MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

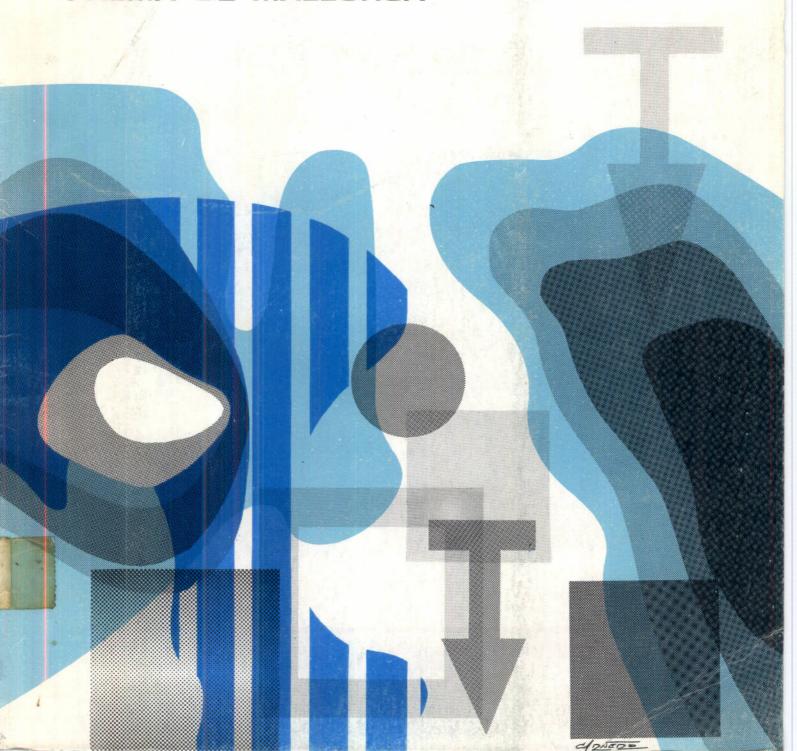
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJA 10-7

00278

MAPA GEOTECNICO GENERAL

PALMA DE MALLORCA



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOTECNICO GENERAL E:1/200.000

PALMA DE MALLORCA

HOJA 10-7/57

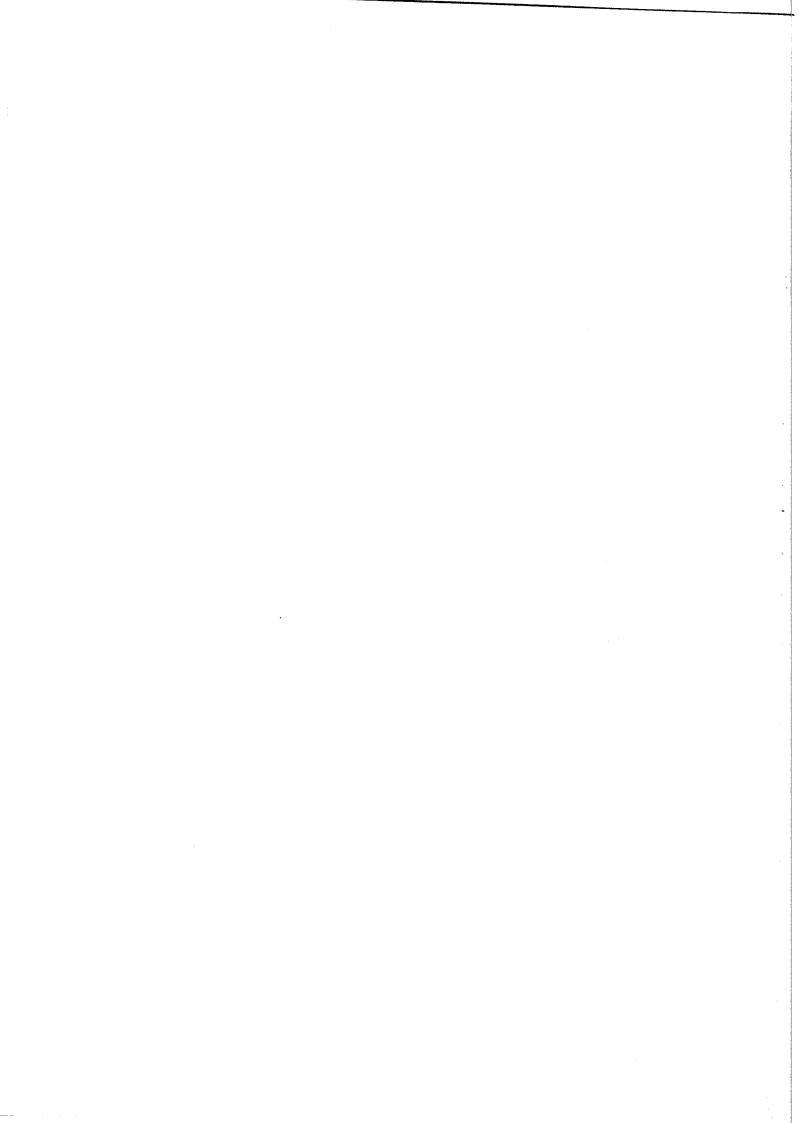
El presente estudio ha sido realizado por GEOTEHIC, S.A. Ingenieros Consultores en régimen de contratación con el Instituto Geológico y Minero de España

Servicio de Publicaciones - Ministerio de Industria - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal. M 24164 - 1976

INDICE

1.	INTE	ODUCCION	pág 1
2.	DESC	CRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA	3
	2.1.	Características fisico-geográficas	3
	2.1.	Bosquejo geológico	6
	2.3.	División zonal de la Hoja	7
	2.4.		12
	2.5.		17
	2.6.		21
	2.7.		25
3.	INT	ERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS	31
	3.1.	Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables	31
	3.1.	Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	31
	3.3.	Terrenos con condiciones constructivas aceptables	32
	3.4.		32
	3.5.	Terrenos con condiciones constructivas muy favorables	32
_		ODATIA.	33



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 escata 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

2.1. CARACTERISTICAS FISICO-GEOGRAFICAS

El presente informe abarca el estudio geotécnico de las islas e islotes, localizados dentro de los límites de las Hojas 1:200.000 Palma de Mallorca (10-7) y Cabrera (10-8), comprendidas entre las coordenadas geográficas 39° 00′ y 40° 00′ de latitud norte y 2° 08′ 53′′ y 3° 28′ 53′′ de longitud este (Meridiano de Greenwich). Los territorios emergidos corresponden a las islas de Mallorca, Cabrera, Dragonera y Conejera, junto con una serie de islotes entre los que cabe citar el de Na Redonda, La Porrosa, Del Toro y Malgrats. En conjunto, toda la superficie emergida ocupa entre un 50-60 por ciento de una Hoja, estando ocupado el resto por las aguas del Mar Mediterráneo.

Morfológicamente cada isla constituye una unidad a considerar por separado, pero, dada la finalidad de este informe, únicamente se trataran aquellas que por sus características geográficas y humanas tengan una cierta entidad.

La isla de Dragonera constituye un territorio de forma alargada con una costa acantilada en el borde occidental y suroriental y pendientes algo más atenuadas en el borde noroccidental, a partir de la cual se asciende progresiva y repentinamente hasta el pico Dragonera (310 m). En definitiva, se trata de una montaña con pendientes muy fuertes en su descenso, hasta la costa, las cuales se suavizan bastante en el tercio septentrional donde es la última cruzada por un arroyo que desemboca en la Cala Lladó, y en la que se aprecia una pequeña franja litoral de relieve muy suave.

La isla de Cabrera constituye un territorio montañoso con un relieve muy accidentado y quebrado que alcanza su máxima cota en el pico Cabrera (172 m), a partir del cual se suceden montañas y barrancos que terminan en una costa acantilada de contorno muy irregular, la cual a su vez forma entrantes y salientes constituidos en amplias calas de gran penetración y calas muy salientes.

En la isla de Mallorca se diferencian trés unidades morfológicas que se suceden de oeste a este: Sierra Norte, Depresión Central y Sierra de Levante. La unidad de Sierra Norte constituye una banda alargada que se extiende desde la isla Dragonera al cabo Formenter, con una anchura de 15-20 km y rumbo SO-NE. La forman una sucesión de montañas que poco a poco se van elevando de SO y NE, respectivamente, hacia el centro, culminando en la Sierra de Alfabiu, cuyo vértice más alto (Puig Mayor) alcanza los 1.443 m de altitud. La topografía de toda ella es muy abrupta, con un relieve de perfil longitudinal y transversal muy quebrado que termina en acantilados y paredes de cientos de metros en la zona costera.

La Depresión Central ocupa el centro de la isla, extendiéndose desde la Bahía de Alcudia hasta la de Palma y Cabo Salinas. Morfológicamente, se caracteriza por constituir una zona de superficie llana o de muy escasa pendiente, dentro de la cual han quedado incluidos algunos núcleos montañosos de gran entidad (Ronda, Montesión, San Miguel, Santa Magdalena) que rompen la tónica general.

La Sierra de Levante ocupa toda la banda oriental que discurre desde Cabo Farruch-Capdepera hasta Santañy. Dentro de ella cabe distinguir dos zonas con algunas diferencias morfológicas. La primera de ellas ocupa la parte septentrional que va desde Cabo Forrech hasta la linea de San Lorenzo-Son Servera. Presenta una topografía bastante accidentada, con un relieve muy quebrado con fuertes pendientes y accesos difíciles. La segunda zona está formada por una sucesión de sierras, con cumbres entre 400-500 m, de pendientes muy acusadas, colinas de fácil acceso, bordes litorales de escasa pendiente pero superficie escabrosa, atravesada por algunos barrancos, y áreas deprimidas.

La red fluvial está escasamente desarrollada por toda la Hoja, encontrándose únicamente torrentes de escaso recorrido en la zona litoral de Sierra de Levante y en ambas vertientes, costera e interior, de la Sierra Norte. La circulación de agua por sus cauces es ocasional, en días de Iluvia, y únicamente en la Sierra de Alfabia se encuentran surgencias que permiten un caudal variable aprovechado íntegramente, mediante embalses, con lo cual las aguas tampoco discurren a partir de la presa de contención.

CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Para el estudio climático y metereológico de estas Hojas han sido consultados los datos disponibles en las estaciones más características de la isla de Mallorca. También se insertan datos procedentes de diferentes publicaciones y estudios realizados por los Ministerios del Aire, Obras Públicas e Industria, que hacen referencia a temperaturas, precipitaciones, vientos y humedades relativas.

Temperaturas

La temperatura media anual oscila entre 16,3 y 17,4°C en los observatorios localizados en la zona central de Mallorca. En las regiones montañosas estos valores disminuyen sensiblemente, aunque se carece de datos al no existir estaciones de observación.

En general, puede decirse que el tipo de clima reinante es mediterráneo templado y relativamente seco. La oscilación de temperaturas entre las estaciones frias y calurosas es bastante acentuada, encontrándose valores por debajo de 0°C en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo y superiores a los 37°C en los meses de verano. Sin embargo, las oscilaciones medias de temperatura se encuentran entre los 7 y 10°C.

Precipitaciones y Humedad Relativa

La precipitación media anual alcanza valores muy dispares de unas regiones a otras. En la Depresión Central estos valores oscilan entre 350-600 mm, en la Sierra de Levante entre 700-750 y en la Sierra Norte varían desde 500 en las partes bajas hasta 1.300 mm en las cumbres.

