

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA



TESIS DOCTORAL

**INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS PETROGRÁFICAS DE
LOS ÁRIDOS CANARIOS EN LAS PROPIEDADES DE LOS
HORMIGONES**

CARLOS GUIGOU FERNÁNDEZ

Las Palmas de Gran Canaria, 1990

T E S I S D O C T O R A L

TITULO DE TESIS:

INFLUENCIA DE LAS CARACTERISTICAS PETROGRAFICAS DE LOS ARIDOS
CANARIOS EN LAS PROPIEDADES DE LOS HORMIGONES.--

AUTOR:

CARLOS GUIGOU FERNANDEZ. Arquitecto.

DIRECTOR DE TESIS:

AGUSTIN JUAREZ RODRIGUEZ.

CATEDRATICO DE CONSTRUCCION DE LA E.T.S.A.L.P.

INDICE

INFLUENCIA DE LAS CARACTERISTICAS PETRO-
GRAFICAS DE LOS ARIDOS CANARIOS EN LAS -
PROPIEDADES DE LOS HORMIGONES.

	<u>PAGINA</u>
PARTE I: INTRODUCCION	11
PARTE II: EL ESTADO DE LA CUESTION	18
CAPITULO I.- EL ARIDO	19
1.1.- Breve reseña petrográfrica de Gran Canaria	20
1.2.- Clasificación geológica de las rocas canarias emplea- das en construcción	26
1.2.1. Basaltos	27
1.2.2. Traquitas.....	30
1.2.3. Fonolitas	31
1.2.4. Puzolanas	33
1.2.5. Rocas Plutónicas Ca narias.	
1.2.5.1. Sienitas .	40
1.2.5.2. Gabros ...	40
1.3.- Canteras de procedencia de los áridos objeto del estu dio	41
1.4.- El coeficiente de Forma ..	43

1.5.- El módulo granulométrico . 61

1.6.- La composición granulométrica del árido:
Métodos usuales de aplicación 63

1.6.1. Introducción

1.6.2. Métodos de aplicación 65

CAPITULO II.- LOS CEMENTOS CON ADICIONES -
ACTIVAS. 72

2.0.- Introducción

2.1.- La adición puzolánica 73

2.2.- Características de los cementos con adiciones activas: -
observaciones a su empleo .. 75

2.3.- Ambito de empleo de los cementos con adiciones puzolánicas

2.3.1. Construcciones en contacto con aguas79

2.3.2. Revestimientos exteriores80

2.3.3. Obras de grandes masas

2.3.4. Elementos Prefabricados: expansión y retracción81

2.3.5. Aridos Reactivos83

2.4.- El problema de la determinación del contenido de cemento en piezas de hormigón endurecido 85

CAPITULO III.- CONSIDERACIONES ACERCA DEL HORMIGON 89

3.1.- La relación agua/cemento: su importancia en la resistencia a compresión del hormigón endurecido, fabricado con áridos canarios 89

3.2.- La docilidad del hormigón 95

3.2.1. Consideraciones generales 95

3.2.2. Determinación de la docilidad: la consistencia . 97

3.3.- Influencia del curado en las propiedades del hormigón: la fisuración de retracción hidráulica en Canarias 99

CAPITULO IV.- CONSIDERACIONES ACERCA DE LOS ENSAYOS MECANICOS DE LOS HORMIGONES PROGRAMADOS103

4.1.- La resistencia a compresión simple: características del hormigon. Ensayos Previos

4.1.1. Consideraciones acerca de la homogeneidad del producto	103
4.1.2. Consideraciones acerca de los ensayos de compresión simple	104
4.2.- Consideraciones acerca de la resistencia a tracción del hormigón: el ensayo brasileño	107
4.3.- Consideraciones acerca del módulo de deformación longitudinal del hormigón	109
4.3.1. Consideraciones previas.	
4.3.2. Aportación al comportamiento del hormigón	112
4.3.3. Evaluación aproximada del módulo de deformación	113

PARTE III.- REALIZACION DE ENSAYOS SOBRE HORMIGONES CON - ARIDOS BASÁLTICOS, FONOLÍTICOS Y PIROCLÁSTICOS Y SUS COMPONENTES	116
--	-----

CAPITULO V.- LA PROGRAMACION Y REALIZACION DE
LOS ENSAYOS 117

5.0.- Ensayos mecánicos, físicos y -
químicos del cemento a emplear.
.....

5.1.- Ensayos a compresión simple y -
flexotracción del mortero norma
lizado 117

5.2.- Ensayos morfológicos y físicos
de los áridos seleccionados ... 127

5.2.0. Determinación del coefi-
ciente de forma de los -
distintos tipos y frac--
ciones 129

5.2.1. Determinación del peso -
específico 148

5.2.2. Determinación de la den-
sidad aparente de los á-
ridos 148

5.2.3. Determinación de la den-
sidad de conjunto de los
áridos 149

5.2.4. Ensayos físicos de las a
renas 149

5.2.5. Determinación del módulo
granulométrico 150

5.3.- Programación y realización de -
las dosificaciones 159

- 5.3.1. Programación de las dosificaciones 159
- 5.3.2. Realización de la dosificaciones 160
 - 5.3.2.1. Fijación de la cantidad de cemento 163
 - 5.3.2.2. Fijación de la consistencia 164
- 5.4.- Ensayos de compresión simple.. 165
- 5.5.- Ensayos de tracción indirecta. 246
- 5.6.- Ensayos de módulo de deformación 252

PARTE IV.- CONCLUSIONES.

- CAPITULO VI.- LAS RESISTENCIAS MEDIAS Y ESPECIFICADAS A COMPRESION DE --
 LOS HORMIGONES CON ARIDOS FONOLITICOS, BASALTICOS Y PIROCLASTICOS278
- 6.1.- Obtención de las resistencias especificadas a partir de los ensayos previos
- 6.2.- Relación entre las resistencias medias obtenidas para hormigones homólogos confeccionados con áridos fonolíticos, basálticos y piroclásticos285

6.3.- La evolución de la resistencia a compresión simple del hormigón entre 7 y 90 días para mezclas fonolíticas, basálticas y piroclásticas..... 287

CAPITULO VII.- OBTENCION DE LA RESISTENCIA CARACTERISTICA ESTIMADA DE CADA HORMIGON A PARTIR DE LAS RESISTENCIAS MINIMAS OBTENIDAS EN LAS AMASADAS, PARA UN HIPOTETICO ENSAYO DE CONTROL A NIVEL NORMAL.....301

CAPITULO VIII.- VARIACIONES RESISTENTES DERIVADAS DE LA MODIFICACION CUANTITATIVA DE LOS COMPONENTES FINOS Y DEL AGUA DE AMASADO.....306

CAPITULO IX.- LA RELACION C/A: DIFERENCIAS DE ESTIMACION PARA LOS HORMIGONES EN SAYADOS: SEGUN LOS METODOS "DE LA PEÑA" Y "BOLOMEY"..... 309

9.1.- Comparación entre ambos métodos en cuanto a su valoración de la relación C/A.....

