíferos.

Area I_2

Comprende materiales diversos aunque relativamente próximos en su cronología de formación y con características comunes de tipo estructural, litológico y textural, que llevan consigo, entre otros condicionamientos, una generalizada alteración superficial.

La Area incluye las formaciones siguientes: Rocas sedimentarias silíceas (observables unicamente en Fuerteventura), constituidas por sedimentos químicos y organógenos muy replegados, localmente de aspecto rítmico, conteniendo lechos margosos ricos en carbonatos y pequeños cristales de pirita dispersos, lavas y tobas volcánicas de origen submarino muy alteradas y atravesadas por diques, junto con tobas volcánicas subaéreas de carácter fragmentario o compacto, según la proporción de matriz vítrea y cantos, o de su grado de alteración.

Ocupa gran parte de la mitad oriental de la isla de Fuerteventura, no estando representada en Lanzarote ni en las demás islas del presente Mapa Geotécnico.

Sus caracteres morfológicos son de gran variabilidad, reuniendo formas abarrancadas con pendientes acusadas en el sector del macizo de Betancuria y superficies alomadas en las zonas más periféricas. La disgregación y meteorización superficial de estos materiales es la tónica general de la Area, siendo frecuentes los recubrimientos por suelos eluviales arcillosos con encostramientos de caliche.

El drenaje y la permeabilidad varían localmente entre valores cualitativamente aceptables, planteándose únicamente problemas de orden hidrológico a causa de la disolución de carbonatos y sulfatos contenidos, bajo diversas formas, en las rocas y que pueden afectar a los aglomerantes hidráulicos utilizados habitualmente en la construcción.

Desde el punto de vista geotécnico, la Area muestra numerosas limitaciones, en especial en aquellos sectores más afectados por la alteración superficial.

Area I_3

Comprende los materiales de la Serie Basáltica I; su estructura es tabular en su conjunto y compone los dos macizos montañosos de los extremos meridional y septentrional de Lanzarote (Ajaches y Famara respectivamente), así como una extensión, en Fuerteventura, aproximadamente equivalente a la mitad de la isla.

Morfológicamente son muy características de esta Area las formas de relieve denominadas "cuchillos" que constituyen alineaciones montañosas perpendiculares a la costa, separando valles de perfil en U, muy abiertos en sus extremos y con potentes aluvio-coluviales rellenando su fondo. Estas formas adquieren mayor desarrollo en Fuerteventura que en Lanzarote, donde encuentran su equivalente en escarpes de gran desnivel (alrededor de 500 m en los Riscos de Famara y frente de la Bahía de Avila) cuya falda se encuentra igualmente recubierta por conos derrubiales de considerable espesor. Las zonas superiores de la serie, donde han sido preservadas de la erosión, presentan un relieve aplanado de mesetas, con recubrimiento eluvial.

Litológicamente se compone de basaltos, con textura compacta o escoriácea; las sucesivas coladas superpuestas presentan un denso diaclasado y fracturación, producida en parte por efecto de las variaciones de temperatura, que facilita su disgregación y el desprendimiento de bloques.

En las zonas aplanadas de la Area se dan buenas condiciones de estabilidad, admitiéndose valores de carga elevados, si bien no ocurre así en las zonas de mayor relieve.

Las características hidrológicas son aceptables en razón al relieve y la porosidad en grande de los materiales; hay que tener, sin embargo, en cuenta la existencia de suelos residuales arcillosos ("almagres") intercalados en la Serie, que pueden retener acuíferos y plantear problemas en las obras de excavación subterránea.

Area II_1

Consta de materiales basálticos agrupados estratigráficamente en la Serie II. Presenta una considerable variedad de estructuras volcánicas que comprenden conos de piroclastos finos, cenizas y bombas volcánicas, coladas de lavas cordadas y de lavas escoriáceas ("malpaises"); con relativa frecuencia los conos volcánicos formados predominantemente en las primeras fases de emisión de la Serie, han quedado recubiertos y fosilizados por las coladas posteriores.

En la topografía de la Area abundan las formas aplanadas interrumpidas por estrechos y profundos barrancos, que atraviesan las coladas basálticas. Las pendientes medias tienen inclinaciones de 7 a 15 por ciento. No presenta problemas de escorrentía y la permeabilidad es fundamentalmente de tipo fisural aunque favorecida localmente por la existencia de episodios piroclásticos de mayor porosidad.

La capacidad de carga y las condiciones constructivas generales son excelentes.

Area II_2

Agrupa los materiales lávicos de las Series Basálticas II y III. El mayor desarrollo de la Area se presenta en Lanzarote, donde ocupa una extensión realmente importante de la isla y caracteriza en buena parte su paisaje. Asímismo está representada en las islas Graciosa y Alegranza y en el islote de Lobos.

Su morfología de conjunto es llana, aunque con un relieve de detalle muy agreste que ha determinado la denominación local de "malpaís", para amplias extensiones cubiertas de un espesor variable de lavas escoriáceas soldadas muy porosas; debido a su emisión relativamente reciente han sufrido una alteración superficial escasa. Otras amplias zonas de la Area, primordialmente las formadas por lavas de la Serie II, se componen de coladas superpuestas de basaltos tabulares vacuolares alternando con niveles de escorias y cínder intercaladas; el espesor individual de las coladas es de un par de metros como máximo, se muestran ligeramente replegadas y su continuidad lateral se ve interrumpida con frecuencia.

El drenaje superficial deficiente se ve compensado por una gran porosidad del material que facilita la infiltración del agua.

En los materiales de la Serie II la alteración ha avanzado más profundamente gracias al carácter deleznable y heterogéneo del material, dando origen a suelos de importancia local.

Es muy frecuente encontrar en la Area zonas recubiertas por piroclastos finos (lapilli), como resultado de su proyección aérea en las proximidades de los conos volcánicos de las mismas series; esta cobertura superficial tiene en general un espesor que varía de algunos centímetros a un metro.

El conjunto de características geotécnicas de la Area se adapta, en sentido amplio, a las necesidades constructivas.

Area II_3

Comprende los materiales piroclásticos de emisión aérea de las Series Basálticas III y IV. Esta Area está representada en Fuerteventura por amplias extensiones que se distribuyen por la mitad N y región centro-oriental; en Lanzarote su amplitud es tal que llega a caracterizar el paisaje de la isla; igualmente comprende sectores importantes de las pequeñas islas Graciosa, Alegranza, Lobos y Montaña Clara.

Presenta una morfología muy peculiar debido a la abundancia de conos piroclásticos bien conservados. Entre los materiales de la Serie III hay mayor predominio de lapillis rojos, en ocasiones totalmente resoldados, y la meteorización físicoquímica ha producido un mayor redondeamiento de las formas topográficas así como la acumulación de arcillas de alteración, eventualmente encalichadas, que caracterizan con tonos pardo-rojizos a los edificios volcánicos. Los productos de la Serie IV son predominantemente lapillis negros, sueltos, muy porosos, que conservan las estructuras cónicas con un desmantelamiento y alteración superficial considerablemente menor al de la serie anterior.

Las pendientes medias en la Area oscilan entre el 7 y 15 por ciento de inclinación.

La porosidad del conjunto de rocas piroclásticas es grande, por lo que las características de permeabilidad y drenaje son favorables.

Desde el punto de vista mecánico se puede evaluar su capacidad de carga entre media y alta; debe tenerse en consideración el comportamiento, frente a las mezclas de aglomerantes hidráulicos, de las aguas de infiltración y escorrentía muy enriquecidas en sales minerales.

Area II_4

Se compone de formaciones eluviales resultantes de la alteración "in situ" de las rocas del sustrato, así como de depósitos de tipo raña formados por el transporte de cantos, arenas y limos, y su posterior deposición en coladas de espesor relativamente importante. Los depósitos de raña solamente se encuentran en Fuerteventura, mientras que los suelos eluviales tienen una mayor distribución en todas las islas.

La morfología de la Area es aplanada, con pendientes inferiores al 7 por ciento, existiendo un marcado predominio de la erosión aerolar sobre la lineal, si bien, en las zonas de ruptura de pendiente, se pueden producir profundos acarcavamientos.

La naturaleza arcillosa, predominante en los aluviales, marca un carácter impermeable a estos materiales; en el caso de las rañas la mayor porosidad de detalle no llega a compensar el comportamiento impermeable del conjunto. Atendiendo a estos factores las

características hidrogeológicas de la Area se presentan como deficientes, pudiendo llegar a producirse eventualmente problemas por falta de infiltración.

Las condiciones geotécnicas en la Area varían en un amplio entorno, admitiéndose como caso más general una capacidad de carga baja.

Algunos suelos eluviales de mayor espesor (de 3 a 6 m) son explotados mediante ripado para su utilización en la preparación de suelos agrícolas cultivables. Los depósitos de raña constituyen a su vez, por su situación en zonas bien comunicadas, por las características del material y por su explotabilidad, buenas reservas naturales de áridos.

Area II_5

Se compone de depósitos aluvio-coluviales y de conos de acumulación de derrubios adosados a laderas. Ambos grupos de formaciones detríticas se han formado a favor de las peculiares características orográficas de las islas, determinantes de un potencial erosivo elevado.