El número de días con heladas es mínimo, teniendo éstas lugar en los meses invernales.

La humedad relativa media alcanza valores que se pueden considerar elevados, manteniéndose siempre por encima del 69 por ciento.

Insolación y Vientos

La media de horas de sol, en la Depresión Central, alcanza valores que van desde 2.700 a 2.795, según la zona de que se trate. Estos valores disminuyen sensiblemente en las zonas montañosas de Sierra Norte y en menor medida en Sierra de Levante, donde son muy frecuentes los días nubosos, por razón de la topografía. En cuanto a direcciones dominantes de vientos en las diversas regiones, se carece de fuente de información adecuada

Datos medios sobre días trabajables por climatología

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

ENERO	0,0849	JULIO	0,0849
FEBRERO	0,0767	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 Cm correspondientes a cada mes y sumando los productos de los 12 meses, se han obtenido los siguientes coeficientes medios anuales, para las distintas clases de obras.

Coeficientes medios anuales para la obtención del número de días útiles de trabajo a partir del número de días laborables

CLASE DE OBRA

Hormigones	Explanaciones	Aridos		Mezclas Bituminosas
0.846	0.893	0.894	0,945	0,940

2.2. BOSQUEJO GEOLOGICO

El Mapa Geotécnico General a escala 1:200.000, adjunto a esta memoria, tiene como base de partida la síntesis de cartografía geológica existente, a la misma escala. A continuación se hace un breve compendio de ella, que sirva como introducción y mejor comprensión de los apartados siguientes, dedicados a otros aspectos más especificamente geotécnicos.

EL MEDIO LITOLOGICO

Todos los materiales que afloran en las Hojas estudiadas son de tipo sedimentario, encontrándose representados en edades que van desde el Mesozoico Inferior hasta el Cuaternario, con diferentes episodios tectónicos y sedimentarios. Para su análisis pueden agruparse de la siguiente forma:

- Areniscas rojizas siliceas con láminas micáceas, del Buntsandstein Inferior, que ocupan una pequeña extensión en la franja litoral del Puerto de Valldemosa.
- 2. Yesos blancos y oscuros del Keuper. Sus afloramientos únicamente aparecen en la Sierra Norte, formando núcleos separados de limitada extensión.
- 3. Margas, margas arcillosas y margas yesíferas del Triásico. Se distribuyen por la Sierra del Norte y Levante, ocupando amplias extensiones de las mismas. Están presentes en algunas zonas de la Depresión Central en forma de núcleos aislados de limitadas dimensiones, y abarcan aproximadamente la mitad de la isla Dragonera.
- 4. Dolomías y calizas del Muschelkalk. Ocupan grandes extensiones en la Sierra de Levante, otras bastante considerables en los afloramientos aislados de la Depresión Central y por último, otras de poca consideración en la Sierra Norte. Asimismo, ocupan la mitad de las islas Cabrera y Dragonera.
- Calizas y dolomías del liásico con centenares de metros de potencia. Ocupan la mayor parte de la Sierra Norte y extensiones menores en la de Levante.
- 6. Calizas, margocalizas y margas del Jurásico Superior. Existen amplios afloramientos por toda la Sierra de Levante, núcleos aislados, de bastante extensión, en la Depresión Central y áreas de consideración en la Sierra Norte.
- 7. Calizas, calizas margosas y margas del Cretácico. Se distinguen en amplios afloramientos por toda la Sierra de Levante, zonas noreste y sur de la Sierra Norte, ocupando la mayor parte de la isla Conejera y sur de Cabrera.
- 8. Margas y margocalizas del Eoceno. Ocupan la parte norte de Cabrera, y apenas si están representadas en Mallorca.
- 9. Margas con intercalaciones areniscosas del Mioceno. Ocupan una gran extensión en el centro de la Depresión Central (Villafranca-Felanits-Montuiri).
- Calizas y calizas margosas del Mioceno. Ocupan una gran extensión de la Depresión Central, prolongándose por el borde litoral desde Santoñy hasta Son Servera.
- 11. Los conglomerados, areniscas, arenas y limos del Cuaternario se extienden por una gran parte de la Depresión Central, encontrándose el mayor afloramiento en la franja que discurre la Bahía de Alcudia.

EL MEDIO ESTRUCTURAL

La isla de Mallorca presenta tres unidades estructurales con características diferenciales que se corresponden con otras tantas geomorfológicas, tratadas ya en el apartado 2.1.: Sierra Norte, Depresión Central y Sierra de Levante.

La unidad Sierra Norte se extiende desde la Isla Dragonera al Cabo Formentor. Está integrada casi en su totalidad por materiales mesozoicos, quedando entre ellos algunos afloramientos terciarios de menor significación.

Estructuralmente, está formada por dos o tres escamas imbricadas de sureste a noreste, según unos u otros autores. Estas escamas han sido producidas por un poderoso empuje, ocurrido durante el Burdigaliense, de sureste a noroeste que desplazó a los materiales mesozoicos y terciarios existentes, siendo la base de las mismas, casi siempre, una banda de materiales triásicos. El Jurásico y Cretácico se plegaron concordantes en anticlinales, sinclinales y pliegues-falla, que no guardan relación con los pliegues del substrato.

La edad de los empujes que dieron lugar a la formación de esta Sierra se piensa que es terciaria, con dos fases: una pirenaica, en el Eoceno, y otra alpina, en el Burdigaliense. Esta última fase tuvo lugar durante el Burdigaliense Medio, encontrándose sin pliegues los sedimentos del Burdigaliense Superior, al pie de la Sierra.

La Sierra de Levante se extiende desde los cabos Farruch y Capdepera hasta la línea de Santoñy. Como en la unidad anterior, los materiales aflorantes son mesozoicos, quedando algunos pequeños recintos terciarios entre ellos.

Estructuralmente, presenta una tectónica de mantos de corrimientos constituidos por materiales triásicos y jurásicos, mientras que en los valles aflora el Cretácico y Terciario. En la zona septentrional se observa la presencia de cinco escamas, con empujes del SE, mientras que en la meridional sólo aparecen cuatro escamas con estructuras de ejes NO-SE, siendo difícil su enlace con los septentrionales.

La edad de los empujes es anterior al Burdigaliense Superior, habiéndose señalado la posible existencia de un movimiento intraoligocénico.

Finalmente, la Depresión Central, al parecer, es el resultado de una complicada tectónica de fosas y pilares, siendo extremadamente difícil establecer sus relaciones estructurales con las Sierras debido a los recubrimientos cuaternarios y terciarios.

2.3. DIVISION ZONAL DE LA HOJA

Una vez determinados los materiales aflorantes en las Hojas, se puede establecer de acuerdo con los criterios fijados en el Pliego de Condiciones Técnicas y Facultativas del IGME, la división zonal en Regiones y Areas. Las Regiones están consideradas como unidades de orden superior y definidas por las características geotectónicas (origen e historia geológica). Las Areas están consideradas como unidades de segundo orden y definidas por un conjunto de caracteres geotécnicos.

CARACTERISTICAS GENERALES DE REGIONES Y AREAS

El territorio estudiado se ha considerado dividido en tres Regiones, la primera de ellas formada por dos Areas, la segunda por nueve y la tercera por dos.

REGION I

Esta Región ocupa toda la franja noroccidental de Mallorca, incluída la isla Dragonera, que discurre desde el cabo Formentor a Dragonera, con una anchura de 15-25 km.

Corresponde a la región natural denominada Sierra Norte, constituida fundamentalmente por materiales mesozoicos que presentan un relieve juvenil con una topografía muy abrupta, que contrasta singularmente con el resto del territorio.

Area I1

Ocupa, aproximadamente, la mitad norte de esta Región. Constituye un recinto de grandes dimensiones, y otros tres menores, muy próximos, en la parte septentrional. Los materiales que la integran son, primordialmente, calizas y dolomías, duras y carstificadas, siendo ellos los que imprimen carácter diferencial a la Area. Aparte de estos materiales, también se encuentran afloramientos margosos y alguno yesífero.

La topografía existente es la más abrupta y escarpada de todo el territorio estudiado, con pendientes muy fuertes y verticales, presentando asimismo las mayores altitudes y desniveles con valores de centenares de metros.

La permeabilidad "en pequeño" es prácticamente nula, sin embargo "en grande" resulta muy alta debido al elevado grado de fracturación y carstificación que presentan los materiales calcáreos. El drenaje superficial está muy bien desarrollado, a favor de la topografía tan acusada y permeabilidad de los materiales.

La capacidad de carga es muy alta, en líneas generales, y la posibilidad de asientos, prácticamente nula.

Area I2

Abarca la mitad sur de la Región, prolongándose y rodeando, a modo de corredor, la cara oriental y septentrional de la Area I₁. Constituye un recinto de dimensiones muy grandes al que hay quesumar la isla Dragonera, separada del mismo por un estrecho brazo de mar. Mayoritariamente está integrada por margas, margocalizas y calizas, encontrándose algunos recintos, menores, de yeso dispersos.

Morfológicamente, se trata de una gran sierra de topografía muy abrupta y relieve quebrado, formada por una serie de montañas de gran altura separadas por estrechos y profundos valles de gran pendiente y desniveles de cientos de metros.

La permeabilidad "en pequeño" y "en grande" alcanza valores muy bajos, constituyéndose en una área prácticamente impermeable. El drenaje superficial está bien desarrollado a favor de la topografía existente.

La capacidad de carga puede considerarse como baja en una buena parte de la superficie, con posibilidad de asientos de bastante consideración. Por otra parte, son muy frecuentes y numerosos los desprendimientos y deslizamientos por toda la superficie.

REGION II

Se corresponde, en términos generales, con la unidad geográfica denominada Depresión Central que, como su nombre indica, ocupa la parte central de Mallorca, presentando una topografía muy suave y deprimida respecto a las otras dos regiones.

Está constituida por materiales terciarios y cuaternarios de diversa naturaleza, distribuidos en nueve áreas, en sucesión ininterrumpida.

Area II1

Se distribuye fundamentalmente por todo el borde occidental de la Depresión Central, desde la Bahía de Palma hasta la de Pollensa, adoptando diversas formas irregulares o ramificadas, que se constituyen en dos recintos de grandes dimensiones y otros dos, con centro en Lluchmayor y Manacor, de extensión bastante menor. Prácticamente toda ella está ocupada por materiales conglomeráticos y limosos.

Morfológicamente constituye una zona de superficie casi llana, en todo caso, con pendientes muy suaves.

La permeabilidad "en pequeño" alcanza valores considerables en toda la área, dada la composición granular de una buena parte de los materiales. El drenaje superficial, por el contrario, está muy poco desarrollado.

La capacidad de carga oscila entre media y alta, no siendo previsibles asientos importantes.

Area 112

Esta área es la de mayor superficie en todo el territorio. Ocupa todo el sector meridional de Mallorca, el norcentral y una buena parte del centro, adoptando formas de contorno irregular o ramificados que se agrupan en dos recintos de grandes dimensiones, sobre todo el meridional.

Los materiales que la forman son de naturaleza calcárea en su mayor parte, encontrándose también algunos afloramientos de calcarenita.

La superficie presenta una topografía prácticamente llana en la casi totalidad de la Area, y con pendientes muy suaves en el resto.