9.2.- Obtención del coeficiente K_{re} al de De La Peña, a partir de los resultados de ensayo..... 312

CAPITULO X.- EL HORMIGON Y EL MORTERO NORMA
LIZADO: RELACIONES DE RESISTEN
CIAS 314

10.1. Calificación de los áridos ca-
narios ensayados, a partir de
la resistencia a compresión de
los hormigones resultantes ...

10.1.1. Hormigones con áridos
fonolíticos 314

10.1.2. Hormigones con áridos
basálticos 315

10.1.3. Hormigones con áridos
pirocásticos 315

10.2. Relación entre resistencias a
compresión y flexotracción del
mortero normalizado y a compre
sión simple del hormigón: grá-
ficas 316

10.2.1. Relación resistencia a
compresión del mortero
normalizado / resisten
cia a compresión del --
hormigón: conclusiones.
..... 329

10.3. La resistencia a flexotracción
del mortero normalizado y a --
tracción del hormigón: conclu-
siones 331

CAPITULO XI.- COMPARACION ENTRE LA EVALUA--
CION TEORICA DEL MODULO DE DE
FORMACION LONGITUDINAL DE CA-
DA HORMIGON, SEGUN EH88, Y LOS
RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABO-
RATORIO, A LOS 28 DIAS 339

CAPITULO XII.- RELACION ENTRE LAS RESISTEN---
CIAS MEDIAS A COMPRESION OBTEN-
IDAS EN LOS ENSAYOS DE COMPRE
SION SIMPLE Y EN LOS ENSAYOS -
DE MODULO DE DEFORMACION 340

CAPITULO XIII.- LA EVOLUCION DEL MODULO DE DE-
FORMACION LONGITUDINAL DEL HOR
MIGON ENTRE 7 Y 90 DIAS PARA -
MEZCLAS FONOLITICAS; BASALTICAS
Y PIROCLASTICAS 343

CAPITULO XIV.- CONSIDERACIONES FINALES 346

PARTE I: I N T R O D U C C I O N

PARTE I.- INTRODUCCION

INTRODUCCION.

La continua y abrumadora importación y distribución comercial de nuevos materiales de construcción, provoca en los profesionales de nuestras islas vinculados a la edificación, la decisión de su aplicación con un conocimiento sobre sus propiedades que, la mayor parte de las veces, no va más allá del estudio de la documentación técnica que de éstos materiales recibimos.

Así, atraídos por su aspecto o por sus hipotéticas cualidades, hacemos uso de estos novedosos materiales, olvidando o suplantando materiales y técnicas constructivas locales, cuya eficacia viene sobradamente sancionada por la dilatada experiencia que sobre los mismos se ha alcanzado en nuestra región.

El hecho de encontrarnos alejados de las fuentes de producción de la mayoría de los materiales que empleamos, nos obliga a conocer de sus cualidades únicamente a través de las experiencias propias o ajenas, analizando con el transcurso del tiempo el comportamiento que estos materiales y sus técnicas de aplicación presentan frente a las diversas agresiones a que se somete, constatando así el grado de acierto de su elección.

Esta situación de continua experimentación de materiales y técnicas de forma directa en los procesos de construcción de nuestros edificios, sin un conocimiento exhaustivo de los mismos, unida a la escasez (y en no pocos casos, - ausencia) de mecanismos de control eficaces, induce a fracasos y gastos innecesarios por una inadecuada elección o una - incorrecta puesta en obra.

Materiales y elementos que gozan ya de una cierta tradición en nuestras islas, por su extenso y frecuente empleo, como lo son, por ejemplo, los bloques de hormigón aligerado - con picón, se emplean, no obstante, sin poseer un riguroso conocimiento de sus cualidades y limitaciones mecánicas y físicas, debido, por un lado, a la ya citada escasez de medios de control al alcance del arquitecto, y, por otro, a la ausencia de un control eficaz durante el proceso de fabricación de éstos materiales.

El presente trabajo pretende abarcar un reducido - pero importante sector del amplio campo de los materiales constructivos, al centrarse en el estudio de los hormigones fabricados con nuestros áridos volcánicos.

Ello ha servido para que, una vez dispuesta la infraestructura mínima necesaria para abordar labores docentes y de investigación, el modesto Laboratorio de Materiales de la Escuela de Arquitectura de Las Palmas, haya realizado su primera labor investigadora con el planteamiento y desarrollo de un dilatado programa de ensayos sobre hormigones confeccionados con cementos de adición activa de naturaleza puzolánica, tipo PA-350,

mezclado, molido y envasado en Gran Canaria, y cuatro tipos - de áridos volcánicos abundantes en nuestras islas: el basalto, la fonolita, el picón y la puzolana.

El presente trabajo no se ha dirigido hacia la - optimización de dosificaciones conducentes a la obtención de hormigones con cualidades resistentes excepcionales; por el - contrario, se ha partido de la confección de hormigones "normales", de elaboración cotidiana tanto en obra como en centrales de hormigonado, para que, al ahondar en su estudio, pueda ofrecerse unas consideraciones que esperamos sean provechosas para el profesional vinculado a la construcción.

Ortega y Gasset en su infatigable lucha por sembrar la ciencia en España, como única vía para europeizar verazmente nuestro país, nos persuade a través de la seducción de su lenguaje, de que para ello es preciso "armarse con la - precisión, el método y los hábitos críticos. Acorazados con - la veracidad de la razón es como podemos construir una cien--cia disciplinada; incluso en este solar, donde tal ciencia -- nunca ha echado raíces". la teoría que, desde un sistema, emana una verdad, no debe escapar del imperio del contraste; la última palabra de una querrela intelectual no la debe tener - una opinión por fundada que ésta sea, sino el crisol de nuestras posturas teóricas. Es preciso, pues, una teoría para enfrentarse con las cosas; "no basta con verlas, es preciso pensarlas, reconstruirlas".