La morfología de la Area presenta cierta diversificación dentro de los dos tipos principales de aluvio-coluviales y coluviales. Los primeros están formados por cantos y bloques heterométricos y de diversa procedencia contenidos en una matriz areno-arcillosa; presentan una clasificación más o menos grosera según la proporción de la fracción de granulometría menor y se adaptan en su conjunto al trazado de la red fluvial, moldeando el fondo de los cauces y sus laderas contiguas. Su potencia de depósito aumenta considerablemente en los tramos inferiores de los cauces produciéndose su expansión lateral en la zona de la rasa costera. Los coluviales, por el contrario, se adaptan a laderas de gran inclinación, con forma de abanicos de perfil cóncavo, entrando en su composición igualmente materiales detríticos heterogéneos pero con clasificación apreciable; son frecuentes las intercalaciones de caliche a lo largo de los taludes, lo cual crea una mayor heterogeneidad de orden geotécnico.

Las pendientes medias en la Area son del 15 al 30 por ciento de inclinación, lo que favorece el drenaje. La permeabilidad es elevada.

Se presentan problemas geotécnicos diversos, si bien en zonas restringidas las condiciones constructivas pueden ser aceptables.

Area II_6

Esta Area se compone de sectores recubiertos por depósitos arenosos de transporte eólico, que a lo largo de su evolución sedimentológica han alcanzado grados de asentamiento y consolidación variables; el material está formado esencialmente por arenas calcáreas y basálticas, con predominio de las del primer tipo; tienen tonalidades claras y han sufrido, en amplias zonas, encostramientos calcáreos por precipitación de sales contenidas en las aguas de infiltración. Estas acumulaciones de arenas reciben en la región la denominación de "jables". En las zonas costeras se aparecen a menudo bajo la forma de campos de dunas móviles.

Morfológicamente, se trata de una Area de formas planares (pendientes inferiores al 7 por ciento de inclinación) que se adapta en general a las irregularidades del sustrato rocoso. Su permeabilidad es grande, y la escorrentía escasa.

Como caracteres geotécnicos hay que destacar la baja capacidad de carga (inferior a 1 kg/cm^2), y un grado de cohesión que, a pesar de su margen de variabilidad, no alcanza nunca un valor alto.

2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

A continuación se realiza la descripción de los caracteres litológicos de los distintos materiales presentes en cada Area. El método utilizado parte de una división en dos grandes grupos de diferentes condiciones litogenéticas:

- ***Formaciones superficiales.*** Comprenden los diversos materiales que constituyen formaciones resultantes de una meteorización "in situ" de la roca basal, o bien de la sedimentación, previo transporte, de fragmentos de variado tamaño. La consolidación de este conjunto de sedimentos presenta grados muy variables y se realiza tanto por efectos físicos como por precipitación de sales carbonatadas.
- ***Sustrato.*** Se compone de un conjunto de formaciones rocosas y granulares de origen intrusivo, volcánico y subvolcánico, que configuran el edificio estructural de las islas.

FORMACIONES SUPERFICIALES

- ***Suelos eluviales (Qe)***

Tienen un gran desarrollo en las islas, especialmente sobre los materiales rocosos antiguos pertenecientes al Complejo Basal y a la Serie Basáltica I, si bien recubren igualmente otras formaciones volcánicas más recientes.

Son de composición esencialmente arcillosa con una proporción variable, pero siempre elevada, de cantos angulosos poligénicos, arenas y limos; aparecen con frecuencia encostramientos calcáreos intercalados a distintos niveles en los suelos. Los colores que presentan van de tonos pardo-rojizos a rosáceos.

La potencia alcanzada por el sedimento llega a ser localmente superior a 6 m, si bien por término medio oscilan entre espesores de 1 a 4 m. Su compacidad es de grado medio a bajo y no presentan preconsolidación.

- ***Rañas (Qr)***

Están constituidas por cantos basálticos, traquíticos y fonolíticos, redondeados o subredondeados, que quedan englobados en una matriz areno limosa de color pardo grisáceo. La potencia de depósito visible es superior a 4 m; aumentando la compacidad con la profundidad.

Topográficamente, adoptan relieves amesetados disecados por barrancadas de poca profundidad.

- ***Coluviales (Qc)***

Forman amplios abanicos de materiales detríticos groseros, adosados a las laderas de algunos barrancos y de los grandes escarpes de los macizos montañosos.

En detalle, se componen de bloques angulosos y fragmentos rocosos menores, muy heterométricos, tramados por una matriz arcillo-arenosa. Las estructuras en su conjunto presentan una gran porosidad, debido a las características del material y su deficiente

compactación. Los riesgos de inestabilidad se ven acentuados por las fuertes pendientes existentes en algunos casos.

Los caliches se han desarrollado considerablemente en los taludes formando sucesivas capas de concreciones que cementan sobre todo la base de las formaciones coluviales. La potencia máxima de estas estructuras puede sobrepasar el centenar de metros en los grandes escarpes estructurales del interior de las islas.

– ***Aluvio-coluviales (Qa-c)***

Incluyen acumulaciones de fragmentos de rocas diversas, que comprenden desde grandes bloques desprendidos de las zonas altas próximas (mostrando los efectos de un breve transporte), hasta bolos y gravas, englobado todo este material en una matriz de arenas, arcillas y limos. Se puede observar una cierta clasificación granulométrica entre los materiales de granulometrías menores.

El grado de consolidación es en general bajo, y la heterometría del material puede provocar asentamientos diferenciales.

Estos sedimentos aluvio-coluviales ocupan el fondo de los barrancos y parte de las laderas contiguas, de donde reciben una porción importante de los aportes.

– ***Depósitos eólicos (Qeo)***

Están formados por granos de rocas volcánicas diversas, de carbonatos y una elevada proporción de fragmentos de conchas calcáreas. En general se caracterizan por una granulometría fina, aunque la precipitación de carbonatos da con frecuencia agrupaciones de granos con aspecto grumoso, más o menos compactas; cuando estas concreciones afectan profundamente al material arenoso se llega a su consolidación en placas de forma y espesor irregulares.

En algunos sectores se encuentran mezclados con las arenas gran cantidad de piroclastos sueltos (lapillis, bombas y escorias) resultantes de su proyección aérea desde los campos volcánicos próximos.

En las zonas costeras son frecuentes las acumulaciones de dunas móviles y semimóviles, aumentando igualmente la proporción de caparazones y otros restos orgánicos (Gasterópodos, nidos de Antophora, Bivalvos, etc).

Estas formaciones se presentan especialmente desarrolladas en Fuerteventura.

SUSTRATO

Se describen por separado grupos litológicos de características geotécnicas similares, conservando en l posible la sucesión estratigráfica establecida para los Mapas Geológicos a escala 1:100.000, que sirven de base efectiva para este estudio.

– ***Dioritas, gabros, peridotitas, traquitas y sienitas. (ΔϒπΤΣ)***

A estos tipos rocosos principales pertenecen los materiales que configuran el complejo estratiforme basal, los complejos circulares, diques, etc, que forman el basamento más antiguo exhumado por la erosión en estas islas.

En conjunto son rocas resistentes, de texturas compactas, que originan un relieve muy accidentado labrado por profundos valles. Sin embargo, predomina la erosión aerolar sobre la lineal. Las pendientes medias del terreno son acusadas, llegando a ser superiores al 40 por ciento de inclinación.

Los afloramientos más significativos se encuentran en Fuerteventura y forman un destacado macizo centro-occidental que se prolonga interrumpidamente hacia el N. Dentro del grupo, los diques representan un importante papel hidrológico como "trampas" de acuíferos cuya importancia es tanto mayor cuanto que este sector acumula las mayores reservas hidráulicas de la isla. En Lanzarote está representado unicamente por enclaves de rocas ácidas que por su limitada extensión no destacan, desde el punto de vista geotécnico, del contexto litológico.

Estos materiales rocosos son, en general, susceptibles de explotación en cantera para su utilización como áridos y como rocas ornamentales.

– ***Tobas traquíticas subaéreas, Serie volcánica submarina, Serie detrítica rítmica y Tobas basálticas de Nube Ardiente (M_p, S_s, S_d, P_{l-k})***

Estas formaciones se emplazan únicamente en Fuerteventura, distribuyéndose en torno al macizo plutónico.

Las tobas volcánicas aéreas (M_p) se han formado por proyección eruptiva de fragmentos, que al acumularse en potentes mantos todavía calientes se sueldan entre sí, dando lugar a una roca compacta formada por clastos volcánicos diversos, cementados por una matriz vítrea de naturaleza traquítica o sienítica.

La serie submarina (S_s) está constituida por coladas y productos fragmentarios, atravesados por diques y profundamente transformados; aquellas muestras estructuras almohadilladas y en algunos puntos están asociadas a calizas recifales.

La serie detrítica rítmica (S_d), presenta un buzamiento variable, pero generalmente casi vertical, hacia el S o SO. Son rocas heterogéneas en su composición, predominando las brechas cuarcíticas muy recristalizadas, de grano fino y bandeados pardos, verdes o blanquecinos. Se hallan sumamente diaclasadas y muestran abundantes cristalillos de pirita en su textura. Alternan con los niveles compactos más silíceos, lechos, margosos carbonatados.

Las tobas de Nube Ardiente (B_{l-k}), se intercalan en la base de la Serie Basáltica I y corresponden a depósitos aglomeráticos heterogéneos, sin estratificación, producidos durante un período de actividad volcánica explosiva.