La permeabilidad de estos materiales puede considerarse como grande, cosa que no ocurre con el drenaje superficial, que apenas si tiene escorrentía y en alguna zona muy concreta. Sin embargo, los niveles freáticos sí que se presentan a escasa profundidad, en zonas bastante amplias.

La capacidad de carga puede estimarse como alta, y la posibilidad de que se produzcan asientos resulta prácticamente nula, aunque sí deben considerarse los suelos, que pueden llegar a tener hasta 2 m de potencia.

Area II₃

Se encuentra repartida entre cuatro recintos de la zona central; dos de ellos ocupan una amplia superficie, siendo los otros dos de pequeñas dimensiones.

Los materiales que la integran están constituidos por arcillas, margas y margocalizas, encontrándose a veces algún nivel areniscoso.

Topográficamente es una zona de relieve poco marcado, formada por una sucesión de amplios cerros o colinas de suave pendiente y grandes espacios prácticamente llanos.

La permeabilidad de los materiales es muy baja o nula, no presentando niveles freáticos a profundidades medias. El drenaje superficial es muy deficiente, como corresponde a una topografía tan suave como esta.

La capacidad de carga es baja, siendo importantes los asientos que en ella se presentan.

Area II4

Constituye una banda de separación entre dos recintos de superficie llana situados a distinta altura. Se localiza en la zona suroccidental y centro-oriental de la región, encontrándose repartida entre dos recintos de dimensiones considerables. Los materiales que la constituyen corresponden mayoritariamente a calizas, apreciándose también margas y areniscas.

Morfológicamente representa una zona de ruptura de pendiente, encontrándose elevaciones de bastante consideración junto con cuestas morfológicas de pendientes medias y espacios muy llanos.

La permeabilidad puede considerarse como alta en la mayor parte de la zona, y el drenaje como aceptable. Cabe la posibilidad de encontrar niveles freáticos relativamente someros.

La capacidad de carga puede estimarse como media, sin que exista la posibilidad de asientos importantes.

Area II5

Constituye una banda alargada que ocupa toda la franja costera, oriental, que se extiende desde Santoñy hasta Son Servera, formando un sólo recinto. La totalidad de los materiales aflorantes son calizas.

Morfológicamente constituye una zona de topografía muy suave, a modo de amplia penillanura, aunque de superficie quebrada por estar cruzada por barrancos transversales angostos.

La permeabilidad de los materiales es muy alta, y el drenaje superficial bastante bien desarrollado, sin que se presenten niveles freáticos someros.

La capacidad de carga es alta y la posibilidad de asientos prácticamente nula.

Area II₆

Ocupa totalmente la de "La Albufera", junto a la Bahía de Alcudia, coincidiendo con sus límites. Constituye un recinto único, cuya superficie está ocupada en parte por agua y en parte por depósitos fangosos que alcanzan los 2 m de potencia hasta llegar al substrato calizo.

Morfológicamente, constituye una zona de superficie totalmente llana, de cota ligeramente superior al nivel del mar, con un drenaje superficial nulo y un nivel freático que oscila entre 0-2 m, siendo sus aguas totalmente salinas.

La capacidad de carga es muy baja en la capa de fango pero bastante alta en el substrato. Es obvio que la producción de fuertes asientos en gran parte de esta Area la confiere un carácter negativo muy acusado, en lo que al aspecto constructivo se refiere.

Area II₇

Se distribuye entre cuatro recintos dispersos por la faja costera de las principales bahías de Mallorca, adoptando formas alargadas y estrechas. Está integrada por arenas eólicas de grano fino y potencias que llegan hasta los 6 m.

Morfológicamente, constituyen una sucesión de elevaciones y depresiones de corto radio, con suaves pendientes.

Son materiales de gran permeabilidad "en pequeño", constituyendo acuíferos con el nivel freático a pocos metros de profundidad. El drenaje superficial está bien desarrollado, gracias a la topografía y/o permeabilidad de los materiales.

La capacidad de carga oscila entre media y alta, siendo poco probables asientos diferenciales de cierta envergadura.

Area II₈

Constituye un solo recinto de contorno muy irregular y localizado en la zona central de Mallorca. En su formación entran margas, margocalizas y calizas.

Morfológicamente constituye una área de topografía bastante suave, con grandes espacios de poca pendiente que incluyen elevaciones o montañas de dimensiones menores, con pendientes medias.

La permeabilidad es muy pequeña, no encontrándose niveles freáticos a profundidades medias. El drenaje superficial puede considerarse como aceptable.

La capacidad de carga oscila entre baja y media, existiendo posibilidad de que se produzcan asientos considerables en determinadas zonas.

Area IIg

Se distribuye entre dos recintos localizados en la zona costera meridional. Su extensión puede estimarse como media, estando formada por areniscas de grano medio y naturaleza caliza, con cemento igualmente calcáreo.

Morfológicamente presenta una topografía suave, ondulada, con pendientes muy tendidas.

La permeabilidad de los materiales es bastante elevada, encontrándose los niveles freáticos a considerable profundidad. El drenaje superficial se puede considerar como bueno, en función de la permeabilidad y pendiente.

La capacidad de carga oscila entre media y alta, sin que sean de prever asientos de consideración.

REGION III

Se distribuye, fundamentalmente, por la parte oriental de Mallorca, englobando además las islas de Cabrera y Conejera, así como algunos otros recintos localizados en la parte central de la misma. Está constituida fundamentalmente por materiales mesozoicos, repartidos entre dos áreas principales.

Area III₁

Se encuentra repartida entre gran número de recintos de pequeña extensión, en general, e incluida la isla de Cabrera.

Los materiales que la constituyen son fundamentalmente calizas, encontrándose también afloramientos margosos.

Morfológicamente, está formada por una serie de montañas aisladas y sierras de topografía abrupta y relieve muy quebrado, con desniveles de cientos de metros y pendientes muy fuertes e incluso verticales.

La permeabilidad alcanza valores altos, debido al grado de fracturación que presentan los materiales. El drenaje superficial está muy desarrollado, a favor de las fuertes pendientes, no apareciendo nivel freático a profundidades someras o medias.

La capacidad de carga es alta, en términos generales, sin que sean de prever asientos de importancia.

Area III₂

Se distribuye entre un recinto oriental de gran extensión y forma irregular (en Mallorca), jalonado por sucesivos ensanches y estrechamientos, la isla de Conejera entera y, por último, otros cuatro recintos localizados en la parte central de Mallorca de reducida extensión. Los materiales que lo integran corresponden, por partes iguales, a calizas y margas.

Morfológicamente, constituye una sucesión de amplios valles o llanuras salpicadas de elevaciones y montañas de formas más o menos redondeadas, con pendientes medias o suaves.

La permeabilidad alcanza valores medios, encontrándose los niveles freáticos a bastante profundidad. El drenaje superficial presenta, en general, valores aceptables, aunque existen algunas zonas de escasa escorrentía.

La capacidad de carga oscila entre baja y media, existiendo la posibilidad de que se produzcan asientos importantes en alguna zona.

2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUBSTRATO

FORMACIONES SUPERFICIALES

Depósitos Aluviales (Qa)

Están constituidos por una formación alternante de arcillas y conglomerados con cantos calcáreos, de tamaño grande y matriz limo-arenosa. Se disponen en capas lenticulares que alcanzan varios metros de potencia, siendo mayor en los términos conglomeráticos que en los arcillosos, llegando a tener la formación 60 m en algunos lugares.

Estos materiales adquieren un gran desarrollo en Mallorca, donde dan lugar a extensas planicies de favorables condiciones geotécnicas.

Arenas Eólicas (Qe)

Son arenas de playa, transportadas por el viento, hacia el interior, en ocasiones. Son de grano fino y ocupan la zona de playa, y faja costera adyacente, dando lugar a una topografía dunal.

A veces, pueden llegar a tener una cierta compactación debido a la película calcárea depositada por las aguas de circulación vertical.

Localmente, incluyen lentejones poco potentes, de materiales calcáreos y limo-arcillosos correspondientes a breves episodios de invasión y sedimentación marina.

Areniscas Calcáreas (marés) (Qm)

Constituyen areniscas de grano calcáreo, tamaño medio, cemento calcáreo no muy fuerte, pero sí lo bastante para darles cohesión y soportar altas cargas sin deformarse.

Se presentan en masas que alcanzan hasta 80 m de espesor, intercalando, en ocasiones, algún nivel arcilloso de escaso significado geológico.

SUBSTRATO

Para la descripción de los diferentes tramos litológicos, se han agrupado aquellos términos con características litológicas y geotécnicas similares respetando sin embargo, en lo posible, la sucesión de la Sintesis Geológica a escala 1:200.000, base efectiva del presente Estudio.

Calizas, Margas, Yesos, Areniscas (S_{12, 105, 14, 8})

Los términos predominantes de la serie son las margas. Unas son calcáreas, de diversas tonalidades, y otras arcillosas de tonos rojizos y muy plásticas, lo que motiva numerosos deslizamientos.

A continuación figuran las calizas, ocupando superficies muy amplias. Corresponden a varios tipos, siendo el más importante el integrado por calizas duras, compactas, en capas potentes, que ocupan casi siempre las partes culminantes de la topografía. Otro tipo, bien representado también, es el constituido por calizas arenosas y/o margosas, dispuestos en capas tableadas, bastante diaclasadas, que dan lugar a frecuentes desprendimientos.

Los yesos unas veces son blancos y puros, y otros oscuros con bastante arcilla. Sus afloramientos están dispersos, y ocupan una superficie estimable.

Las areniscas son generalmente silíceas y se presentan en capas rojizas potentes unas veces, y otras en capas marrones de diversa potencia. Este término es el menos significativo de toda la serie, ocupando pequeñas superficies.

Calizas, Dolomías, Margas, Yesos (\$12, 13, 105, 14)

Los términos predominantes de esta serie los constituyen las calizas y dolomías. Estas son muy duras, carstificadas en ocasiones, dispuestas en capas masivas, alcanzando la formación centenares de metros. Dan lugar a los relieves y altitudes más acusadas de todo el territorio, ocupando la mayor parte del área en que se encuentran.

El tramo margoso está constituido fundamentalmente por margas arcillosas, rojizas y plásticas. Las otras margas son calcáreas, de diversas tonalidades, ocupando extensiones mucho menores. Este tramo presenta condiciones geomecánicas muy malas, siendo muy frecuentes los deslizamientos en todos sus afloramientos.

Los yesos son de tonos oscuros, bastante arcillosos, dispuestos en capas delgadas muy replegadas y de gran buzamiento. Sus afloramientos se encuentran dispersos y ocupan poca extensión.

Calizas, Areniscas (S_{12.8})

El término predominante del grupo lo constituyen las calizas, ocupando la casi totalidad de la área en que aparecen. Entre ellas cabe distinguir dos tipos principales. El primero de ellos ocupa una mayor superficie, estando formado por calizas duras, compactas, grisáceas, en capas horizontales potentes; y el segundo por calizas oolíticas, porosas, blanquecinas, en capas masivas también horizontales.

Las areniscas son de grano medio, calcáreo, de cemento calizo, dispuestas en capas masivas horizontales.

El comportamiento goetécnico de estos materiales es análogo y muy favorable.

Margas, Margocalizas y Areniscas (\$105, 105/12, 8)

El término margoso está formado por margas arcillosas y calcáreas, versicolores, en capas potentes con muy diversos buzamientos.