El ejercicio ascético que supone encaminarse por la vía del método para alcanzar, si se llega, una verdad discutible, es, desde luego, siempre molesto. Esta molestia se acrecienta y se hace insoportable cuando el ejercicio se acomete en un medio donde nada menos que el sistema generador de verdades está desprovisto de contenido; me refiero a la infraestructura humana y material mínima precisa que extienda la afición por el conocimiento de nuestras cosas reales que están ahí, esperando ser creadas, al igual que se fomenta la afición por un deporte. Ello provoca una palpable actitud reacia a esta recreación, especialmente en las cuestiones circunscritas al ámbito de nuestros materiales y técnicas constructivas. De aquí la escasez de cuestionamientos que se producen en torno a este ámbito en Canarias, o lo que es lo mismo, la escasez de ideas vertidas en este campo y la sustitución de éstas por las creencias, es decir, por lo dado, por lo recibido, por lo no cuestionado. Este cuerpo de ideas heredadas lo constituye la normativa nacional, la bibliografía y la propaganda, y la transmisión de ideas.

La presente tesis, desde estas creencias, pretende ahondar en el conocimiento de materiales tan cotidianos como nuestros hormigones isleños. Así, algunas creencias, ratificándose, se consolidarán, y otras quedarán del lado del cuestionamiento, precisando de la discusión recreadora que, actualizándolas, permitan su pervivencia futura.

Qué confortables las creencias! qué incómodas las ideas!. Si este modesto trabajo consigue inocular la duda en algunos de los escasos aficionados con que cuenta el árido campo del hormigón, habrá cumplido con creces su objetivo.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi reconocimiento a la notable labor desempeñada por el maestro encargado del Laboratorio, D. Jesús Cantero Sarmiento, así como a la eficacia de los laborantes, D. Rubén Darías Martín y D. Antonio Afonso, sin cuya inestimable ayuda no se podría haber abordado este trabajo.

Al Centro Provincial INCE mi gratitud por la ayuda prestada tanto en bibliografía especializada como en la inestimable colaboración de su técnico químico y entusiasta geólogo, D. Manuel Ortega Linares.

A mis compañeros de Departamento, José Manuel Pérez Luzardo, Carmelo Padrón Díaz y Pablo Hernández Ortega, cuya tenacidad docente e investigadora ha sido determinante en mi reencuentro con la Escuela de Arquitectura.

A Mariló, cuya destreza y buena disposición se aprecian en el mecanografiado de este tomo.

Al profesor D. Agustín Juárez Rodríguez, a cuyo poder de convicción debo la superación de la insensatez que se me antojaba la presentación de este trabajo.

Las Palmas, Noviembre de 1989

PARTE II: EL ESTADO DE LA CUESTION

CAPITULO I.- EL ARIDO

Este trascendental componente del hormigón, tanto si interviene de forma simple o granulométricamente compuesto, comprende aproximadamente el 75% de este producto, por lo que difícilmente podemos despreciar la importancia que las características de este componente (naturaleza petrográfica, morfología...) puedan imprimir al hormigón, tanto en su fase de elaboración, (docilidad, trabajabilidad...), como en las propiedades finales del producto elaborado (resistencia, durabilidad...) (x).

Así, nos plantearemos las incidencias que el empleo de áridos canarios tan diferentes petrográficamente como el basalto, la fonolita o los piroclastos, ocasionan en el hormigón, tanto en estado fresco como endurecido.

Para ello, consideramos necesario aportar, a través de una breve reseña petrográfica de Gran Canaria, datos de partida acerca de la génesis, localización geográfica y tipos de aquellos materiales volcánicos.

(1) Popovics. "Efectos del árido sobre ciertas propiedades del hormigón de cemento Portland".

1.1. BREVE RESEÑA PETROGRAFICA DE GRAN CANARIA.(2)

La isla de Gran Canaria es un edificio volcánico circular. Su volumen principal se formó hace unos 14 millones de años. La persistencia de las erupciones hasta épocas recientes (geológicamente hablando, pues el período erosivo-inactivo actual abarca unos 2,8 millones de años), hace que esta isla conserve el carácter de área volcánica activa.

La variación en la composición química de nuestras rocas es muy acentuada, partiendo desde extremos básicos (basaltos), pasando por rocas de composición intermedia (traquibasaltos), hasta abarcar rocas sálicas (fonolitas, traquitas).

En la diapositiva nº 1, podemos apreciar la tendencia emigratoria del volcanismo hacia el N.E.; en la mitad N.E. se aprecia acumulación de materiales recientes, perteneciendo a la mitad S.W. las emisiones más antiguas.

La existencia de sedimentos submarinos sobre la línea de costa actual, así como la de materiales de emisión subaérea bajo el nivel del mar, cuyas oscilaciones se acercan a los 400 ms, ha desechado su posibilidad de explicación basada en meras fluctuaciones del nivel marino. Estas notables oscilaciones se deben a las alternancias de hundimiento-elevación -

(2) Vicente Araña. Juan C.Carracedo:

"Los Volcanes de las Islas Canarias".Tomo III.
Gran Canaria. Editorial Rueda.

del bloque insular, tras las correspondientes períodos de actividad volcánica (acumulación de nuevos materiales; aumento de peso; hundimiento) y de inactividad (erosión; transferencia de los materiales al mar; descarga de peso; elevación -- del bloque insular). (diapositiva nº 2)

Estos procesos erosivos originan la formación de estratos, algunos de ellos de gran extensión y potencia, dando origen a las "discordancias" (*) que se pueden apreciar en nuestro territorio. Una discordancia erosiva característica es la conocida Terraza de Las Palmas, (diapositiva Nº 4). A la antigua plataforma costera que se ha prolongado tierra adentro, se le superponen depósitos (abanicos aluviales), constituyéndose así dicha terraza.

Gracias a los estudios que los expertos vulcanólogos han realizado sobre la evolución de nuestras islas, se conoce la historia volcánica de Gran Canaria, que se caracteriza por poseer tres períodos diferenciados de actividad, separados por períodos de inactividad erosiva.

Al primer ciclo (ciclo Antiguo, desde 14 a 9,6 m.a) corresponde la emisión de enormes cantidades de basalto (serie Basáltica I), así como de traquitas (Serie Traquisienítica) y fonolitas (serie Fonolítica), emitiéndose la mayor parte del volumen de la isla (unos 1.000 km³).

(*) Discordancia: superficie de discontinuidad que separa dos formaciones superpuestas. (diapositiva nº3)

Estos potentes mantos y coladas de la Serie Basáltica I, junto con sus piroclastos (materiales de proyección - aérea), debieron ocupar aún más de la actual superficie de -- Gran Canaria, destruyéndose en parte por la erosión del mar.