Estos grupos litológicos se comportan frente a la meteorización de modo similar. Con un avance del frente de alteración bastante rápido, tanto en profundidad como en extensión, el resultado morfológico son zonas con importantes suelos de alteración, taludes con pendientes comprendidas entre el 15 y 30 por ciento y predominio de formas alomadas con interfluvios profundamente abarrancados.

– ***Basaltos de la Serie I (β_I)***

Originados durante sucesivas emisiones fisurales de extensos mantos de productos escoriáceos y lavas compactas, alternando con emisiones centrales que dieron los conos de lapilli y cinder intercalados entre las sucesivas coladas subhorizontales (con buzamientos inferiores a 10^{O}). Aparecen igualmente intercalaciones de suelos de alteración recocidos ("almagres").

Las coladas se agrupan en potentes paquetes de disyunción columnar, con espesores individuales de 2 a 4 m, si bien aparecen de vez en cuando diques-capa de hasta 20 m de potencia. Gran número de coladas son de tipo vacuolar y oqueroso y el conjunto se encuentra atravesado por diques verticales.

La petrología de estos materiales corresponde a oceanitas, basaltos olivínicos dolerí-ticos, plagioclásicos, augíticos, etc.

En conjunto, la serie basáltica muestra una mayor complejidad de términos en Fuerteventura que en Lanzarote, donde ocupa también una extensión menor.

– ***Basaltos de la Serie II*** (β_{II})

Se asientan en discordancia erosiva sobre la Serie Basáltica I y constituyen coladas lávicas superpuestas y conos de cinder y piroclastos de gran amplitud. Su petrología es similar a la de los basaltos de la Serie I, aunque predomina en ella el tipo porfídico (con abundantes cristales de olivino englobados en una pasta de grano muy fino). Entre los piroclastos se engloban lapillis rojos y negros, escorias sueltas o soldadas y cenizas com-pactas formando aglomerados y bombas, mientras que las lavas son de tipo fluido ("pahoehoe" y "aa"), ocupando extensas superficies y fosilizando la topografía anterior. Los conos volcánicos se conservan mal en general, reconociéndose a menudo sólo por el material y por algunos restos morfológicos.

En Fuerteventura se distribuyen aproximadamente por toda su mitad septentrional y en Lanzarote por el N y S de la isla, en las proximidades de los macizos tabulares de Jandía y Ajaches.

– ***Basaltos de las Series III y IV*** (β_{III} β_{IV})

Alcanzan un máximo desarrollo en Lanzarote.

Son basaltos escoriáceos y vítreos de textura porfídica, fluidal y dolerítica, con fenocristales de olivino, plagioclasa o augita, muy vacuolares u oquerosos. En cuanto a su estructura, se presentan formando campos de edificios cónicos de lapillis y cinder, o bien "malpaises" de lavas escoriáceas poco alteradas. Predominan los piroclastos oscuros, con frecuencia negros y de aspecto lustroso, aunque también se encuentran numerosos conos de lapilli y escorias rojas; en algunas coladas de Fuerteventura han sido encontrados enclaves de cierta importancia, de rocas peridotíticas.

Un cierto número de estos volcanes han estado en actividad, o se han formado en épocas históricas, por lo que conservan perfectamente su estructura inicial.

Los piroclastos finos (lapillis) tienen excelentes cualidades para su empleo como áridos naturales, debido al gran volumen de reservas y la posibilidad de una explotación mecanizada poco costosa.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I_1	Comprende las rocas más antiguas de las islas, acerca de cuya edad sólo hay datos para afirmar que sea algo anterior al Mioceno inferior. Son rocas plutónicas de diferente basicidad (desde peridotitas a sienitas), diques e intrusiones alcalinas. Forman un conjunto competente, muy diaclasado, en el que la erosión ha labrado un relieve acusado.
	I_2	Formada por lavas de emisión submarina, tobas y aglomerados subaéreos, así como rocas sedimentarias silíceas con estratificación rítmica. Presentan una profunda alteración que origina suelos eluvio-coluviales de cierta importancia. Potentes recubrimientos de caliche y aguas de infiltración muy carbonatadas.
	I_3	Compuesta por diversas variedades de basaltos que adoptan la estructura de coladas tabulares compactas o escoriáceas, a menudo con disyunción columnar. Intercalan suelos residuales rojos ("almagres") y numerosos diques capa que inciden en la acumulación y retención de acuíferos. Las rocas son en general resistentes, pero su heterogeneidad condiciona frecuentes desprendimientos por descalce.
II	II_1	Consta de edificios volcánicos cónicos muy desmantelados y de coladas de basaltos vacuolares compactos y escoriáceos; los conos están formados por piroclastos gruesos, lapillis y cinder, quedando con frecuencia fosilizados por coladas de la misma serie. El grado de alteración de estas rocas es considerable, en especial en el caso de los piroclastos.
	II_2 y $_3$	Comprenden materiales basálticos piroclásticos y coladas escoriáceas pertenecientes a las Series III y IV. Su morfología, típicamente volcánica, con gran profusión de conos y "malpaises", caracteriza amplias áreas de las islas. La degradación por efectos de la meteorización del material es proporcional a la antigüedad de las erupciones, siendo muy pequeña en el caso de emisiones históricas.
	II_4	Formada por suelos eluviales arcillosos de colores rojizos y parduzcos, con abundantes cantos volcánicos, junto con rañas de matriz areno-limosa. Se originan problemas de drenaje debido a las características litológicas del material y a la morfología aplanada o ligeramente cóncava de los enclaves.
	II_5	Se integran en la Area depósitos aluvio-coluviales y conos de derrubios, de carácter detrítico grosero. Los fragmentos rocosos son heterométricos y poligénicos, de formas desde angulosas a redondeadas, y quedan englobados por matrices arcillo-arenosas, con grados variables de encalichamiento.
	II_6	Queda definida por acumulaciones de espesor considerable de arenas móviles de transporte eólico. La percolación de aguas y la precipitación de sales carbonatadas contribuye a fijar el material. La composición del material es silícea, con gran proporción de pequeños fragmentos de conchas calcáreas y un volumen variable de partículas de rocas plutónicas y volcánicas.

MINISTERIO DE INDUSTRIA

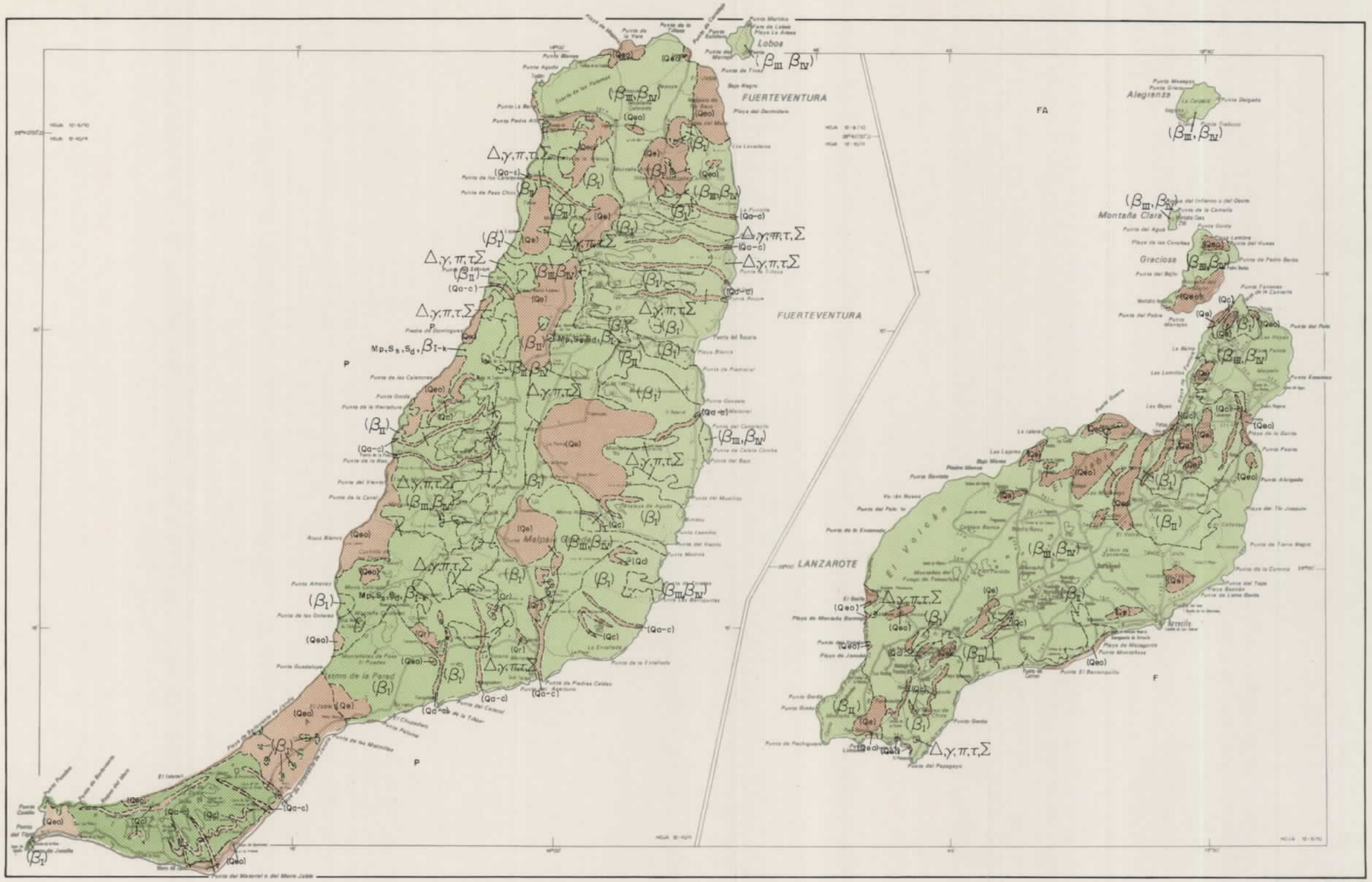
DIRECCION GENERAL DE MINAS E INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCION

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOTECNICO GENERAL

FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

PUERTO DEL ROSARIO	92 / 12-10/11
ARRECIFE	88 / 12-9/10



Escala 1:400.000

SUBSTRATO

$\Delta, \gamma, \pi, J, \Sigma$	Comprende los materiales (dioritas, gabros, peridotitas, traquitas y sienitas) que configuran el complejo estratiforme, los complejos circulares, diques y demás estructuras del núcleo basal de las islas.
M_p, S_s, S_d, P_{l-K}	Se integran las tobas traquíticas subaéreas, serie volcánica submarina, serie detrítica rítmica y tobas basálticas de Nube Ardiente, que se distribuyen en general en torno al macizo plutónico antiguo.
B_I	Coladas compactas y piroclastos de naturaleza basáltica, pertenecientes a la Serie I. Adoptan estructuras tabulares muy erosionadas, interrumpidas por profundos barrancos.
β_{II}	Coladas lávicas superpuestas y conos de cínder y piroclastos, pertenecientes a la Serie Basáltica II. Abundan las lavas escoriáceas de tipo fluido que recubren amplias extensiones, así como los piroclastos en general muy alterados a productos arcillosos.
β_{III}, β_{IV}	Piroclastos y lavas de las Series Basálticas III y IV que componen conos volcánicos de gran difusión y campos de lavas escoriáceas (malpaíses) que ocupan considerable extensión. La alteración de los materiales es tanto más escasa cuanto más reciente, ha sido la fase eruptiva a que pertenecen.

FORMACIONES SUPERFICIALES

Q_e	Suelos eluviales arcillo–limosos con una proporción elevada, aunque variable, de cantos.
Q_r	Depósitos granulares tipo raña constituídos por cantos redondeados o subredondeados poligénicos, tramados por una matriz areno–limosa.
Q_c	Depósitos coluviales de fondo de valle y laderas, integrados por bloques y fragmentos rocosos muy heterométricos, con frecuentes recubrimientos de caliches.
Q_{a-c}	Sedimentos aluvio–coluviales de origen diverso, unidos por una matriz arenoso–pelítica.
Q_{eo}	Acumulaciones de arenas de transporte eólico, más o menos consolidadas.

FONDOS MARINOS

P	Piedra
FA	Fango y arena
F	Fango

2.5. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS

Area I_1

Area de morfología abrupta que configura algunas de las mayores elevaciones de la isla, de carácter mesetario muy árido junto con profundos valles a lo largo de cuyos fondos se establecen fértiles vegas cultivadas (valle de Betancuria y de la Vega de Río Palmas).

Los caracteres litológicos de las distintas formaciones rocosas presentes han condicionado en extremo la morfología; los gabros y peridotitas forman un núcleo resistente a la erosión dentro del macizo montañoso de Betancuria mientras que las rocas alcalinas (traquitas y sienitas) dan enclaves menos resistentes, en los que se suman diversos factores texturales y estructurales de carácter general en la zona para dar laderas muy inclinadas y de rápida degradación.

Las pendientes medias en general son superiores al 30 por ciento de inclinación, si bien se suavizan en las zonas bajas a consecuencia de la acumulación de depósitos eluvio-coluviales, en ocasiones de gran potencia.

En conjunto, en lo que respecta a la estabilidad de la Area, se considera que ésta es estable en condiciones naturales y artificiales, aunque la acción humana pueda crear problemas de inestabilidad locales.

Las condiciones morfológicas crean considerables problemas en el trazado de vías de comunicación.

Area I_2

Topografía con pendientes medias el 15 y 30 por ciento de inclinación; los taludes artificiales se degradan con cierta rapidez debido al desprendimiento de bloques y fragmentos diversos, formándose pequeños coluviales inestables.

Los materiales rocosos, bien sea por la naturaleza aglomerática y el profundo diaclasado, bien por el grado de avance en extensión y profundidad de la meteorización, tienen una porosidad de conjunto elevada, que ha sido aprovechada por la circulación ascendente de aguas de infiltración para la disolución, transporte y precipitación de diversas sales, en especial carbonatos, cuyas concreciones aparecen constantemente rellenando cavidades libres y fisuras, o recubriendo la superficie de los cantos; los depósitos de caliche superficiales llegan a tener gran desarrollo en extensión, con un espesor muy discontinuo, en ocasiones superior a 1 m.

La Area puede considerarse estable en condiciones naturales e inestable bajo la acción del hombre, debido a la fragmentación de las superficies de roca y al riesgo de deslizamientos y desprendimientos en los sectores de mayor pendiente.

Area I_3

Al estar constituida por una sucesión de potentes paquetes de coladas basálticas subhorizontales superpuestas, su morfología se caracteriza por relieves de mesetas interrumpidas por profundas entalladuras, que se producen por la acción erosiva de la red fluvial; estos barrancos separan formas topográficas que se denominan localmente "cuchillos", y se prolongan desde el interior de las islas, en dirección perpendicular, hasta las costas, mostrando sección en U a causa del relleno de sus fondos y laderas por materiales

detríticos groseros de origen aluvio-coluvial. En los barrancos se perfilan laderas muy verticalizadas, escalonadas según la diferente erosionabilidad de las coladas, y que terminan en los rellanos estructurales de las mesetas recubiertas de suelos eluviales arcillosos y potentes costras de caliche.

En otros casos los relieves se presentan como grandes escarpes erosivos costeros (riscos de Famara y Los Ajaches en Lanzarote; Jandía en Fuerteventura) a cuyas faldas se acumulan depósitos coluviales de gran potencia.

Las pendientes medias varían entre el 15 y más del 30 por ciento, salvo en los sectores amesetados donde la inclinación suele ser siempre inferior al 7 por ciento.

En condiciones naturales la Area muestra una general estabilidad que puede ser alterada por la acción humana, dada la heterogénea competencia de las coladas, produciéndose desplomes y caída de bloques.

Area II_1

Morfología de formas comunmente aplanadas, en las que las extensas y resistentes coladas basálticas, en gran parte responsables del relieve, alternan con conos piroclásticos demolidos casi totalmente y cuyos productos fragmentarios (cinder, lapillis, escorias gruesas y bombas) han sido profundamente meteorizados, produciendo suelos eluviales de arcillas y gravas.

Las pendientes quedan comprendidas entre el 7 y 15 por ciento de inclinación, correspondiendo los mayores desniveles a las zonas abarrancadas, heredadas por sobreimposición de la red fluvial.

Las condiciones de estabilidad del terreno son buenas, tanto en su estado natural como cuando se producen modificaciones por la acción humana.

Area II_2 y II_3

Conjunto morfológico con una considerable heterogeneidad de formas, que por su interrelación espacial y cronológica se trata unificadamente en este mismo apartado. Estas Areas comprenden amplios sectores de topografía montuosa formados por conos volcánicos en estados diversos de conservación, los cuales alternan con amplias extensiones de suave declive cubiertas por mantos de lavas almohadilladas y escoriáceas. Estos campos lávicos, que reciben la denominación local de "malpaises", conservan el aspecto caótico del momento de su emisión como voluminosas coladas de productos fluidos, discurriendo desde los focos de emisión hacia zonas más bajas, adaptándose a la topografía preexistente. A veces en su superficie agreste aparecen enclaves, del orden de varios metros cúbicos de volumen, formados por grandes fragmentos de coladas basálticas compactas ("islotes"), arrastrados por la riada de lava; otras formas morfológicas peculiares, extraordinariamente desarrolladas en Lanzarote, son los "hameos" o túneles naturales constituidos por enfriamiento y encostramiento de la capa superficial de lava y drenaje de la inferior todavía fluida.

Los piroclastos, por su parte, han formado "campos de volcanes", de topografía accidentada en conjunto. La alteración superficial ha conseguido un cierto redondeamiento de las formas topográficas, acompañado de recubrimientos arcillosos eluviales de cierta importancia en los más antiguos, aunque los conos formados en erupciones más recientes (que llegan hasta tiempos históricos) conservan sus perfiles cónicos inalterados.

Las pendientes naturales están comprendidas entre el 7 y 15 por ciento de inclinación.

Las coladas de lava son estables tanto en condiciones naturales como bajo la acción del hombre, salvo eventuales desplomes muy locales debidos a la existencia de cavidades en el subsuelo. Los materiales piroclásticos, aunque también se mantienen en equilibrio natural, presentan riesgo de desplomes en el caso de taludes artificiales y excavaciones.

Area II_4

Suelos eluviales y depósitos de raña de topografía aplanada, con tendencia a igualar las irregularidades del basamento rocoso. Las rañas presentan una morfología amesetada recortada por pequeños escarpes provocados por la erosión. Las pendientes medias de la Area no superan el 7 por ciento de inclinación.