Las margocalizas se presentan en capas de potencia variable, bastante diaclasadas, de tonos azulados, blanquecinos y grises. Estos materiales, junto a los margosos, ocupan prácticamente la totalidad de la área donde aparecen. Las areniscas se presentan en niveles intercalados, de poco espesor, sin apenas significado geotécnico dentro de la serie.

El comportamiento geotécnico de estos materiales es francamente desfavorable.

Calizas y Margas (\$12, 105)

La formación calcáea está constituida por caliza dura, compacta, en capas potentes subhorizontales y horizontales. Es el término más significativo de la serie y ocupa la casi totalidad de la área en que aparece.

La formación margosa está integrada por margas calcáreas de diversas tonalidades, en capas potentes con buzamientos medios. Su extensión superficial es muy pequeña y apenas si tienen significado geotécnico dentro de la área.

Calizas (S12)

Esta serie la integran, exclusivamente, calizas, las cuales pueden agruparse en dos tipos, con algunas diferencias perceptibles sólo macroscópicamente.

El primero de ellos constituye una formación, muy potente, de caliza marrón y grisácea, dura, compacta, en capas horizontales potentes. El segundo tipo lo integran calizas blancas oolíticas, porosas, dispuestas en masas horizontales estratiformes de bastante potencia.

Superficialmente, la casi totalidad de la área donde se encuentran corresponde a calizas del primer tipo, aunque el comportamiento geotécnico de ambos es análogo, siendo éste de signo favorable.

Calizas y Fangos (\$12, 9)

El término cálcareo está formado por calizas blanquecinas, duras, compactas, en ocasiones oolíticas y porosas, dispuestas en capas horizontales y subhorizontales potentes.

Se distribuyen por todo el substrato de la área donde se localizan, pero sus afloramientos son escasos, ya que en su mayoría estan cubiertos por una capa superficial de fango, y localmente de agua.

Los fangos son de naturaleza arcillo-arenosa, alcanzando una potencia aproximada de 2 m, cubriendo la mayor parte de la área donde se encuentran.

Margas, Margocalizas, Calizas y Areniscas (S 105, 105/12, 12, 8)

El término margoso lo integran margas versicolores, calcáreas, en capas potentes plegadas. Las margocalizas son también de diversas tonalidades, dispuestas en capas de bastante potencia y muy diaclasadas.

Estos materiales ocupan superficialmente, la casi totalidad de la área en que aparecen, presentando características geotécnicas desfavorables.

Las calizas ocupan recintos de poca extensión; son duras, compactas, en capas de potencia media y delgada, plegadas y bastante diaclasadas.

Las areniscas se presentan en niveles intercalados en la serie. Son de escasa potencia y sin apenas significado geotécnico.

Calizas, Calizamargosa, Margas y Areniscas (S₁₂, 12/105, 105, 8)

El término calcáreo está constituido por calizas duras, compactas, en capas de gran potencia, con buzamientos diversos, fracturadas irregularmente. Constituyen las cumbres y partes más elevadas de la topografía.

El término calcomargoso está formado por calizas margosas de dureza media, compactas, en capas de potencia media a gruesa y muy diaclasadas.

El término margoso está integrado por margas rojizas arcillosas, plásticas, y margas calcáreas varioladas, dispuestas en capas potentes con buzamientos diversos.

Todos estos materiales ocupan la casi totalidad de la área donde aparecen, estando ampliamente representados cada uno de ellos.

Las areniscas se presentan en capas de grano calcosíliceo, y cemento fuerte, intercaladas en la serie y sin apenas significado geotécnico.

Margas, Margocalizas, Calizas y Areniscas (\$\S_{105}, 105/12, 12, 8)

El término margoso está formado por margas calcáreas versicolores y margas arcillosas plásticas con tonos rojizos, en capas potentes con buzamientos diversos.

Las margocalizas son de tonos claros y azulados, dureza media, en capas de potencia media a gruesa y muy diaclasadas.

El término calcáreo comprende calizas duras, compactas, resistentes y calizas variables totalmente fragmentadas en diversos tamaños de gravilla, en capas potentes y medias con muy diversos buzamientos.

Estos materiales ocupan la mayor pate de la área en que se encuentran, estando ampliamente representados todos ellos.

Las areniscas ocupan recintos muy pequeños, siendo unas de grano calcáreo y cemento débil y otras de grano calcosilíceo y cemento fuerte.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
	11	Constituida mayoritariamente por calizas y dolomías duras, poco erosionables y con potencia de centenares de metros. Margas arcillosas plásticas, muy erosionables, ocupan extensiones considerables. Yesos oscuros, bastante arcillosos, ocupando recintos pequeños.
	l ₂	Formada substancialmente por margas arcillosas plásticas y margas calcáreas, muy erosionables, calizas duras, compactas y calizas arenosas menos resistentes. Yesos blancos compactos y oscuros, arcillosos, fácilmente erosionables, ocupan recintos de dimensiones estimables. Areniscas intercaladas en la formación calcárea, con escaso interés geotécnico.
	111	Conglomerado de canto calcáreo y matrizareno-limosa, resistentes en capas lenticulares potentes que alternan con limos rojizos erosionables.
	112	Esencialmente integrada por calizas duras, compactas, en capas horizontales, poco erosionables. Ocupando recintos minoritarios, se encuentran areniscas de grano silíceo y calcáreo con cemento fuerte.
	113	Básicamente se halla constituida por margas versicolores, muy erosionables y margo-calizas claras y azuladas, muy diaclasadas, con frecuentes desprendimientos. Intercalados se encuentran algunos níveles areniscosos cuyo significado geotécnico es poco relevante.
} 	114	Está integrada fundamentalmente por calizas duras, compactas, poco erosionables, en capas horizontales. Existe algún pequeño afloramiento de margas calcáreas, fácilmente erosionables.
	115	Toda la superficie está ocupada por calizas duras, compactas, localmente pueden ser oolíticas y porosas, en capas horizontales poco erosionables.
	116	Caliza blanquecina, compacta, poco erosionable, en capas horizontales. Esta formación está cubierta en su mayor parte por fangos areno-limosos, con potencia aproximada de 2 m.
		Integrada por su totalidad por arenas eólicas costeras de grano fino, fácilmente erosionables, con una potencia máxima de 5-8 m.
	118	La casi totalidad de la superficie está ocupada por margas versicolores muy erosionables y margocalizas claras y azuladas, en capas muy diaclasadas, con frecuentes desprendimientos. Existen algunos núcleos aislados de poca extensión formados por calizas arenosas de dureza media, con alguna intercalación areniscosa.
İ	IIg	Constituida totalmente por areniscas de grano medio, calcáreo y cemento calcáreo débil o medio. Alcanza gran potencia y son algo erosionables.
	1111	Topografía muy abrupta con grandes desniveles. Pendientes del 25 al 40 por ciento. Area inestable con inestabilidad creciente al modificarse sus condiciones naturales.
111	III ₂	Topografía ondulada con pendientes del 5 al 10 por ciento. En general presenta una elevada inestabilidad observándose en toda ella abundantes deslizamientos.

MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS E

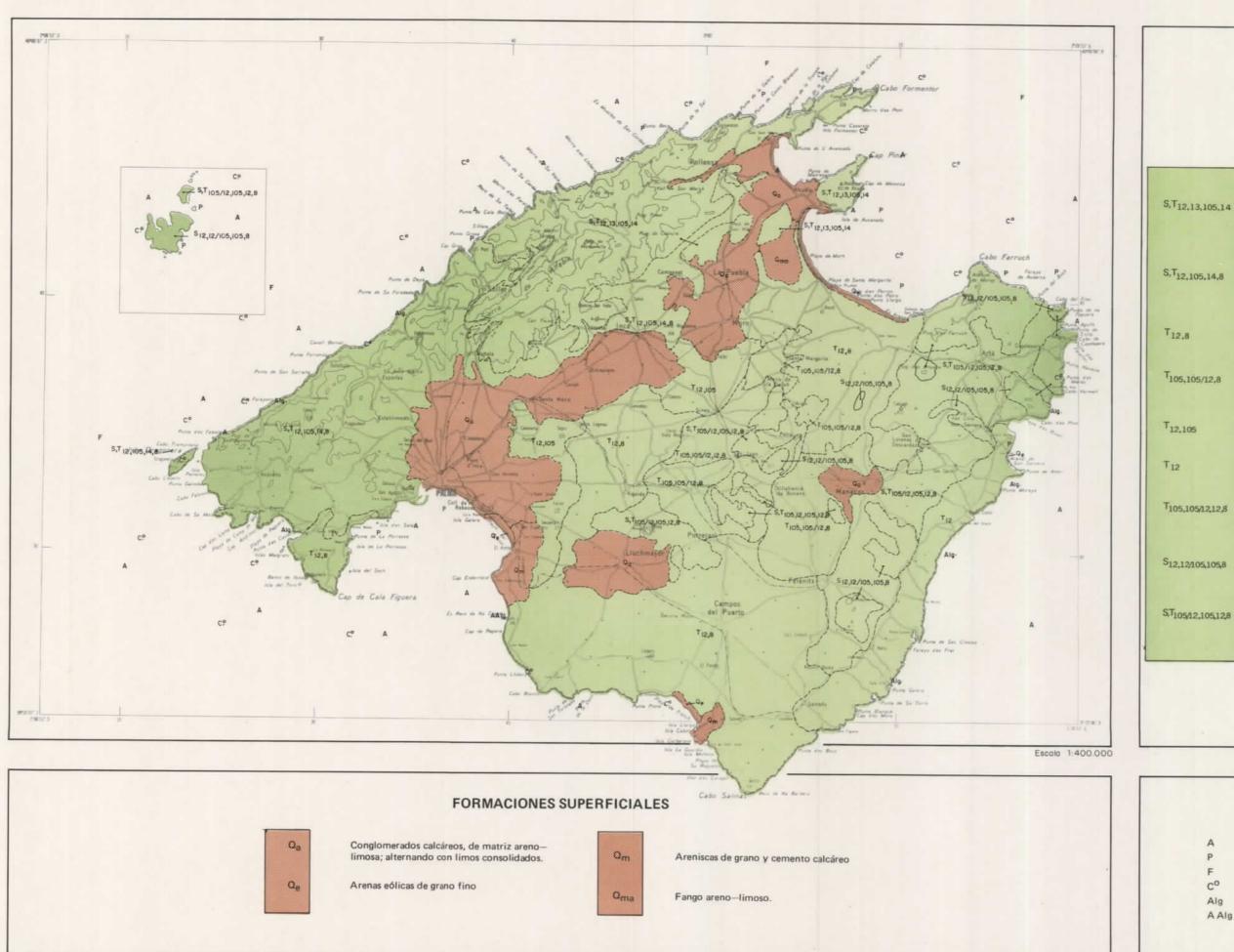
INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCION



MAPA GEOTECNICO GENERAL

FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

PALMA DE 57 MALLORCA 10/7



SUSTRATO

Primordialmente calizas y dolomías duras, compactas y/o carstificadas. Margas S,T_{12,13,105,14} arcillosas rojizas y margas arenosas ocupando extensiones considerables. Yesos oscuros, en pequeños recintos. Fundamentalmente calizas duras, carstificadas y margas arcillosas, calcáreas y S,T12,105,14,8 arenosas. Areniscas silíceas, yesos blancos y oscuros ocupando recintos peque ños. Primordialmente calizas duras y compac-T_{12,8} tas. Ocupando pequeños recintos areniscas de grano calcáreo y cemento débil. Margas arcillosas y margocalizas variola-T_{105,105/12,8} das, con intercalación de algún nivel areniscoso. Primordialmente calizas oquerosas y du-T_{12,105} ras. Pequeños recintos de margas calcáreas. Caliza dura y compacta, localmente oolí-T₁₂ tica y porosa. Fundamentalmente margas y margoca-T_{105,105/12,12,8} lizas varioladas. Núcleos aislados de caliza arenosa con algunas intercalaciones

\$12,12/105,105,8

FONDOS MARINOS

Caliza dura y compacta; caliza margosa;

margas arcillosas, plásticas y calcáreas varioladas; areniscas minoritarias.