Actualmente, la serie Basáltica I (*), compuesta por mantos lávicos de basalto olivínico se extiende ampliamente por la mitad S.O. de la isla, con alguna aparición puntual por el N.E. De sus productos piroclásticos apenas hay rastro, debido a la erosión o a procesos de desvitrificación.

Estas rocas presentan frecuentemente el olivino alterado, pudiendo contener sílice reactiva amorfa (opalina), alcanzando la cota + 500 aproximadamente.

Tras esta etapa efusiva del Mioceno Grancanario, (ciclo Magmático I), siguió un largo período de inactividad, - abriéndose un paréntesis erosivo hasta los 4,5 m.a. Este protagonismo erosivo, que desmantela la mayor parte de los aparatos volcánicos miocénicos (intervalo Erosivo I), produce un levantamiento del bloque insular y la consiguiente regresión marina, - originando la formación de terrazas piedemonte, por acumulación de materiales erosivos (Diapositiva Nº 5).

(*) La estructura traquítica del volcán de Tejeda, se levantó a través de los mantos basálticos, aún más primitivos, de la Serie Basáltica I.

En este período se acumulan las formaciones sedimentarias marinas de Arguineguín (de 9,6 a 5 m.a.) y los depósitos sedimentarios antes mencionados de la Terraza de Las Palmas (a partir de los 5 m.a.). La parte inferior de estos depósitos son de carácter claramente marino. Su parte superior (piedemonte superior) contienen materiales pertenecientes al Ciclo Magmático II. Sobre esta Terraza de Las Palmas, se levantan la mayoría de los edificios de nuestra capital, desde la Ciudad Alta, inclusive, hacia el Centro de la Isla. (4). Esta Terraza se apoya sobre los materiales postreros emitidos en el Ciclo Magmático I, es decir, sobre fonolitas que aparecen como ignimbritas coladas y tobas puzolánicas.

Los cantos rodados que aparecen insertos en la base de la Terraza están constituidos, casi exclusivamente, por rocas fonolíticas. El piedemonte superior de la Terraza, se constituye por un desordenado conjunto de cantos rodados y semirodados, de diversa procedencia, abundando los basaltos y fragmentos de aglomerado Roque Nublo. Constituye, en general, esta Terraza, una base adecuada para la edificación, ampliamente sancionada por la experiencia, aún a pesar de que las arcillas que contienen, al ser aisladas, presenten caracteres expansivos. Esta inestabilidad volumétrica no se manifiesta en la realidad, debido a su mezcla con arenas, limos y cantos rodados característicos de esta formación.

(4) De Informes geológicos de D. Manuel Ortega Linares.
Centro INCE-LPA.

Al segundo ciclo eruptivo (de 4,5 a 3,4 m.a.) corresponde la emisión de menor cantidad de materiales (unos -- 100 km³), que, por erupción violenta en nube ardiente, cubre gran parte de la isla de basaltos y mantos de aglomerados. Este vulcanismo se activa aún antes de que la formación sedimentaria "Terraza de Las Palmas" haya concluido su proceso.

El Ciclo Magmático II emite inicialmente basaltos olivínicos, tefritas y aglomerados poco potentes de nube ardiente, constituyéndose la Serie Pre-Roque Nublo. Sobre esta Serie se superponen potentes planchas de aglomerado ignimbrítico, - cuya erosión posterior produjo la aparición del accidente geomorfológico más característico de esta serie: El Roque Nublo, - por lo que a este aglomerado se le demonina con este nombre, - aplicado mundialmente por los petrólogos a cualquier formación volcánica similar, pues es en Gran Canaria donde por primera vez se identifica y estudia. Estas erupciones violentas ocuparon la casi totalidad de la superficie insular, emitiendo, como material característico, la Tefrita, que es un basalto feldespatoidico sin olivino.

Consecuentemente esta nueva acumulación de peso provoca un hundimiento del bloque, provocando una transgresión marina, quedando sumergidas los piedemontes interiormente formados por erosión y sedimentación.

Se abre un nuevo y largo período erosivo, conocido por Intervalo Erosivo II, durante el cual los mantos poco potentes y de escasa cohesión de las series Pre y Roque Nublo son -- disgregados, quedando aislados, sólo los bastiones más resistentes. Se forman entonces los actuales depósitos sedimentarios de

la desembocadura del Barranco de Tirajana.

Ya en el Cuaternario, a partir del Pleistoceno, las erupciones van a tener carácter exclusivamente basáltico, constituyéndose este Período Magmático III desde hace 2,7 m.a. hasta la actualidad. De las series basálticas, la que ha emitido mayor volumen de productos lávicos y piroclásticos es la Serie II, que abarca ambos lados del eje Tejeda-Las Palmas. En medio, queda un resalte de material fonolítico, recubierto por aglomerados de la Serie Roque Nuble emitidos con anterioridad.

Las lavas y los productos piroclásticos de la Serie Basáltica II abundan en la joven mitad N.E. insular.

Si bien los piroclastos de esta serie presentan un considerable grado de alteración superficial, los correspondientes a la Serie Basáltica II se encuentran aún inalterados, conociéndose localmente por "picón negro", cuyo empleo, en construcción, es frecuente en encascados de piso, y en la fabricación de bloques de hormigón aligerado.

La alteración de determinados piroclastos basálticos cuaternarios se manifiesta en las conocidas arcillas rojas de Teror, ricas en Fe_2O_3 y Al_2O_3 .

El actual período ha provocado una nueva regresión marina, emergiendo los piedemontes y pre y post Roque Nuble, e incluso los primeros niveles marinos, a cotas muy superiores al actual nivel del mar.

CAPITULO I.-

1.2. CLASIFICACION GEOLOGICA DE LAS ROCAS CANARIAS EMPLEADAS EN CONSTRUCCION.

Las islas se encuentran enclavadas sobre una corteza oceánica antigua (de más 250 m.a.) que emigró desde la Cordillera Centrooceánica a medida que se abría el Atlántico.

Las cuencas oceánicas son más jóvenes y activas que las plataformas graníticas continentales, denominadas cratones. Así, los materiales serían los derivados de una magma basáltico evolucionado, de tipo alcalino (x), ricos, pues, en sodio y potasio, en contraposición a los basaltos primitivos o toleíticos, propios de la Cordillera Centrooceánica.

La clasificación de las rocas volcánicas se establece de acuerdo con su composición mineralógica. Para ello, aunque algunos minerales son reconocibles a simple vista, se emplea el microscopio petrográfico aplicado a una delgada sección de roca.