Los caracteres de estabilidad se conservan en condiciones normales, pero pueden deteriorarse considerablemente por la acción humana.

Area II_5

La Area está formada por entornos de perímetro alargado, más o menos rectilíneos que corresponden a depósitos derrubiales y aluvio-coluviales de potencia y composición textural bastante variables.

La adaptación de los conos de derrubios a la parte baja de las laderas, produce un suavizamiento general de los escarpes, especialmente en el caso de los grandes escarpes erosivos labrados en las potentes series antiguas de coladas basálticas (Famara, Ajaches, valles interiores de Fuerteventura, etc).

Los aluvio-coluviales tienen un efecto morfológico similar en el fondo de los barrancos, constituyendo potentes rellenos detríticos recubiertos por suelos. En las áreas costeras los depósitos se ensanchan considerablemente debido a la acumulación de aportes y al relieve aplanado de la rasa litoral.

Las pendientes medias oscilan alrededor del 15 por ciento de inclinación.

El encajamiento de los cantos y bloques, entremezclados con materiales finos, produce la consolidación de estas acumulaciones detríticas; a estos efectos de consolidación se suma el recubrimiento por caliches, que se verifica tanto en la superficie general de los afloramientos como en detalle entre los diversos fragmentos, y que tiende a dar mayor estabilidad al conjunto. Sin embargo, se puede alcanzar rapidamente la modificación de este equilibrio por la realización de obras que supongan removilización de los materiales.

Area II_6

Su morfología es alomada, con tendencia general hacia el aplanamiento y sus únicos relieves se deben a la adaptación del material arenoso a las irregularidades del sustrato.

Las pendientes son inferiores al 7 por ciento.

Existe una inestabilidad general del material, sólo en algunos casos aminorada a causa de la precipitación de carbonatos que aglutinan las arenas; esta consolidación de origen físico-químico da como resultado costrones que, generalmente, no tienen gran continuidad lateral ni vertical. Desde el punto de vista constructivo, esta Area se considera como de gran inestabilidad, tanto en condiciones naturales como bajo la acción humana.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I_1	Topografía agreste, con pendientes superiores al 30 por ciento de inclinación en las laderas; zonas de cumbres alomadas a causa del arrasamiento y la alteración meteórica. Estabilidad general, tanto en condiciones naturales como bajo la acción del hombre.
	I_2	Pendientes comprendidas entre el 15 y 30 por ciento de inclinación. Area profundamente afectada por la meteorización. Condiciones naturales de estabilidad, que se pueden alterar bajo la acción del hombre.
	I_3	Presenta una morfología amesetada, bruscamente interrumpida por escarpes de gran salto y barrancos. Pendientes medias de las laderas, comprendidas entre el 15 y más del 30 por ciento. Estable en condiciones naturales y con riesgo de inestabilidad bajo la acción humana.
II	II_1	Relieve considerablemente erosionado, con pendientes entre el 7 y 15 por ciento de inclinación. Estabilidad tanto en condiciones naturales como bajo la acción del hombre.
	II_2	Formas topográficas con pendientes entre el 7 y 15 por ciento de inclinación, con relieve sumamente agreste debido a los materiales escoriáceos que forman gran parte de la Area. Estable en condiciones naturales y bajo la acción humana.
	II_3	Formas topográficas onduladas entre las que emergen numerosos conos volcánicos en buen estado de conservación. Pendientes medias que oscilan entre el 7 y 15 por ciento. En general, los materiales de la Area han alcanzado un estado de equilibrio natural que puede ser alterado por la acción humana.
	II_4	Topografía aplanada, interrumpida por abarrancamientos de escasa profundidad. Taludes naturales con menos del 7 por ciento de inclinación. Estable en condiciones naturales e inestable por la acción del hombre.
	II_5	Pendientes naturales del 15 al 30 por ciento, con una topografía sumamente irregular, propia de depósitos detríticos o groseros de carácter aluvio-coluvial o de acúmulos de ladera. Estabilidad en condiciones naturales que puede ser fácilmente alterada.
	II_6	Acumulaciones de arenas eólicas móviles o consolidadas, con relieves poco marcados; pendientes inferiores al 7 por ciento de inclinación. La Area presenta condiciones deficientes de estabilidad bajo todos los aspectos.

MINISTERIO DE INDUSTRIA

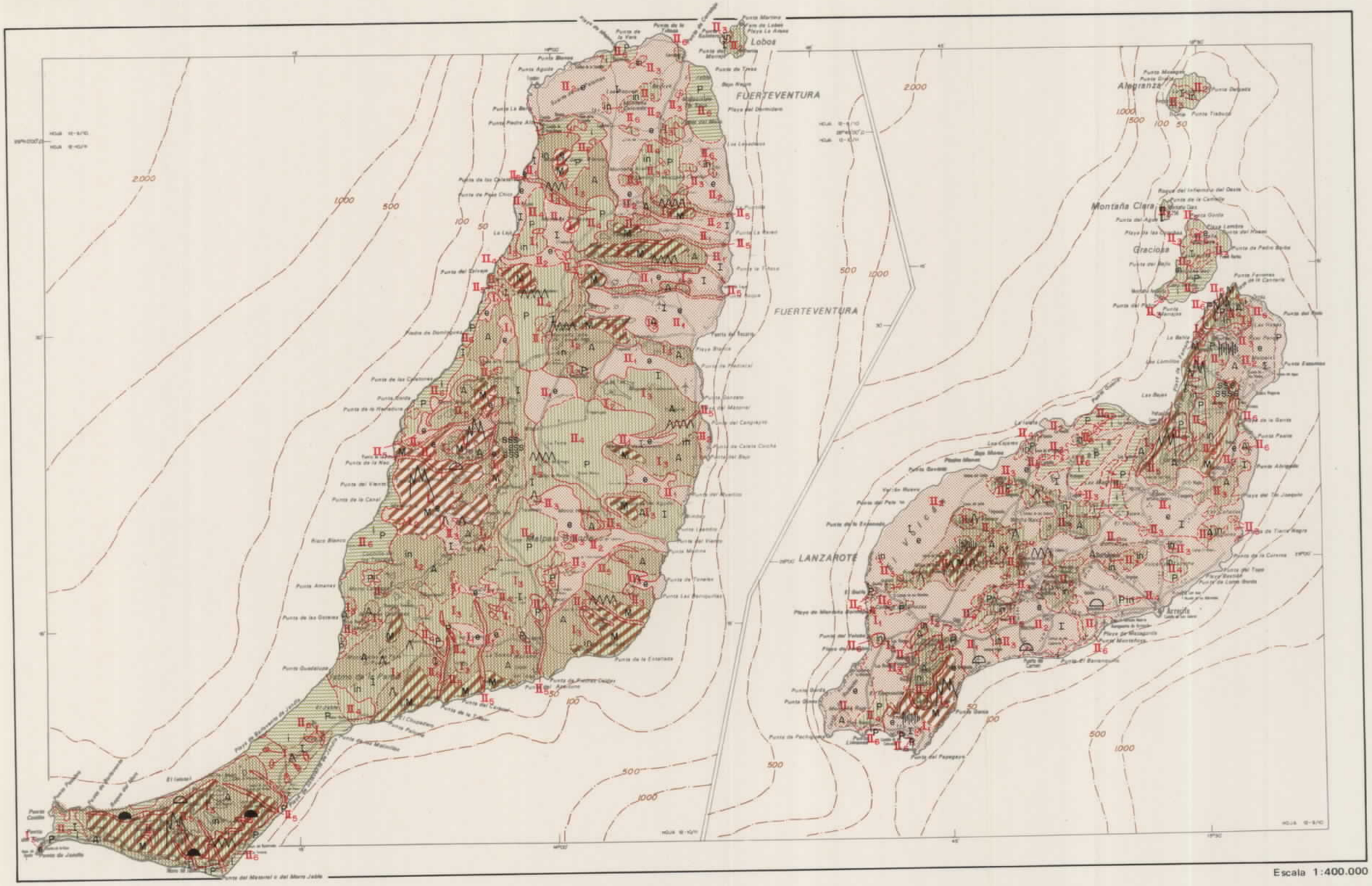
DIRECCION GENERAL DE MINAS E INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCION

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOTECNICO GENERAL

CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS

PUERTO DEL ROSARIO	88 12-10/11
ARRECIFE	88 12-9/10



Escala 1:400.000

INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

- P — Zonas planas (pendientes menores del 7º/
- I — Zonas intermedias (pendientes entre el 7 y el 15º/o).
- A — Zonas abruptas (pendientes entre el 15 y el 30º/o).
- M — Zonas montañosas (pendientes superiores al 30º/o).
- Límite de separación de Zonas.

SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU GRADO DE ESTABILIDAD

- e — Zonas estables en condiciones naturales y bajo la acción del hombre.
- in — Zonas estables en condiciones naturales pero inestables bajo la acción del hombre.
- i — Zonas permanentemente inestables.
- Límite de separación de Zonas.

SIMBOLOGIA

FENOMENTOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- Deslizamiento potencial.
- Deslizamiento activo.
- Formas de relieve abruptas o escarpadas.
- Formas de relieve moderadas
- Ladera inestable.
- SSS Ladera con recubrimiento abundante por alteración.
- Abarrancamiento.