Margas arcillosas y calcáreas; margoca-

lizas varioladas; calizas fragmentadas en gravilla, y areniscas intercaladas en la for-

Arena Piedra Fango Alg Algas A Alg Arena y algas

2.5. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS

En este apartado se describe la morfología de cada una de las áreas establecidas y la influencia de este modelado ante las diversas condiciones constructivas impuestas sobre él.

Area I₁

La mayor parte de su superficie está ocupada por calizas y dolomías, duras y resistentes, que son las que determinan los rasgos morfológicos más acusados del área.

Geográficamente forma parte de Sierra Norte, localizándose en ella las mayores altitudes de todo el territorio estudiado, así como la topografía más abrupta. El relieve modelado sobre los materiales existentes es muy enérgico y juvenil, de perfiles muy quebrados, con desniveles que alcanzan centenares de metros, terminando en una costa acantilada, por todo el borde occidental. Las mayores altitudes se suceden a lo largo de una dorsal que discurre de norte a sur por el centro de la área, constituyéndose en la divisoria de aguas.

Los valles presentan un perfil en uve con laderas de pendientes superiores al 40 por ciento, en términos generales.

En condiciones naturales, puede considerarse como una área estable en toda la superficie caliza, siendo muy inestables los tramos margosos donde son, naturalmente, muy frecuentes los deslizamientos de ladera.

Bajo la acción del hombre se mantienen los condicionamientos anteriores, debiendo significarse los previsibles asientos en los tramos margosos.

Area I2

Comprende el resto de Sierra Norte y sus características morfológicas guardan estrecha relación y analogía con las de la área I₁, aunque las altitudes no llegan a alcanzar las cotas de la última.

La topografía también es muy abrupta, pero sin embargo el relieve modelado sobre los materiales existentes no llega a ser tan enérgico, por ocupar los términos blandos y erosionables proporciones mayoritarias de la superficie. Los valles siguen presentando perfiles en uve aguda, con pendientes superiores al 30 por ciento.

La estabilidad en la mayor parte de la área es muy precaria, ya que de los materiales predominantes, calizas y margas, las calizas se encuentran bastante fracturadas y presentan tal disposición que los desprendimientos son constantes, en tanto que los términos margosos ofrecen continuamente muestras de deslizamientos y corrimientos a favor de la pendiente topográfica; estas constantes se agravaron bajo la acción del hombre, por lo cual es muy frecuente observar deslizamientos y desprendimientos en los taludes artificiales

Area II₁

Morfológicamente se trata de una área prácticamente llana, con pendientes generalmente inferiores al 1 por ciento.

Los materiales que la ocupan son conglomerados de matriz resistente y cohesiva y limos consolidados.

En estas condiciones la estabilidad natural es muy buena, incluso en los taludes artificiales, donde pueden observarse paredes verticales de 5-6 m sin desprendimientos ni deslizamiento.

Area II2

La superficie de esta área presenta una topografía similar a la que presentaba la anterior. La pendiente media se mantiene por debajo del 3 por ciento, existiendo recintos amplísimos (Ilanos de Campos y Lluchmayor) en los cuales no llega a alcanzar el 1 por ciento.

Los materiales que la integran corresponden a calizas duras y compactas, y areniscas de características análogas. La conjunción de ambos factores confiere a la área una gran estabilidad natural, extensible a las posibles modificaciones impuestas por operaciones constructivas.

Area II3

La morfología de esta área sigue la tónica de las dos anteriores. Presenta una superficie topográfica con pendientes inferiores al 2 por ciento, existiendo amplios recintos en los que no llega al 1 por ciento

Estas condiciones morfológicas hacen que la estabilidad natural sea buena. Sin embargo, en los taludes artificiales se manifiesta una gran inestabilidad que se traduce en frecuentes deslizamientos y algún desprendimiento en los materiales margocalcáreos.

Area IIA

Morfológicamente, representa la zona de ruptura de pendiente entre dos plataformas de superficie llana.

Topográficamente presenta una superficie en cuestas morfológicas atravesada por un buen número de torrentes con perfil en uve y laderas de pendientes media, y en algún tramo fuerte y escarpada. Los desniveles llegan a tener hasta 40 m, y pendientes medias comprendidas entre 7 y 12 por ciento.

Los materiales que la integran son de naturaleza rocasa y duros, lo que confiere a la área una buena estabilidad natural, y únicamente en los taludes artificiales puede presentarse algún deslizamiento en los tramos margosos, siempre de carácter muy limitado.

Area II5

Morfológicamente, es una área muy Ilana, con pendientes constantes hacia la costa donde termina en un acantilado de 20-30 m, continuo, interrumpido únicamente de trecho en trecho por calas de dimensiones pequeñas.

La superficie topográfica tiene una pendiente media entre 2 y 3 por ciento; sin embargo, esta tónica general se encuentra rota por la existencia de numerosos torrentes que desembocan en otras tantas calas, con perfil transversal en uve y laderas de pendientes medias en su desembocadura.

Toda ella está ocupada por calizas duras y compactas dispuestas horizontalmente. Esta condición, unida a los rasgos morfológicos que presenta, determinan una estabilidad natural y artificial muy elevada.

Area II6

Presenta una topografía prácticamente llana, con pendientes que en ningún caso llegan al medio por ciento.

Sin embargo, estas condiciones morfológicas tan favorables están contrarrestadas por la presencia de materiales muy blancos e inestables, fango y agua, que ocupan la capa superior y alcanzan potencias entre 2-3 m.

Area II7

Está formada por depósitos actuales de playa y arenas eólicas, transportadas a distancias variables durante el cuaternario.

Morfológicamente, presenta unos recintos aplanados constantemente por los agentes meteóricos y otros con topografía dunal, constituida por una sucesión de elevaciones y depresiones de radio variable y desniveles no superiores a 6 m.

La estabilidad natural tiene cierta constancia en los recintos de dunas, por la fijeza que les imprime la vegetación que soportan, pero en taludes artificiales la inestabilidad es general.

Area IIa

La superficie presenta una topografía ondulada en la que se alternan grandes zonas deprimidas de pendientes suaves y elevaciones montañosas, más o menos aisladas, de dimensiones muy variables y laderas de pendiente media en su primer tramo y fuerte en el final.

Los materiales que la ocupan son, en su mayoría blandos y erosionables, lo que motiva una inestabilidad natural, no muy acusada debido a las condiciones morfológicas presentes. Sin embargo, en taludes artificiales los deslizamientos y desprendimientos son muy frecuentes.

Area IIg

Morfológicamente, es una área de topografía levemente ondulada, con pendientes inferiores al 5 por ciento.

Los materiales que la forman son areniscas de dureza media, lo que unido a la morfología que presentan determinan una buena estabilidad natural. Sin embargo, en taludes artificiales, de pendientes fuertes, se producen caídas granulares motivadas por los agentes erosivos, ya que el cemento de unión intergranular no es fuerte.

Area III₁

Está formada por un conjunto de sierras y montañas de topografía muy abrupta y relieve enérgico, con pendientes que varían entre 25 y 40 por ciento.

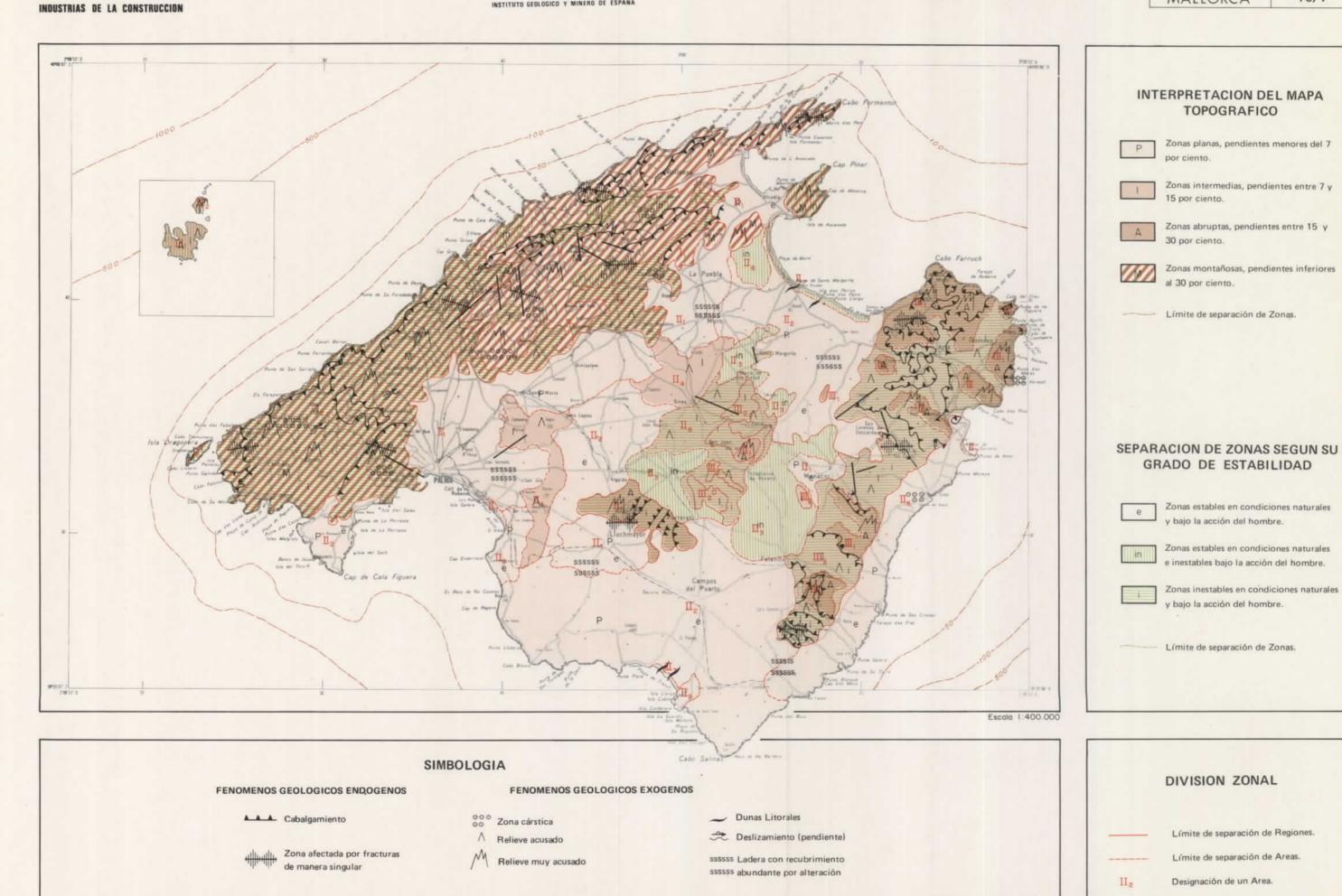
REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
	11	Topografía muy abrupta y relieve muy enérgico, con grandes desniveles. Pendientes superiores al 40 por ciento. Estable con condiciones naturales y bajo la acción del hombre.
	I ₂	Topografía muy abrupta y relieve enérgico. Pendientes superiores al 30 por ciento. Muy inestables en condiciones naturales y bajo la acción del hombre.
	II ₁	Topografía llana con pendientes inferiores al 1 por ciento. Estable en condiciones naturales y de intervención humana.
	112	Topografía llana de pendientes inferiores al 2 por ciento. Muy estable en condiciones naturales y bajo la acción del hombre.
	113	Superficie muy Ilana con pendientes inferiores al 2 por ciento. Estable en condiciones naturales y muy inestable bajo la acción del hombre.
	114	Topografía en cuestas morfológicas con pendientes entre 7 y 12 por ciento. Estable en condiciones naturales y ocasionalmente inestable bajo la acción del hombre.
•••	115	Topografía llana con pendientes entre 2 y 3 por ciento. Muy estable en condiciones naturales y bajo la acción del hombre.
	116	Superficie totalmente llana. Inestable en condiciones naturales y de intervención humana.
:	117	Topografía en parte llana y en parte ondulada. Inestable naturalmente y bajo la acción del hombre.
	118	Topografía ondulada con pendientes medias. Inestabilidad natural y bajo la acción del hombre.
	119	Topografía suave con pendientes inferiores al 5 por ciento. Estable en condiciones naturales, algo inestable bajo la acción del hombre.
111	1111	Topografía abrupta y relieve enérgico, con pendientes superiores al 25 por ciento. Inestable en condiciones naturales y bajo la acción del hombre.
111	1112	Topografía ondulada con pendientes medias. Inestable en condiciones naturales y muy inestable bajo la acción del hombre.