Los análisis químicos de las rocas se expresan en \pm óxidos, destacando el % del SiO_2 , que sirve como base a la distinción de las rocas ácidas, básicas o intermedias. Todas las rocas canarias son alcalinas, por su elevado contenido en sodio y potasio.

(x) La alcalinidad es un concepto químico que refleja la mayor o menor proporción de álcalis (Na_2O y K_2O) con respecto de la alúmina (Al_2O_3).

La configuración geomorfológica actual de las islas, es consecuencia de dos acciones antagónicas: una, constructiva, emitiendo intermitentemente productos alcalinos y otra, destructiva, debida a la erosión eólica, pluvial y marítima.

Las rocas máficas (magnesio y hierro) o básicas, - en las que predominan los minerales oscuros, como los olivinos y piroxenos, están representadas en Canarias por los basaltos alcalinos (Diapositiva Nº 6). Las rocas sálicas (silice, alúmina), en las que predominan los minerales claros (feldespatos), están representadas en Canarias por las traquitas, a pesar de la amplia gama de coloración que posee las traquitas grancanarias, por los distintos estados de oxidación del Fe y el Mn. - La actividad hidrotermal, especialmente intensa en erupciones sálicas, tiñe de una amplia gama de colores las tobas traquíticas, lo que imprime a esta piedra interés para la arquitectura.

La composición química de una roca está, evidentemente, ligada a su composición mineralógica, pero no necesariamente a sus propiedades mecánicas. Su aspecto exterior si tienen una relación más directa con la composición química.

1.2.1.- BASALTOS (Diapositiva Nº 7)

Son las rocas canarias menos evolucionadas, con una composición química muy parecida a la del magma originario, que se ha generado a varias decenas de kilómetros de profundidad.

En los basaltos existe una gran variedad estructural,

independientemente de su mineralogía, debido a la temperatura de extrusión y al contenido en materias volátiles, originando coladas con viscosidad variable.

Asimismo, su porosidad es muy variable, pudiendo alcanzar una altísima capacidad e poseer un elevado porcentaje de poros accesibles e inaccesibles, como se puede apreciar en la piedra conocida por "basalto molinero" (Diapositiva N° 8). Estos basaltos porosos presentan, con cierta frecuencia, sus vacuolas colmatadas de sales depositadas por las aguas, lo que les confiere un aspecto amigdaloides. (Diapositiva N° 9).

Los basaltos caracterizan a las primeras etapas del volcanismo (Serie Antigua) y a las recientes.

Para que mineralógicamente, una roca sea clasificable como basalto su composición volumétrica debe hallarse dentro de los siguientes márgenes:

Feldespatos	Plagioclasa (Labradorita)	- 40 a 60%
Máficos	(piroxeno-olivino)	- 55 - 35%

Así, no es de extrañar que los basaltos sean predominantemente oscuros, predominando el gris negro o negro.

La presencia dominante de olivino y piroxeno, tanto en grandes cristales como en la masa, confiere el tono oscuro a estas rocas; las Ankaramitas, son los basaltos olivino-augíticos, frecuentes en las series antiguas. (Los basaltos plagioclasas). Los basaltos plagioclasas, menos frecuentes, presentan cristales transparentes (o blancos, si están alterados), de feldespatos calco-sódico, que destacan a simple vista.

A pesar de su variedad, una constante inevitable en los basaltos es su alto peso específico, que oscila entre 2,93 y 3,10 kgs/dm³., dato éste que influye en el peso propio de las estructuras de hormigón confeccionadas con éste árido, teniendo en cuenta que las tablas, ábacos y presupuestos diversos de la literatura especializada peninsular o extranjera, están pensadas para áridos continentales, más ligeros, con una densidad real al rededor de 2,7 kg/dm³.

Otro aspecto a resaltar es que, ante la ausencia de áridos naturales, nuestros hormigones se confeccionan con áridos de machaqueo; el machaqueo del basalto da un grano más regular que el de la fonolita, ya que ésta tiende a lajearse siguiendo planos de disyunción. Esto, en principio, originará un coeficiente de forma superior en el basalto, aspecto este que se analizará más adelante. En cambio, su machaqueo es comparable con el de las traquitas y tefritas.

Desde el punto de vista químico, los basaltos son inertes, por lo que nunca propiciarán reacción álcali-agregado. Los basaltos alterados (Diapositivas nº 10 y 11), pueden ser potencialmente reactivos, al contener silice reactiva amorfa (opalina), aunque estos materiales son inservibles para su empleo como áridos.

De los productos piroclásticos basálticos, principalmente nos interesa el conocido "picón", cuya coloración oscila del negro y azul negro brillante, al marrón rojizo (Diapositivas nº 12 y 13), según el estado de valencia que predomine en el Fe.

Los picones negros derivan hacia el color rojizo por alteración y oxidación del Fe^{2+} a Fe^{3+} .

1.2.2.- TRAQUITAS

Son rocas diferenciadas, que corresponden a etapas finales de la evolución magmática (2). El magma se acumula en bolsas intermedias, cuya presión y temperatura, junto al tiempo preciso, desarrollan un proceso diferenciador previo a su salida al exterior.

Para que una roca sea clasificada como una traquita, ha de poseer una composición volumétrica:

	- Feldespato Potásico --	45 a 80%
Anortoclasa	- Feldespato Sódico --	25 a 5%

Máficos (biotita, piroxeno, anfíbol) - 30 a 10%

Por lo tanto, son rocas, en general, de colores claros.

Posee un peso específico aproximado a 2,70 kg/dm³, y un coeficiente de forma más favorable que la fonolita e incluso que el basalto. No contiene sulfatos, y en general, carece de reactividad potencial. No obstante, es de señalar la presencia de traquitas altamente contaminadas con ópalo, en las inmediaciones de los bordes de la Caldera de Tejada.

Esta localización hace suponer que corresponden a las emisiones más tardías, más ácidas y viscosas, siendo los --

productos más diferenciados, no hallándose, pues, lejos del conducto de emisión. (Diapositiva nº 14). Este ópalo (silice reactiva amorfa); presenta una alta reactividad potencial con los álcalis del cemento.

1.2.3.- FONOLITAS

El término Fonolita, (Fonos, Litos), significa "Piedra Sonora", propiedad frecuente en esta especie, aunque no exclusiva, que se debe a la disyunción horizontal, de flujo laminar, que propicia su separación en lajas. (Diapositiva nº 15).

La Serie Fonolítica, atraviesa a la Serie Traquisiéntica mediante una tupida red de diques, y sus lavas e ignimbritas (*) cubren una superficie apreciable de la isla, estando muy extendidas por el sur y mitad NE de Gran Canaria.