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- Límite de separación de Areas
- II_2 Designación de un Area

2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

Area I_1

Formada por materiales rocosos de naturaleza compacta, pero en los que, debido al intenso diaclasado y a las continuidades representadas por las numerosas intrusiones de diques, se alcanza una porosidad textural eficaz elevada; por ello, la infiltración es considerable en esta zona que, por otra parte, la recibe a causa de su altimetría los mayores aportes pluviométricos de la isla.

El drenaje superficial se puede calificar de excelente gracias a la existencia de un pronunciado relieve, mientras que el drenaje profundo de esta zona montañosa se ve favorecido por la existencia de un nivel de base que coincide con la plataforma costera.

Una profunda red de barrancos acumula en el fondo de sus cauces, rellenos de aluviones y coluviales, acuíferos abundantes, como lo atestiguan las numerosas instalaciones de bombeo en ellos ubicadas.

Desde el punto de vista constructivo, las características hidrológicas de la Area se pueden conceptuar como favorables, haciendo una salvedad para el caso de construcciones subterráneas que pueden llegar a encontrar, durante los trabajos de excavación, niveles acuíferos retenidos por los numerosos sistemas de diques existentes.

Area I_2

Presenta características de drenaje superficial favorables. Por el contrario, en cuanto a permeabilidad debe calificarse de semipermeable, siendo considerablemente mayor la porosidad del material en superficie, donde la roca se encuentra sumamente diaclasada y meteorizada que en profundidad. La infiltración de agua tiene por tanto mayor dificultad en llegar a formar niveles acuíferos profundos que en fluir a favor de pequeñas fracturas y diaclasas o bien a lo largo de algún dique, hasta constituir surgencias superficiales; con frecuencia se aprecia cierto control estructural en la aparición de manantiales y fuentes.

Desde el punto de vista hidrológico no se plantean dentro de la Area problemas geotécnicos especiales.

Area I_3

La permeabilidad oscila entre diversos valores, de acuerdo con la textura compacta o escoriácea de las coladas subhorizontales que componen la Area. Los niveles escoriáceos presentan una porosidad textural elevada. En las coladas de basaltos compactos columnares la porosidad textural, por el contrario, es pequeña, aunque existe una porosidad eficaz apreciable debida a la fracturación de la roca.

Son de gran interés dentro de estas formaciones los niveles de suelos residuales arcillosos ("almagres") intercalados entre potentes paquetes de coladas, ya que por su carácter impermeable contribuyen a la retención de bolsadas de aguas fósiles que pueden crear problemas en obras de excavación.

Por todo ello, se clasifica la Area dentro del tipo, semipermeable, con drenaje aceptable.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I_1	Materiales permeables a causa de la fisuración y el diaclasado muy intensos. Por sus elevadas pendientes (superiores al 30 por ciento), el drenaje superficial ha alcanzado gran desarollo. Frecuentes acuíferos ligados a sistemas de diques y fondos aluviales de barrancos. Problemas constructivos únicamente en la perforación de túneles por la posible intersección con bolsadas de agua aisladas.
	I_2	Por la heterogeneidad de su litología y su avanzada meteorización superficial se clasifica como semi-permeable. El factor topográfico condiciona un buen drenaje superficial, con una red bien desarrollada. Presenta algunas surgencias naturales de pequeño caudal. Sin problemas constructivos específicos.
	I_3	Area semipermeable con un drenaje superficial aceptable. Formación de acuíferos por intersección de las coladas escoriáceas porosas con sistemas de diques verticales y con suelos arcillosos fósiles ("almagres").
II	$II_{1\ y\ 2}$	Se consideran los materiales rocosos insertos en las Areas como semipermeables. El drenaje superficial es aceptable, en términos generales. Pueden plantearse problemas de infiltraciones en la construcción de galerías o túneles.
	II_3	Los materiales de esta Area presentan una permeabilidad muy alta, exceptuando algunas zonas locales en las que, por alteración, se han formado recubrimientos arcillosos impermeables. Drenaje bien desarrollado en profundidad. Algún riesgo de agresividad de las aguas de infiltración frente a los aglomerantes hidráulicos.
	II_4	Materiales en su mayor parte muy poco permeables. La topografía generalmente llana, no favorece el drenaje superficial, creándose condiciones de endorreismo. Posibilidades de encharcamiento por causa de un drenaje deficiente.
	II_5	Exceptuando algunos coluviales recubiertos de caliche, la permeabilidad de los materiales es grande. Las pendientes y la situación local de la Area favorecen el drenaje de la misma, creándose frecuentes acuíferos que por su profundidad no afectan a las cimentaciones.
	II_6	La Area presenta una gran permeabilidad, lo cual facilita la formación de acuíferos en el contacto con el sustrato rocoso. El drenaje profundo es favorable, no existiendo por el contrario escorrentía. No existen problemas hidrológicos en orden a la construcción.

MINISTERIO DE INDUSTRIA

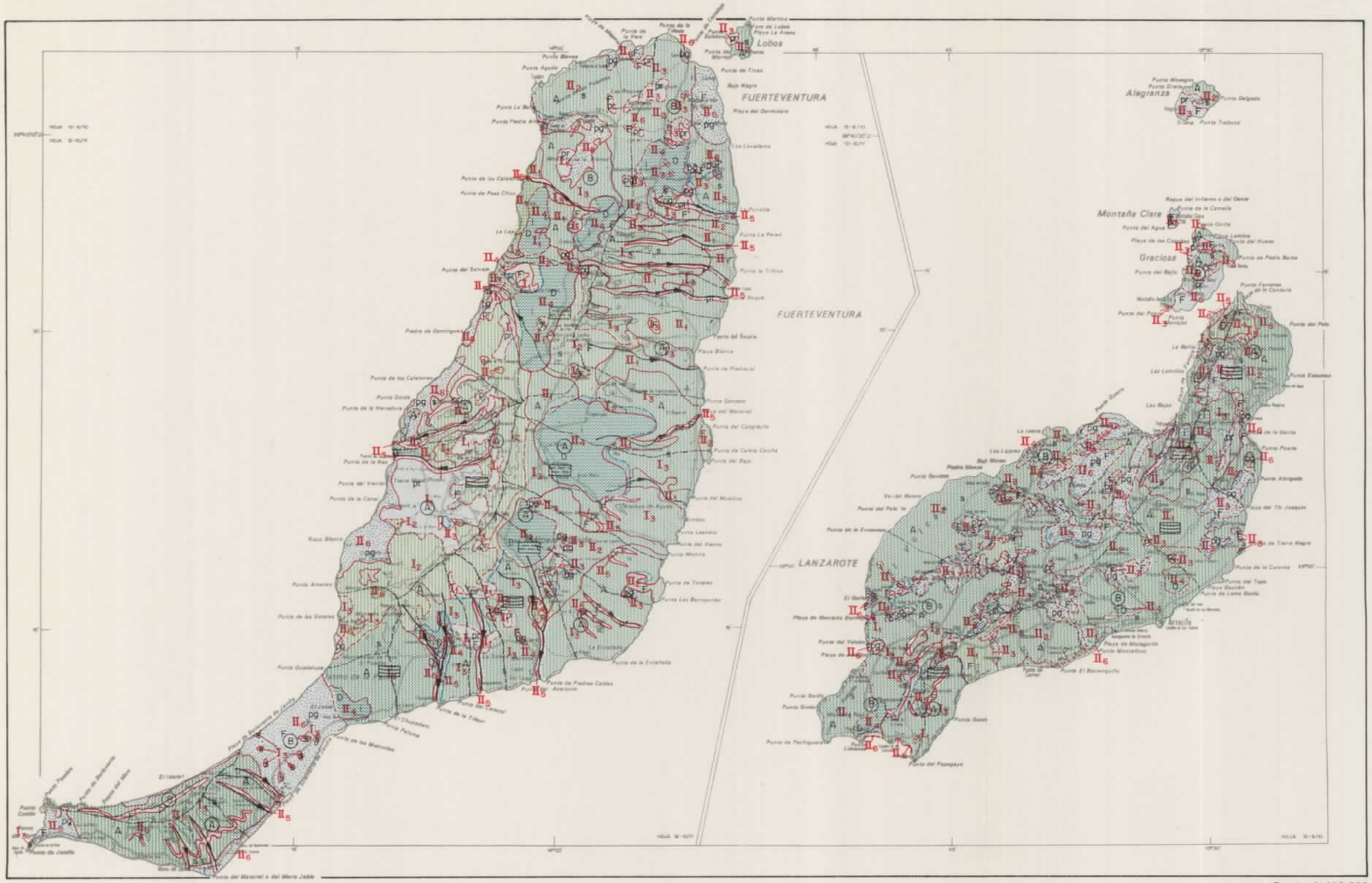
DIRECCION GENERAL DE MINAS E INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCION

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOTECNICO GENERAL

CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

PUERTO DEL ROSARIO	92 / 12-10/11
ARRECIFE	88 / 12-9/10



Escala 1:400.000

CONDICIONES DE DRENAJE

- D — Zonas con drenaje deficiente.
- A — Zonas con drenaje aceptable.
- F — Zonas con drenaje favorable.
- Límite de separación de Zonas.

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

- pg / pr — Granulares / Rocosos — Materiales permeables.
- S — Materiales semipermeables.
- I — Materiales muy poco permeables.
- Límite de separación de materiales.

SIMBOLOGIA

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

- Límite de cuencas hidrográficas.
- Red de drenaje.