MAPA GEOTECNICO GENERAL

CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS

PALMA DE 57 MALLORCA 10/7



Los materiales que lo forman son mayoritariamente duros, aunque bastante fracturados, lo que motiva frecuentes desprendimientos a favor de las fuertes pendientes existentes. Por otra parte, los términos margosos, aunque minoritarios, también presentan frecuentes deslizamientos. En líneas generales, se trata de una área naturalmente inestable, carácter que se acentúa al modificar sus condiciones naturales morfológicas.

Area III2

Topográficamente, constituyen una área de superficie ondulada, con pendientes comprendidas entre 5 y 10 por ciento, y en medio de la cual, formando núcleos aislados, se encuentran algunos cerros de morfología redondeada y pendientes algo mayores.

Los materiales que la ocupan son fundamentalmente margosos y plásticos, lo que determina una inestabilidad natural, no demasiado acusada por ser moderadas las pendientes. Los taludes artificiales con pendientes fuertes o medias, son notablemente inestables, presentando numerosos deslizamientos.

2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

En este apartado se analizan las características hidrológicas, drenaje y permeabilidad, de cada área y su interrelación con la dinámica del agua en los terrenos que comprende

Area I1

Los materiales que ocupan esta área son mayoritariamente calizas con un alto grado de carstificación y un considerable número de fracturas, características que les confiere un alto grado de permeabilidad.

Por otra parte, el drenaje superficial es óptimo dadas las pendientes tan fuertes que existen por toda la superficie.

Los acuíferos localizados en la formación calcárea tienen sus niveles freáticos a grandes profundidades, encontrándose importantes surgencias en los contactos con el substrato margoso.

Area 12

La mayor parte de los materiales que ocupan esta área son de naturaleza impermeable, aunque también es considerable el de los permeables (calizas). Sin embargo, estos últimos topográficamente ocupan las partes culminantes de la superficie y se drenan natural y rápidamente sin llegar a constituir acuífero.

El drenaje superficial es excelente debido a que las pendientes topográficas son muy fuertes, sin que existan recintos cerrados.

Area II₁

Los materiales que integran esta área están formados por conglomerados permeables y limos impermeables, dispuestos en capas lenticulares, circunstancia que favorece la

intercomunicación entre ellas. En definitiva, puede considerarse como permeable en general, aunque localmente pueden aparecer recintos impermeables.

Topográficamente, es una superficie prácticamente llana, por lo que el drenaje por escorrentía superficial es prácticamente nulo, verificándose ésta por parcelación.

La presencia de acuíferos en toda la área supone un factor muy desfavorable en las zonas costeras de las Bahías de Palma y Pollensa, donde los niveles freáticos aparecen a profundidades de 1,5-2 m.

Area II₂

Los materiales que integran esta área son de gran permeabilidad, por fracturación, constituyéndose en acuíferos de gran extensión. El nivel freático se encuentra a profundidades elevadas en la mayor parte de la misma, sin embargo existen amplios recintos, en la zona de Salinas, donde su profundidad oscila entre 0,5-2 m, incluyendo algún sector donde ésta es cero, dando lugar a amplias lagunas interiores.

El drenaje por escorrentía superficial está muy poco desarrollado ya que las pendientes topográficas son mínimas. Sin embargo, la percolación alcanza valores altos por toda la área, salvo la zona de salinas donde los suelos arcillosos impermeables alcanzan potencia de hasta 3 m, dando lugar a recintos encharcados temporalmente.

Area II3

La totalidad de los materiales que ocupan esta área pueden considerarse como impermeables, sin que aparezcan acuíferos en ellos.

Por otra parte, el drenaje superficial es prácticamente nulo ya que las pendientes topográficas son mínimas y la percolación nula.

Area II₄

Los materiales que ocupan esta área son por naturaleza impermeables, pero han sufrido un proceso de fracturación posterior que les ha dado carácter de permeables.

El dreanje por escorrentía superficial es bueno, pues las pendientes topográficas son considerables, alcanzando la percolación valores altos también.

La presencia de acuíferos es constante en toda la área, encontrándose los niveles freáticos a elevada profundidad.

Area II5

Toda la área está ocupada por materiales calcáreos, unas veces porosos y otras muy fracturados y carstificados, lo que les confiere un alto grado de permeabilidad y constituyéndose en acuíferos con los niveles freáticos a bastante profundidad.

El drenaje por escorrentía superficial no está muy desarrollado, por ser muy pequeñas las pendientes topográficas; en cambio la percolación alcanza valores altos.

Area II6

La superficie de esta área está ocupada en su mayor parte por fangos impermeables y el resto por diversos recintos de agua, algunos de ellos en comunicación directa con el mar

El drenaje está muy mal desarrollado, bien sea por escorrentía, bien por percolación, encontrándose los niveles freáticos a una profundidad de 1-2 m.

Area II7

Toda la área está integrada por arenas permeables. El drenaje es muy favorable, al conjuntarse el valor de la escorrentía superficial y el debido a la percolación.

Los acuíferos constituidos por estos materiales o en el substrato de ellos presentan unos niveles freáticos cuya profundidad varía en función de la distancia a la línea de costa y topografía, alcanzando los 2 m en las zonas más próximas y 10-12 en las más alejadas.

Area II₈

Fundamentalmente está integrada por materiales margosos impermeables. Los materiales permeables ocupan recintos de poca extensión, coincidentes con las culminaciones y partes más elevadas de la topografía.

La superficie presenta pendientes bastante acusadas, lo que permite un buen drenaje, por escorrentía superficial.

La naturaleza y disposición de los materiales no permite la existencia de niveles freáticos en esta área.

Area II₉

Está integrada por materiales areniscosos permeables, constituidos en acuíferos cuyo nivel freático aparece a considerable profundidad.

El drenaje por escorrentía superficial no es muy favorable al ser las pendientes topográficas pequeñas, pero sin embargo puede considerarse como favorable al ser elevada la percolación.

Area III₁

Los materiales que ocupan esta área fundamentalmente son calizas bastante fracturadas y carstificadas, circunstancias que les confieren una buena permeabilidad.

El drenaje superficial es muy bueno, en función de las fuertes pendientes topográficas existentes y permeabilidad de los materiales.

Estos materiales constituyen acuíferos, cuyos niveles freáticos se encuentran a grandes profundidades.

Area III2

En esta área se encuentran sucesivamente materiales permeables e impermeables, por lo que en conjunto puede considerarse como semipermeable.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS				
	l !1	Materiales permeables en general, por fracturación y carstificación. Drenaje muy favorable por topografía y percolación. Acuíferos con niveles freáticos muy profundos.				
	l ₂	Materiales esencialmente impermeables. Drenaje muy favorable debido a las fuertes pendientes. Ausencia de acuíferos.				
	111	Materiales semipermeables en general. Drenaje por escorrentía malo, percolación buena. Acuíferos a profundidades medias				
	112	Materiales permeables en casi toda su extensión				
,	113	Materiales impermeables. Drenaje muy malo. Ausencia de acuíferos.				
11	114	Materiales permeables en general. Drenaje bueno por topografía y percolación. Acuíferos con nivel freático profundo.				
11	115	Materiales muy permeables. Drenaje bueno por percolación. Acuíferos con nivel freático profundo.				
	116	Materiales impermeables y agua. Drenaje muy malo. Acuíferos de poca a media profundidad.				
	117	Materiales permeables. Drenaje bueno. Acuíferos de poca a media profundidad.				
	118	Materiales esencialmente impermeables. Drenaje bueno por topografía. Ausencia de acuíferos.				
	119	Materiales permeables. Drenaje aceptable. Acuíferos profundos.				
111	1111	Materiales permeables. Drenaje muy bueno. Acuíferos profundos.				
	1112	Materiales permeables e impermeables. Drenaje deficiente. Acuíferos profundos				

_

DIRECCION GENERAL DE MINAS E INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCION

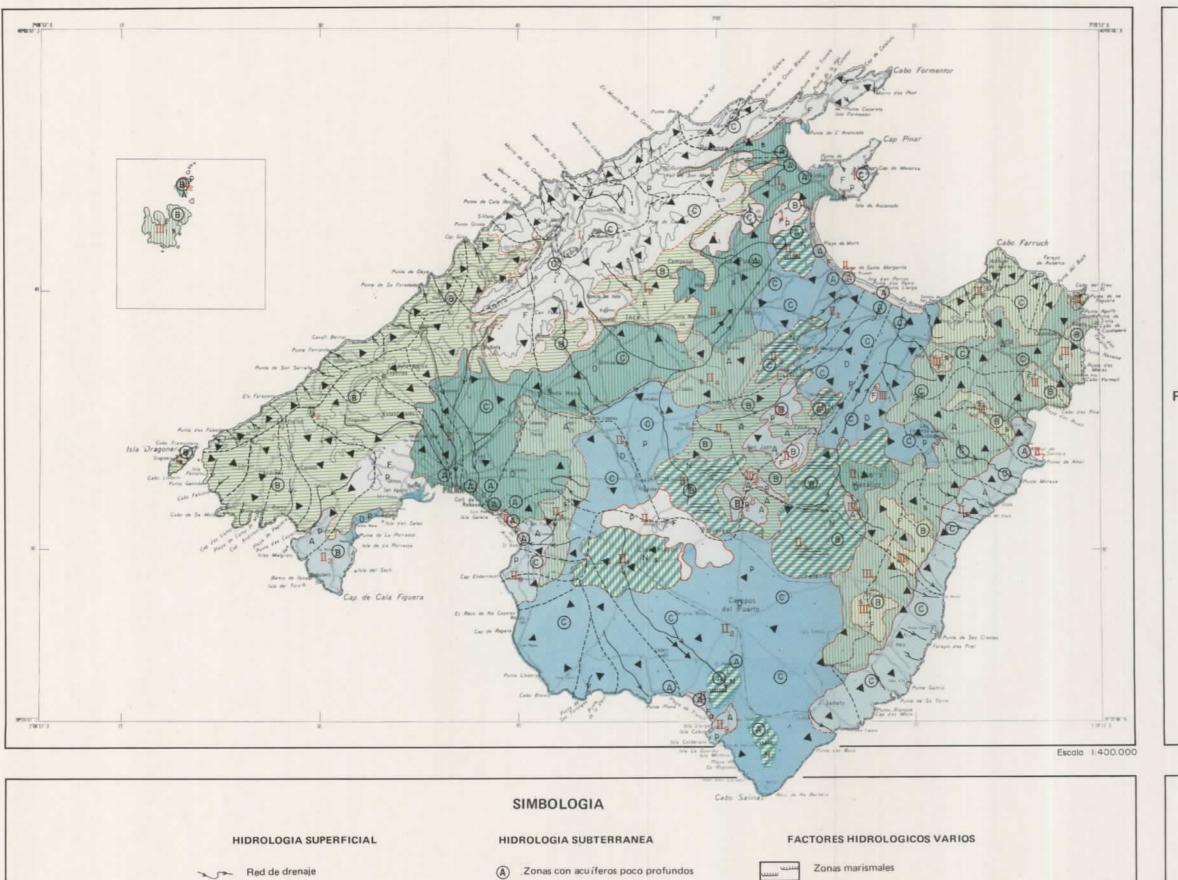


MAPA GEOTECNICO GENERAL

Zonas prácticamente sin acuífero

CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

57 PALMA DE MALLORCA 10/7

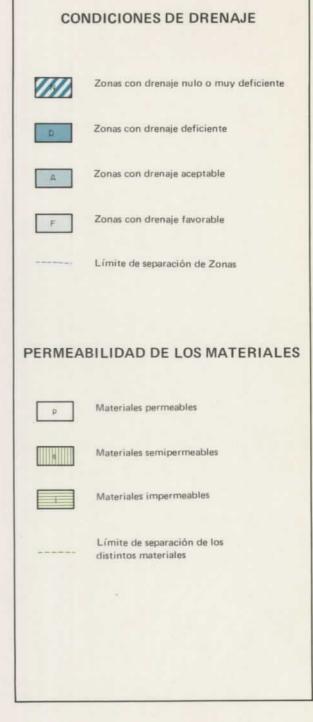


B Zonas con acuíferos profundos

© Zonas prácticamente sin acuíferos importantes

Dirección de escorrentía

----- Límites de cuencas hidrográficas



DIVISION ZONAL Límite de separación de Regiones

Límite de separación de Areas

Designación de un Area IIz

Las pendientes topográficas alcanzan valores medios, lo que permite un drenaje superficial aceptable.

Algunos de estos materiales se constituyen en acuíferos, con los niveles freáticos a distinta altura, pero siempre profundos.

2.7. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

En este apartado se analiza el comportamiento mecánico de los materiales, bien sea bajo las condiciones naturales del medio en que se encuentran, bien bajo las impuestas por un agente determinado.

Para su valoración se toma como unidad de medida la capacidad de carga y los posibles asientos resultantes bajo la acción de esta carga. Para la capacidad de carga se consideran 3 niveles: baja, media y alta, sobreentendiéndose que los asientos producidos al aplicar dichas cargas son siempre tolerables y uniformes.

Area I₁

La mayor parte de la área está ocupada por materiales con alta capacidad de carga, siendo nula la posibilidad de asiento. Unicamente se pueden producir desprendimientos bajo condiciones metereológicas muy adversas o en taludes artificiales, por fracturación interna de la roca.

El resto de la área está ocupada por materiales margo-arcillosos, plásticos, no consolidados, con baja capacidad de carga y posibilidad de asientos importantes.

Area I₂

En esta área predominan los materiales margo-arcillosos, poco consolidados, baja capacidad de carga y posibilidad de importantes asientos diferenciales.

Los materiales que ocupan el resto de la área presentan mejores condiciones geomecánicas, aunque topográficamente ocupan los recintos más inaccesibles. Su capacidad de carga puede estimarse entre media y alta, con posibilidad de algún asiento, localmente.

Area II₁

Los materiales que ocupan esta área corresponden a conglomerados bien cementados y limos consolidados, en capas alternantes. Geomecánicamente su comportamiento es bueno, soportando cargas medias y/o altas, sin asientos estimables. Los recubrimientos superficiales tienen escasa entidad, no llegando en ningún caso a sobrepasar el metro de potencia.

Area 112

La capacidad de carga en toda la área es alta y la posibilidad de asientos prácticamente nula. Sin embargo, pueden existir problemas derivados de la degradación superficial al constituirse, en algún recinto, suelos de hasta 3 m de espesor.

Area II3

Prácticamente, la totalidad de los materiales que ocupan esta área son de naturaleza margo-arcillosa, poco consolidados, con baja capacidad de carga, susceptibles de importantes asientos. Los suelos son de naturaleza arcillosa y de poco espesor.

Area II₄

Los materiales que ocupan esta área tienen una capacidad de carga que va de media a alta, no siendo de prever asientos de consideración.

Los núcleos están formados por una fracción arcillosa mayoritaria que engloba bastantes cantos calcáreos, alcanzando potencias pequeñas.

Area II5

La totalidad de los materiales que ocupan esta área tienen una capacidad de carga alta sin que prácticamente exista posibilidad de asientos diferenciales.

Los suelos están formados por una fracción arcillosa y otra granular (cantos calcáreos), sin que lleguen a presentar espesores superiores al metro.

Area II6

Los materiales que ocupan esta área son fangos arcillo-arenosos con espesores de 2-3 m. Su capacidad de carga es muy baja y los asientos intolerables. Sin embargo, el substrato calcáreo tiene una gran capacidad de carga sin posibilidad práctica de aparición de asientos, aunque tiene la desventaja de constituir un acuífero, alimentado por aguas marinas, con el nivel freático en su superficie.

Area II7

Los materiales que ocupan esta área son esencialmente granulares. Su capacidad de carga puede considerarse como media, incluso baja en algún recinto poco compactado. Es posible la aparición de asientos considerables, siendo los recubrimientos prácticamente despreciables.

Area II₈

Una gran parte de los materiales que ocupan esta área son margosos, con una baja capacidad de carga y la posibilidad de importantes asientos. El resto de los materiales pueden soportar una carga media sin asientos importantes. Los recubrimientos localmente pueden ser importantes.

Area IIg

La totalidad de la área está ocupada por materiales granulares bien trabados, lo que les confiere una alta capacidad de carga, sin asientos estimables. Los suelos de recubrimiento son de poco espesor y pueden considerarse despreciables.

Area III₁

La mayor parte de la área está ocupada por materiales de alta capacidad de carga sin posibilidad de asientos estimables. Sin embargo, son posibles por fracturación interna, en taludes artificiales. El resto de los materiales son de naturaleza margosa, poco consolidados, baja capacidad de carga y posibilidad de importantes asientos. Localmente los recubrimientos pueden ser importantes.

Area III2

En esta área existe gran predominio de materiales margo-arcillosos, con baja capacidad de carga y posibilidad de importantes asientos. Los restantes materiales son de naturaleza rocosa, con alta capacidad de carga.

Los suelos llegan a ser bastante potentes en algunos recintos.

CARACTERISTICAS SISMORRESISTENTES

De acuerdo con la división en zonas establecida en la Norma Sismorresistente P.G, S-1 (1968) Parte A la área corresponde a una zona de sismicidad media (Grado mayor VI y menor VII).

Esta sismicidad obliga a contar con valores característicos del suelo tipo del orden siguiente:

Velocidad	6,00 cm/s 71,40 cm/s ²
Aceleración	71,40 cm/s ²
Desplazamiento	0,48 cm
Para el período T	-0.50 s

El coeficiente sísmico básico correspondiente es C = 0,08.

Teniendo en cuenta los diversos factores de riesgo (en 50 años) y el tipo de terreno, se recomienda contar con una aceleración horizontal que puede llegar hasta:

$$Q_h = 0.10 g (cm/s^2)$$

Según la importancia de las obras, el coeficiente de seguridad dinámico de los taludes no debe situarse por debajo de 1.1.

El grado de sismicidad VII obliga a prever la producción de daños en las construcciones rurales, que oscilan desde moderadas (grietas, derrumbamientos parciales, etc.) hasta la destrucción casi completa de las mismas. En las construcciones urbanas ordinarias, de sensible mayor resistencia que aquéllas, pueden producirse daños moderados (grietas en muros, caídas de cornisas y bloques, etc.). En las construcciones reforzadas,

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS				
	11	Formada esencialmente por materiales de alta capacidad de carga sin asientos estimables. El resto, por materiales de baja capacidad de carga, y posible presencia de yesos en algún recinto.				
	l ₂	Predominan materiales con baja capacidad de carga, y posible aparición de importantes asientos. El sector capacidad de carga media a alta. Presencia de algunos recintos yesíferos.				
	111	Materiales de capacidad de carga media y/o alta, sin problemas de asientos importantes. Recubrimientos débiles.				
	112	Materiales de alta capacidad de carga, sin posibilidad de asientos importantes. Recubrimientos considerables en algún sector.				
	113	Materiales poco consolidados de baja capacidad de carga, con posibilidad de importantes asientos.				
	114	Materiales de capacidad de carga variable, entre media y alta. Posibilidad de asientos localizados. 				
	115	Materiales de gran capacidad de carga sin posibles asientos importantes. Recubrimientos poco importantes.				
	116	Capa superficial, 2-3 m, de baja capacidad de carga y asientos intolerables. Substrato de alta capacidad de carga con aguas marinas				
	117	Materiales granulares de capacidad de carga entre media y alta. Recubrimiento despreciable.				
	II ₈	Fundamentalmente integrada por materiales margosos, poco consolidados, de baja capacidad de carga y posibles asientos importantes. El resto de la superficie ocupada por materiales de capacidad de carga que va desde media a alta.				
	119	Materiales de alta capacidad de carga con asientos despreciables.				
	1111	Materiales de alta capacidad de carga en su mayoria, otra fracción minoritaria de baja capacidad y posibles asientos importantes.				
111	III ₂	Materiales en parte de baja capacidad de carga y posibles asientos importantes, y en parte formada por materiales de alta capacidad portante.				