Son rocas procedentes de un magma secundario deficiente en SiO_2 en la proporción necesaria para formar silicatos. De aquí que las fonolitas sean ricas en un pseudofeldespato o feldespatoide conocido por Nefelina. Son rocas sálicas, de acidez intermedia.

Estos pseudominerales se alteran y descomponen con mayor facilidad que otros, liberando silice soluble al ser atacada,

(*) El término "ignimbrita" alude a un mecanismo de erupción en "nube ardiente", poco conocido, por no ser frecuente este tipo de emisión, así como por no haberse presenciado jamás.

finamente molturada, con ClH, procedimiento de ensayo éste usual en la determinación de la cantidad de cemento contenida en un hormigón, a posteriori. Este es un ejemplo de la escasa validez de este ensayo en Canarias, al liberarse silice no sólo proveniente de los silicatos del cemento, sino también de los propios áridos.

Para que una roca sea clasificada como fonolita, su porcentaje volumétrico de feldespatoides ha de ser superior al 10%. Existen rocas intermedias, que podrían clasificarse como traquifonolitas, como es el caso de los Organos, en la Gomera. En Gran Canaria, los tipos fonolíticos más frecuentes, son las variedades porfídicas con fenocristales escasos, pero de gran tamaño, de feldespato alcalino, generalmente inalterado.

Este material es muy empleado en forma de lajas, para chapados, además de como árido para hormigones presentando, en este caso, sobre los basaltos, la ventaja de poseer una menor densidad (alrededor de 2,65 kg/dm³), aunque, también la desventaja de poseer un coeficiente de forma inferior, como más adelante comprobaremos.

Las fonolitas son químicamente inertes, no presentan nunca posibilidad de reacción árido-álcali dada su deficiencia en SiO₂.

La presencia de algunos minerales como la egirina, imprimen frecuentemente a las fonolitas una irisación verdosa.

No son frecuentes sus piroclastos sueltos, como el pómez, (Diapositiva N° 16), pero sí sus depósitos piroclásticos cementados como las tobas e ignimbritas (*). Estas son muy empleadas en cantería, por su facilidad de corte (Diapositiva -- (n° 18).

1.2.4. PUZOLANAS

Las tobas blancas (ash flow - puzolana), son rocas muy homogéneas, de una gran impermeabilidad, por lo que es usual ver horadados sus mantos para aljibes (Diapositiva n° 17).

Las denominadas puzolanas, pues, pertenecen a la Serie Fonolítica, y se clasifican petrográficamente como Fonolitas Tobas.

El término "puzolana" proviene del italiano Puzzoli, no siendo, pues, un término petrográfico, procediendo de la industria cementera. Refiriéndonos a la puzolana natural, esta se empleó en las construcciones marítimas romanas, adicionada a la cal, a fin de que, de su mutua reacción, el hidróxido cálcico - fuera transformado en silicatos cálcicos, hidráulicamente activos.

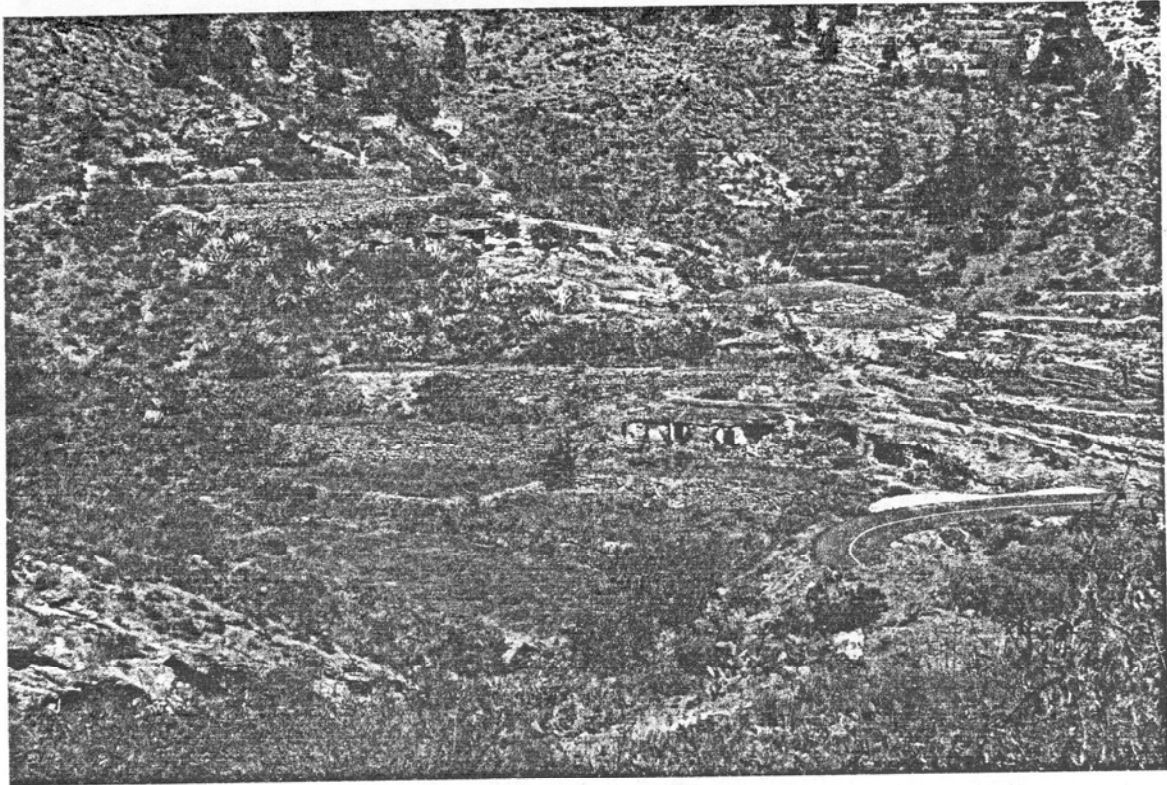
(*) Ignimbritas: se originan como nubes ardientes, y pese a su carácter piroclástico, presentan rasgos típicos de coladas, de flujo lávico. Con el término Ash-flow (flujo de ceniza)- definimos un determinado tipo de depósito ignimbrítico que denominados "toba" y que se identifica por su color claro.

Frecuentemente, estas tobas, muy abundantes en Gran Canaria, (desde Tenoya hasta Arguineguín, a altura menor de 300 m.), aparecen en Sandwich entre lavas masivas, habiendo sufrido una profunda transformación por alteración de la estructura interna original, a lo que se debe su propiedad puzolánica; estas rocas, en principio vítreas, han sufrido un intenso proceso de zeolitización, transformándose casi íntegramente en Phillipsita.