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

- (B) Zonas sin acuíferos prácticamente.
- (A) Zonas con acuíferos aislados.

FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS

- Terrenos inundados en época de lluvia.
- Acuíferos ligados a fenómenos lito-estructurales.

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- Límite de separación de Areas
- II_2 Designación de un Area

Areas II_1 y II_2

Constituyen un conjunto morfoestructural de condiciones hidrogeológicas similares.

La porosidad textural es elevada, aunque la porosidad eficaz sea baja; son rocas en gran parte de carácter escoriáceo que yacen en aglomeramientos de morfología accidentada aunque sin grandes desniveles, lo que asegura un drenaje eficiente.

Estas dos Areas presentan escasas surgencias naturales de aguas, si bien se da la posibilidad de alcanzar mediante perforación, algún nivel acuífero embolsado a favor de diques, de paleorrelieves recubiertos por estas formaciones, o de capas de piroclastos intercaladas en la serie basáltica.

Desde el punto de vista constructivo, no se producen problemas de agresividad por las aguas.

Area II_3

Constituida fundamentalmente por materiales piroclásticos de tamaños diversos, más o menos resoldados y cementados, que en conjunto presentan una porosidad muy elevada (valores incluso superiores al 80 por ciento) y se pueden considerar como muy permeables; no se produce prácticamente circulación de aguas de escorrentía salvo en las zonas donde la alteración y degradación de los piroclastos ha llegado a producir suelos arcillosos de un cierto espesor sobre los que se pueden llegar a encharcar pequeñas áreas locales.

El drenaje predominante es de tipo profundo. Los aportes de aguas meteóricas, y de modo especial en algunas zonas de las islas, del agua condensada por absorción superficial, son embebidos rápidamente por las formaciones granulares. Se produce entonces una activa circulación vertical según las variaciones de humedad de las capas más superficiales del terreno; el resultado es un lavado y enriquecimiento de las aguas en compuestos minerales y su precipitación y concentración en zonas próximas a la superficie. En consecuencia, dentro de estas Areas se pueden dar eventualmente casos de aguas agresivas frente a los aglomerantes hidráulicos empleados habitualmente en la construcción.

Area II_4

Forma un conjunto de porosidad eficaz baja, en el que se pueden producir problemas de encharcamiento por deficiencias en el drenaje y la permeabilidad. La morfología de tendencias aplanadas o cóncavas y la situación de la mayor parte de la Area en zonas inferiores, mal drenadas o de carácter endorreico, determinan inconvenientes de orden hidrológico que pueden afectar a la construcción.

Area II_5

La porosidad textural eficaz es elevada debido a la gran variación granulométrica y la escasa clasificación de los materiales, por lo que se puede clasificar como permeable.

El drenaje es favorable gracias a la existencia de un alto gradiente de pendiente, en gran parte de los afloramientos que componen la Area y de un nivel de base que a menudo coincide con la desembocadura de los barrancos en el litoral. El drenaje profundo se halla mejor desarrollado que el superficial, creándose acuíferos en el contacto con el

sustrato rocoso que recubren los depósitos aluvio-coluviales; estos niveles acuíferos suelen ser aprovechados mediante pozos excavados hasta profundidades de 100 m (en las zonas del interior de las islas), quedando por tanto fuera del alcance de las cimentaciones de las obras superficiales.

Area II_6

Formada por materiales arenosos de textura sumamente porosa que presentan gran permeabilidad. Escorrentía superficial casi nula, con formación de acuíferos más o menos profundos según el espesor de sedimentos arenosos.

El drenaje superficial es escaso; por el contrario, el drenaje profundo se puede considerar como favorable dada la proximidad a la costa de los distintos recintos que componen la Area.

2.7. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

Este apartado incluye la evaluación de características de resistencia de los diversos materiales litológicos, junto con otros caracteres y fenómenos observados sobre el terreno, a fin de perfilar, en lo posible, el comportamiento mecánico de las formaciones, ya sea bajo las condiciones naturales en que se encuentran, ya bajo las impuestas por las labores constructivas del hombre.

Para poder englobar de forma general los múltiples valores que puede adquirir la capacidad de carga, se han establecido tres categorías; alta, media y baja, que corresponden a intérvalos en los que la capacidad de carga varía dentro de valores superiores a 3 kg/cm^2, entre 3 kg/cm^2 y 1 kg/cm^2, e inferiores a 1 kg/cm^2 respectivamente. Salvo otras indicaciones específicas, los asientos que se producen al aplicar tales cargas son uniformes y tolerables (inferiores a 5 cm).

Se definen como taludes artificiales medios aquellos de altura comprendida entre 10 y 15 m.

Area I_1

La alteración química de los materiales rocosos de esta Area progresa lentamente debido al clima generalmente seco de la isla; por el contrario, la disgregación que sufren las rocas por causas físicas (variaciones de temperatura, abrasión eólica, rodadura de cantos y bloques por acción gravitatoria, etc) es de gran consideración y se suma al intenso diaclasado, consiguiendo una disminución de la resistencia mecánica de algunas zonas de ladera de gran inclinación. Sin embargo y, en conjunto, la capacidad de carga de estos materiales se evalúa como alta.

Aunque el factor topográfico es muy desfavorable en algunos sectores de la Area, con pendientes superiores al 30 por ciento, las zonas con pendientes menores son aptas para construcciones superficiales, admitiendo taludes medios, si bien existe algún riesgo de desprendimiento de bloques.

Los asientos por efecto de carga se producen raramente y dentro de límites admisibles.

En conjunto, las condiciones constructivas de la Area se consideran aceptables.

Area I_2

La alterabilidad del material afecta considerablemente la resistencia mecánica de la Area, por lo que la capacidad de carga admisible es de tipo medio, con asientos tolerables.

Se admiten taludes medios que al sobrepasar inclinaciones de 40^{o} sufren una rápida degradación, como consecuencia del desprendimiento de bloques y alteración de la matriz detrítica o de la pasta vítrea que los une.

El relieve acentuado, con pendientes entre el 15 y 30 por ciento, facilita la acción erosiva y el transporte de los detritos hacia las zonas bajas de élla, con formación de aluvio-coluviales.

Es también importante la formación de caliches superficiales que contribuyen a la mayor heterogeneidad del material rocoso y de su comportamiento mecánico.

Así pues, las condiciones constructivas son desfavorables.

Area I_3

Comprende un conjunto rocoso de resistencia mecánica elevada, que admite en general una capacidad de carga alta, si bien localmente se presentan materiales escoriáceos algo alterados por efecto de la meteorización que sólo admiten una capacidad de carga media o incluso baja. En la mayor parte de los casos no se producen asientos.

La topografía, excepto en las zonas amesetadas, presenta algunos accidentes de relieve muy acusados tales como laderas de pendiente superior al 30 por ciento, en las que se pueden producir eventuales caidas de bloques. El resto de la Area es bastante estable debido a sus caracteres litológicos (potentes coladas de basaltos columnares en alternancia con niveles escoriáceos soldados) y estructurales (disposición en coladas subhorizontales).

Las condiciones constructivas son favorables.

Area II_1

Conjunto lito-estructural de gran variedad morfológica que admite capacidad de carga alta, produciéndose asientos tolerables.

Los taludes medios verticales se mantienen estables sobre los productos volcánicos que han sufrido una mayor compactación a causa de la homogeneidad de su estructura y granulometría (lapillis); el resto de los materiales sufre una degradación constante y progresiva que obliga a la excavación de taludes artificiales tendidos, o bien divididos en sucesivos tramos aterrazados.

La morfología y el relieve favorecen las condiciones constructivas de la Area, que pueden considerarse como favorables. Las cimentaciones no plantean problemas constructivos importantes.

Area II_2

Se compone de formaciones lávicas muy porosas en su conjunto, con gran volumen de cavidades oquerosas y conductos, en las que se pueden producir asientos tolerables y con una capacidad de carga media.

Aunque las condiciones de cimentación varían de unos términos a otros, siempre es posible una cimentación directa.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I_1	Materiales resistentes ante la alteración química, pero muy afectados por la fragmentación y erosión. Factor morfológico favorable a los desprendimientos. Capacidad de carga alta con escasos asientos.
	I_2	Area con problemas litológicos e intensamente afectada en algunas zonas por la meteorización. Relieve accidentado con taludes naturales inestables. Capacidad de carga media y asientos tolerables.
	I_3	Materiales rocosos heterogéneos con una resistencia mecánica de conjunto elevada. Salvo algún riesgo de caida de bloques en las laderas, la tónica general de la Area es una gran estabilidad. Capacidad de carga alta, sin asientos importantes.
II	II_1	Area con problemas litológicos a causa de la variedad estructural y textural. Topografía favorable a las necesidades constructivas. Llega a admitir taludes medios subverticales en algunas zonas. Capacidad de carga alta, produciéndose asientos diferenciales tolerables.
	II_2	Productos lávicos de naturaleza escoriácea, con un volumen considerable de huecos y relieve sumamente accidentado. Capacidad de carga media, que puede llegar a alta en algunos casos. Asientos tolerables.
	II_3	Materiales piroclásticos de granulometría variada, con buenas cualidades geotécnicas y utilizables como áridos naturales. Taludes medios estables con pendientes menores de 30^{o}; taludes naturales con pendiente máxima de 45^{o}. Capacidad de carga de media a alta, con asientos tolerables.
	II_4	Suelos eluviales arcillosos y depósitos de raña con problemas de drenaje. Capacidad de carga baja, con asientos diferenciales tolerables. Posibilidades de aprovechamiento del material como áridos para la construcción y en la preparación de suelos agrícolas.
	$II_{5\ y\ 6}$	Conjunto de materiales detríticos con capacidad de carga baja y riesgo de asientos inadmisibles. Las condiciones constructivas son muy desfavorables.