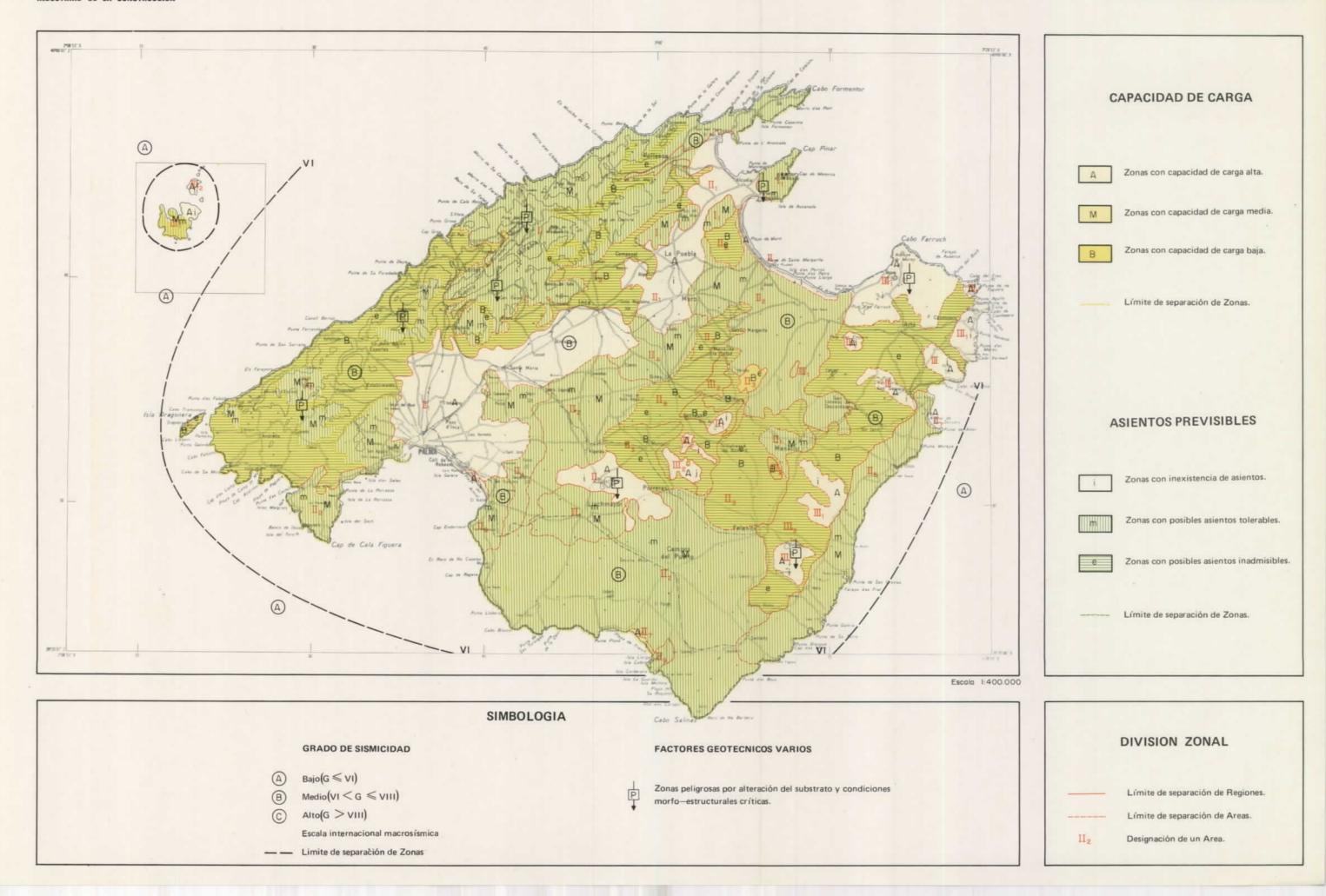
DIRECCION GENERAL DE MINAS E INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCION



MAPA GEOTECNICO GENERAL

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

PALMA DE 57 MALLORCA 10/7



daños ligeros o moderados. El grado de sismicidad VI no tiene, en líneas generales, efectos dañosos para las construcciones de tipo medio.

3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS

Del estudio y análisis de las diversas características expuestas en capítulos anteriores, es posible sintetizar y concluir las condiciones constructivas de los terrenos estudiados en la Hoja 1:200.000 de Palma de Mallorca y Cabrera.

Se han considerado cinco niveles para expresar las condiciones constructivas citadas: muy desfavorables, desfavorables, aceptables, favorables y muy favorable que corresponden a la intensidad y/o cualidad de los diferentes tipos de factores con incidencia geotécnica reseñadas y glosadas a lo largo de los capítulos precedentes.

3.1. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES

Se localizan en las áreas $l_1 \ l_2 \ y \ III_1$, ocupando la mayor parte de su superficie. El factor primordial que determina su inclusión en este apartado es el morfológico, presentando pendientes muy fuertes y grandes desniveles.

Simultáneamente, se manifiesta una elevada inestabilidad en algún sector muy localizado de las áreas I₁ y III₁, y muy acusada y generalizada por toda la superficie de la área I₂.

Los materiales que imprimen el referido carácter morfológico corresponden a las calizas mesozoicas, y la inestabilidad a los términos margo-arcillosos y calco-arenosos, primordialmente mesozoicos.

3.2. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

Ocupan superficies sobre las cuales inciden factores determinantes, de distinta naturaleza para unas u otras.

El área II₆ está totalmente ocupada por materiales fangosos de muy desfavorables condiciones geotécnicas e hidrológicas; sin embargo, estos factores adversos quedan atenuados por la topografía tan favorable que presenta y la existencia de un substrato de alta capacidad de carga a 2-3 m de profundidad.

En esta modificación también se incluyen las áreas II₈ y III₂, que presentan una topografía de pendientes medias y están ocupadas primordialmente por margas y margocalizas que dan lugar a problemas de inestabilidad, geotécnicos e hidrológicos.

3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES

En este grupo se incluyen los terrenos correspondientes a las áreas II₃, II₄ y II₇.

La área II₃ está ocupada por materiales margosos cuyas condiciones geotécnicas (capacidad de carga y asientos) e hidrológicas son desfavorables pero que sin embargo presentan una topografía Ilana, altamente favorable, que atenúa los factores adversos anteriores.

La área II₄ está constituida por materiales que reúnen condiciones geotécnicas e hidrológicas favorables pero presentan una morfología desfavorable en líneas generales.

La área II₇ las forman arenas eólicas cuyas condiciones geotécnicas son favorables o aceptables, siendo desfavorable la estabilidad.

3.4. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

Se incluyen aquí los terrenos comprendidos en las áreas $\rm II_5$ y $\rm II_9$. Están integrados por materiales calcáreos que presentan magníficas condiciones geotécnicas e hidrológicas, pero superficialmente y a pequeña escala presentan un relieve irregular, siendo las pendientes generales muy suaves.

También cabe incluir aquí un recinto de la área II₂, localizado en la zona de Salinas, el cual presenta una morfología totalmente llana aunque tiene un suelo arcilloso bastante potente, 2-3 m.

3.5. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY FAVORABLES

Se localizan en las áreas II₁ y II₂, ocupando la totalidad de la superficie en la primera y la casi totalidad de la segunda.

Tanto una área como **otra** presentan una topografía llana, estando ocupada la II₁ por materiales conglomeráticos y limosos y la II₂ por calizas. Estos materiales presentan buena permeabilidad y capacidad de carga, siendo asimismo materiales estables.

BIBLIOGRAFIA

- Bataller, R., Palmer, E., Colom, G. Nota sobre el hallazgo de depósitos albenses en el extremo NE de la Sierra Norte de Mallorca (región de Pollensa). Bol. R.S.E.H.N. número 55. (1957).
- Cantos Figuerola, S. Investigaciones hidrogeológicas por el método gravimétrico en la zona de Juca (Mallorca). Bol. del Inst. Geol. y Min. de España, núm. 79. F. 6°. (1968).
- Colom, G. Sobre la existencia de una zona de hundimientos pliocenos-cuaternarios situada entre el pie meridional de la Sierra Norte de Mallorca. A.G.H., núm. 3. (1967).
- Colom, G., Sacares, J., Cuerda, J. Las formaciones marinas y dunares pliocenas de la región de Lluchmajor (Mallorca). Bol. Soc. Hist. Natural de Baleares, T.14. (1968).
- Colom, J., Sacares, J. Nota preliminar sobre la geología estructural de Ronda. Bol. Soc. Hist. Natural de Baleares. T.14. (1968).
- Escandell, B., Colom, G. Sur l'existence de diverses phases de plissements alpins dans l'île de Mayorque (Baleares). Bull. Soc. Geol. de Fr. 7^a Serie. (1960).
- Sobre la existencia de una fase de contracciones tangenciales de Mallorca, durante el Burdigaliense. Mem. del Inst. Geol. y Min. de España, núm. 61. (1960).
- Mapa Geológico de España, E 1:50.000, núm. 644 (Pollensa). Inst. Geol. y Min. de España. (1961).
- Estudio geológico de la región de Sinen-Petra, en la isla de Mallorca. Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España, núm. 64. (1961).
- Una revisión del Nummulítico Mallorquín. Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España, núm. 66. (1962).
- Fourmalier, P. Algunas consideraciones respecto a la tectónica de la isla de Mallorca. Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España, núm. 1. (1928).
- Hollister, J.S. La posición de las Baleares en las orogenias veríscica y alpina.
 P.Al.G.E.T.E. (1934).
- Oliveros, J.M., Escandell, B. Nota preliminar sobre el hallazgo de lechos lacustres del Burdigaliense Superior en Mallorca. Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España, número 55. (1959).
- Estudio de los terrenos postburdigalienses en el llano central de la isla de Mallorca.
 Mem. del Inst. Geol. y Min. de España, núm. 61. (1960).

- Estudios sobre la formación lacustre con lignitos de Ludense-Estampiense Inferior de Mallorca. Me. del Inst. Geol. y Min. de España, núm. 61. (1960).
- I.G.M.E. Mapa Geológico de España E 1:50.000 núms. 643, 645, 670, 671, 672, 697, 698, 699, 700, 723, 724 y 725. Servicio de Publicaciones. Madrid.
- I.G.M.E. e I.G.C. Mapa sismoestructural de la Península Ibérica, Baleares y Canarias. Madrid (1966).
- I.G.M.E. Mapa de síntesis de los sistemas acuíferos de España peninsular, Baleares y
 Canarias. Servicio de Publicaciones. Madrid (1971).
- I.G.M.E. Mapa Geológico de España a E 1:200.000, Hojas núm. 57 (10-7) y 66 (10-8) Palma de Mallorca y Cabrera. Servicio de Publicaciones. Madrid (1972).
- Jiménez Salas, J.A. y Justo Alpañes, J.L. Geotecnia y Cimientos. Ed. Rueda. Madrid (1971).
- Ministerio de Agricultura. Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España. Mapa Agronómico Nacional. Dirección General de Agricultura. Madrid (1965).
- Ministerio de Obras Públicas. Balance hídrico. Servicio de Publicaciones del M.O.P. Madrid.
- Ministerio de Obras Públicas. Datos climáticos para carreteras. Servicio de Publicaciones del M.O.P. Madrid (1964).
- Presidencia del Gobierno Norma Sismorresistente P.G, S-1 (1968) Parte A. Madrid.
- Servicio Geográfico del Ejército. Mapa Militar de España a E 1:200.000 núms. 10-7
 y 10-8. Palma de Mallorca y Cabrera. Servicio Cartográfico del Ejército. Madrid (1970).
- Servicio Meteorológico Nacional Datos climáticos del período 1960-1971, correspondientes a las estaciones meteorológicas situadas en la Hoja 1:200.000 Palma de Mallorca.
- Sole Sabaris, L. Geografía de España y Portugal. Tomo I, Ed. Montaner y Simón. Barcelona (1952).