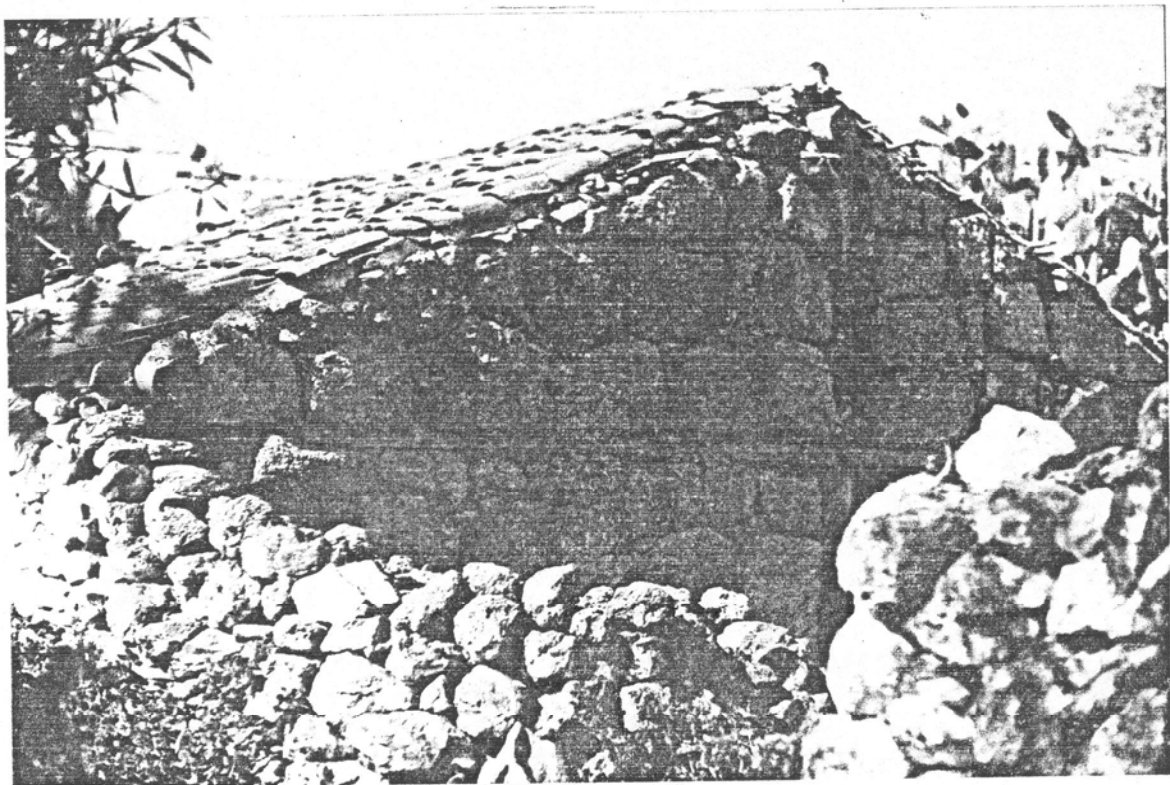
La hipótesis de su formación consiste en considerarlas como torrentes fangosos y calientes, de cenizas y agua, arrastrando y englobando clastos ladera abajo, acumulándose en las partes bajas de forma caótica. Las puzolanas no presentan signos de estratificación, y los clastos que engloban (angulosos, propios de ladera, de pequeño tamaño) son de tipo fonolítico (diapositiva nº 19)

Las puzolanas tinerfeñas y grancanarias son muy similares, y engloban clastos propios de cada isla.

Si bien hoy en día la puzolana se emplea exclusivamente como adición activa en cementos, hasta hace escasas décadas se empleó abundantemente en forma de bloques para muros de carga y cerramiento, en la mayoría de los edificios (diapositiva nº 20), debido a su abundancia y fácil labra. Se conoce popularmente como "canto blanco".



Paisaje de Las Vegas. Arico. Tenerife.
Bancales de canto puzolánico.



Vivienda Rural en Las Vegas. Arico. Tenerife.
Mampostería Tosca de Canto Puzolánico.