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS E INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCION

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOTECNICO GENERAL

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

PUERTO DEL ROSARIO	92 / 12-10/11
ARRECIFE	88 / 12-9/10

Escala 1:400.000

CAPACIDAD DE CARGA

- Zonas con capacidad de Carga Alta
- Zonas con capacidad de Carga Media.
- Zonas con capacidad de Carga Baja.
- Límite de separación de zonas.

ASIENTOS PREVISIBLES

- Zonas con escasa probabilidad de asientos.
- Zonas con posibilidad de asientos tolerables.
- Zonas con posibilidad de asientos inadmisibles.
- Límite de separación de Zonas.

SIMBOLOGIA

GRADO DE SISMICIDAD

(B) Medio VI < G < VIII

Escala internacional macrosísmica (MKS)

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

R — Recubrimientos granulares.

R_1 — Recubrimientos cohesivos.

P — Zonas de condiciones morfo-estructurales críticas.

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- Límite de separación de Areas
- II_2 Designación de un Area

La Area admite taludes medios estables de inclinación inferior a 40^{o}. Las condiciones constructivas son aceptables en sentido amplio.

Area II_3

Se encuentra formada casi totalmente por materiales piroclásticos de tamaños diversos, cuyo comportamiento mecánico viene afectado por una amplia gama de características tales como porosidad, homogeneidad en la granulometría, cohesión entre fragmentos, etc. Los piroclastos de tamaños finos (de 0,5 a 4 cm) admiten taludes medios subverticales, mientras que para tamaños de grano inferiores o superiores la estabilidad disminuye, comenzando a producirse derrumbamientos parciales. El peso específico aparente del material varía entre 0,8 y 1,2 y el peso específico real está entre 1,1 y 1,6.

La capacidad de carga admisible es media y el comportamiento geotécnico del conjunto es aceptable. La Area tiene gran interés desde el punto de vista de la obtención de áridos naturales para construcción.

Area II_4

La capacidad de carga de los suelos eluviales es baja y algo mayor la de los depósitos de raña, produciéndose en ambos casos asientos dentro de límites tolerables.

Diversos factores concurren de forma negativa en esta Area, en lo que se refiere a sus condiciones constructivas: materiales impermeables y topografía de escaso relieve que pueden originar encharcamientos, falta de preconsolidación, asentamientos diferenciales, gran erosionabilidad potencial etc. Así pues las condiciones constructivas se pueden calificar de desfavorables.

En orden al aprovechamiento de los materiales granulares de élla, hay que considerar las abundantes reservas de áridos explotables por ripado, que están contenidas en los depósitos de raña. Los eluviales arcillosos de cierto espesor (superior a 4 m en algunos casos) son explotados en algunas localidades para la preparación de campos de cultivo agrícola artificiales.

Areas II_5 y II_6

Ambas Areas presentan características geotécnicas negativas que fundamentalmente se pueden referir, en el caso de los depósitos aluvio-coluviales y conos de derrubios, a factores texturales y morfológicos, y en el caso de los depósitos eólicos de "jable" a la casi general falta de consolidación.

La capacidad de carga admisible es baja y los taludes artificiales de altura superior a 5 m no se mantienen en equilibrio. En algunos casos la cementación de los fragmentos rocosos del sedimento por encostraciones calcáreas proporciona cierta estabilidad a los taludes naturales pero en general, suele concurrir una topografía desfavorable.

Los asientos por causa de la redistribución de los materiales llegan, en ocasiones, a límites inadmisibles.

Las condiciones constructivas se definen como muy desfavorables.

3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS

De la recopilación de la variada información expuesta en los capítulos anteriores, se obtiene una síntesis de características constructivas, de los terrenos comprendidos en el presente Mapa Geotécnico General a escala 1:200.000.

En resumen, se establecen cuatro diferentes tipos de condiciones constructivas, ya esbozados en el apartado de características geotécnicas: condiciones constructivas Favorables, Aceptables, Desfavorables y Muy Desfavorables, que tratan de englobar los diversos factores de incidencia geotécnica desarrollados a lo largo del capítulo 2.

3.1. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES

Quedan incluidos dentro de esta calificación los materiales de las Areas II_5 y II_6; como caracteres comunes presentan una capacidad de carga baja, bien sea por la escasa coherencia textural y movilidad de los granos, en el caso de las arenas eólicas, o bien por la desorganización estructural de los clastos en los aluvio-coluviales y derrubios de ladera; en ambos casos el riesgo de asientos diferenciales del terreno es considerable.

La morfología es, en determinados casos, un factor específico de inestabilidad que propicia el desprendimiento de bloques y las avalanchas de ladera.

La hidrología, por el contrario, no presenta más problemas importantes que los que puedan surgir al ser alcanzados algunos niveles freáticos, próximos a la superficie, durante obras de cimentación o excavación.

3.2. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

Comprende el grupo a los materiales de las Areas I_2 y II_4 en razón a que sus características litológicas plantean considerables problemas de orden constructivo y geotécnico. En la Area I_2 concurren, de igual modo, problemas morfológicos promovidos fundamentalmente por la existencia de un acusado relieve.

En la Area II_4 la morfología aplanada se relaciona íntimamente con inconvenientes de tipo hidrológico derivados de un drenaje y permeabilidad deficientes, tales como pueden ser los encharcamientos superficiales temporales.

La capacidad de carga admisible por estos terrenos oscila entre media y baja, pudiendo producirse asientos diferenciales de muy diversos grados.

3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES

Se introducen en este concepto los terrenos comprendidos en las Areas I_1, II_2 y II_3.

Los problemas morfológicos son los más comunes a todas ellas; la erosionabilidad, las formas de relieve heredadas, las fuertes pendientes en el caso de los materiales más antiguos, y otros diversos factores, tienden en conjunto a crear una serie de dificultades en general opuestas a cualquier acción constructiva artificial.

La Area II_3 presenta, por el contrario, problemas litológicos causados sobre todo, por la falta de homogeneidad textural y estructural de sus materiales: clastos (cinder, lapillis, escorias, bombas y demás productos volcánicos de emisión explosiva. Por lo que se refiere a su compactación, taludes naturales y artificiales, alterabilidad, etc, pueden llegar a producirse considerables inconvenientes constructivos.

La capacidad de carga en estos terrenos varía de alta a media, con márgenes tolerables de asentamiento.

3.4. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

Comprende las Areas I_3 y II_1. En la primera existen algunos sectores (fundamentalmente zonas de ladera y cabeceras de valle), en los que se producen problemas morfológicos, motivados por la presencia de pendientes de gran inclinación y posibles riesgos de desprendimientos; estos sectores ocupan, sin embargo, una extensión relativamente pequeña dentro de la Area que en conjunto reune excelentes condiciones constructivas.

La Area II_1 reune igualmente buenas condiciones geotécnicas a excepción de algunos problemas locales de índole litológica, provocados por la heterogeneidad de materiales que reune, y fácilmente solventables mediante la aplicación de los métodos constructivos adecuados.

En sentido amplio se puede afirmar que los materiales admiten capacidades de carga altas, sin asientos aparentes o en todo caso tolerables, no planteándose problemas geotécnicos importantes.

BIBLIOGRAFIA

- IGC (1961). **Mapa de las comarcas geográficas de España.** Servicio de Cartografía y Publicaciones. Madrid.
- IGC (1945-47-48-49-50-51-65). **Hojas topográficas del Mapa Nacional a escala 1:50.000 nº 1079, 1080, 1081, 1082, 1083, 1084, 1087, 1088, 1089, 1092, 1093, 1098, 1099, 1105, 1106, 1107, 1114, 1115, 1122.** Servicio de Cartografía y Publicaciones. Madrid.
- I.G.M.E. (1971) **Mapa de síntesis de sistemas acuíferos de España Peninsular, Baleares y Canarias.** Servicio de Publicaciones. Madrid.
- I.G.M.E. e Instituto Lucas Mallada (CSIC) (1964). **Mapas Geológicos de Fuerteventura y Lanzarote, a escala 1:100.000.** Servicio de Publicaciones. Madrid.
- I.G.M.E. e Instituto Geográfico y Catastral (IGC) (1966). **Mapa Sismo-Estructural de la Península Ibérica, Baleares y Canarias.** Servicio de Publicaciones. Madrid.
- Ministerio de Agricultura (1965) **Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España.** Mapa Agronómico Nacional. Dirección General de Agricultura. Madrid.
- M.O.P. **Balance hídrico.** Servicio de Publicaciones del M.O.P. Madrid.
- M.O.P. (1964) **Datos climáticos para Carreteras.** Servicio de Publicaciones del M.O.P.
- Presidencia del Gobierno (1968) **Norma Sismorresistente P.G. S-1 (1968).** Madrid.
- Servicio Meteorológico Nacional **Datos climáticos del período 1960-1971, correspondientes a las estaciones meteorológicas de las islas Canarias.** Servicio de Publicaciones. Madrid.