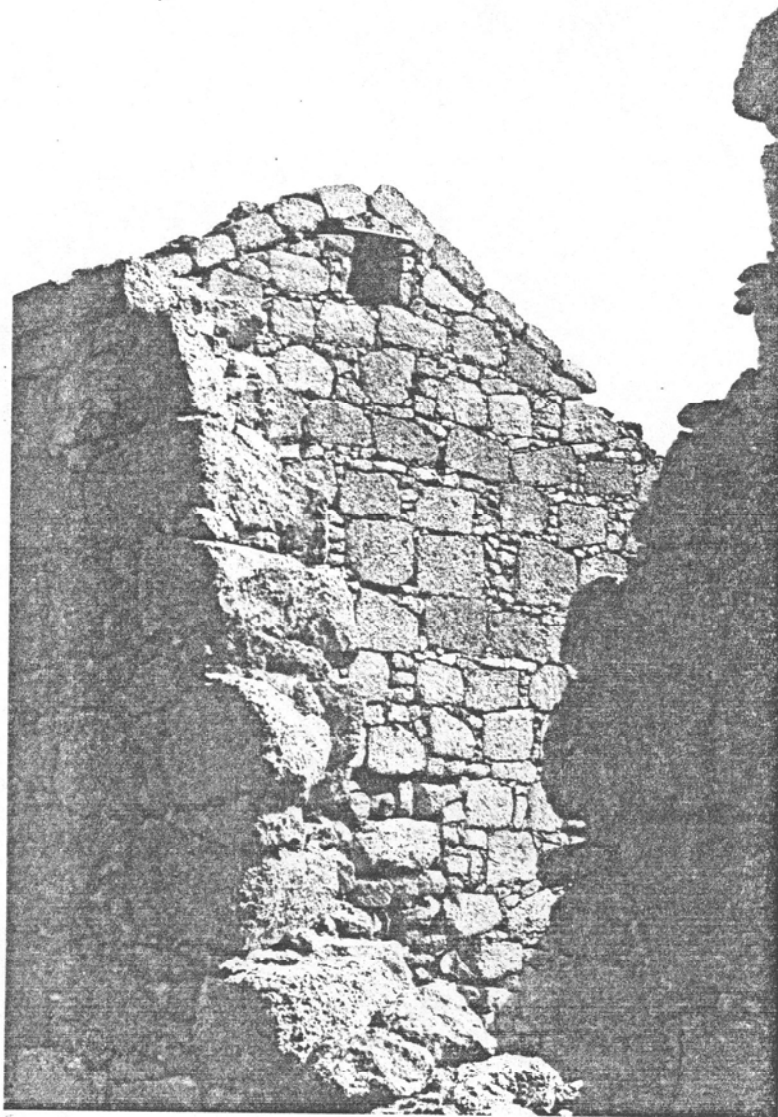
carlos guigou fernández

ARQUITECTO

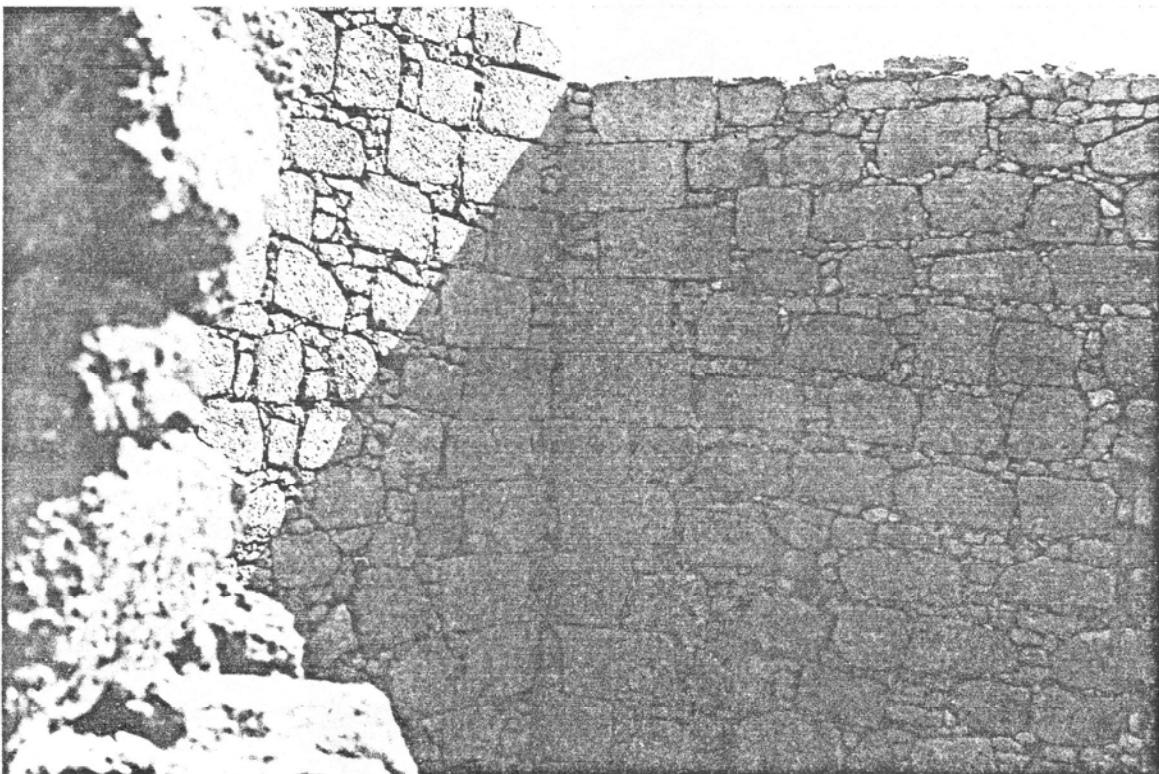
comodoro rolin, 4 b - 1.º

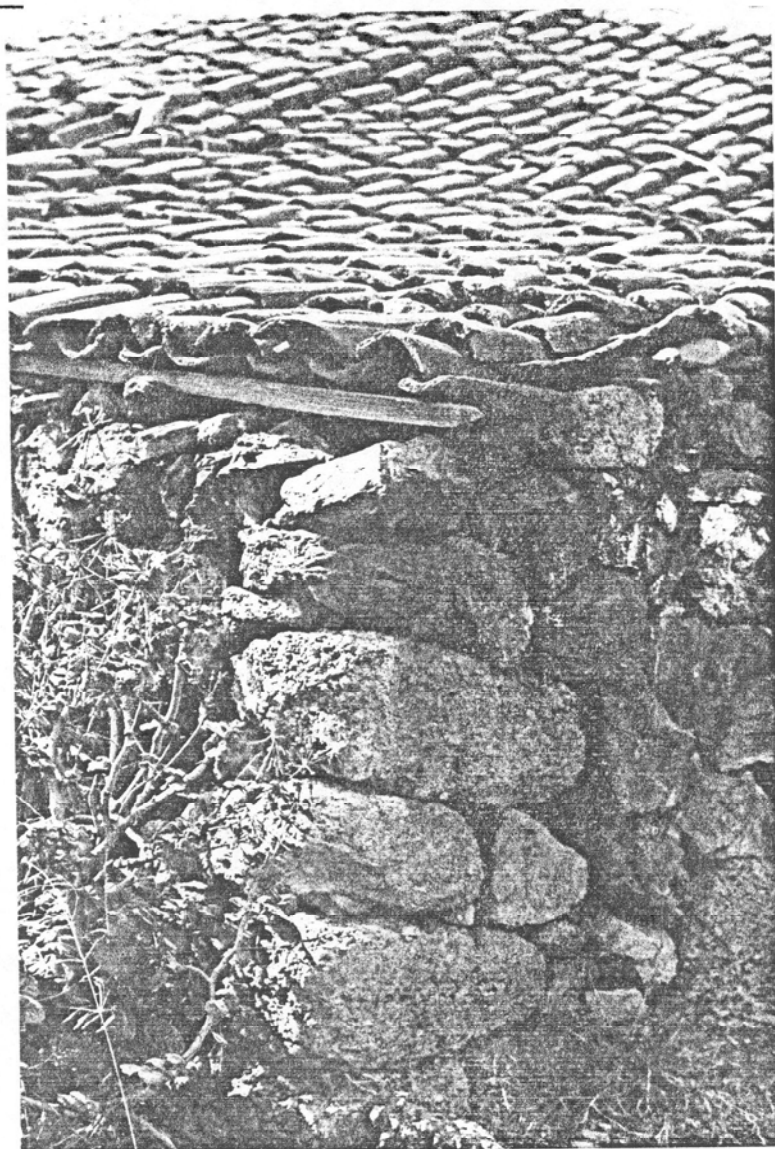
teléfono: 22 81 89

santa cruz de tenerife

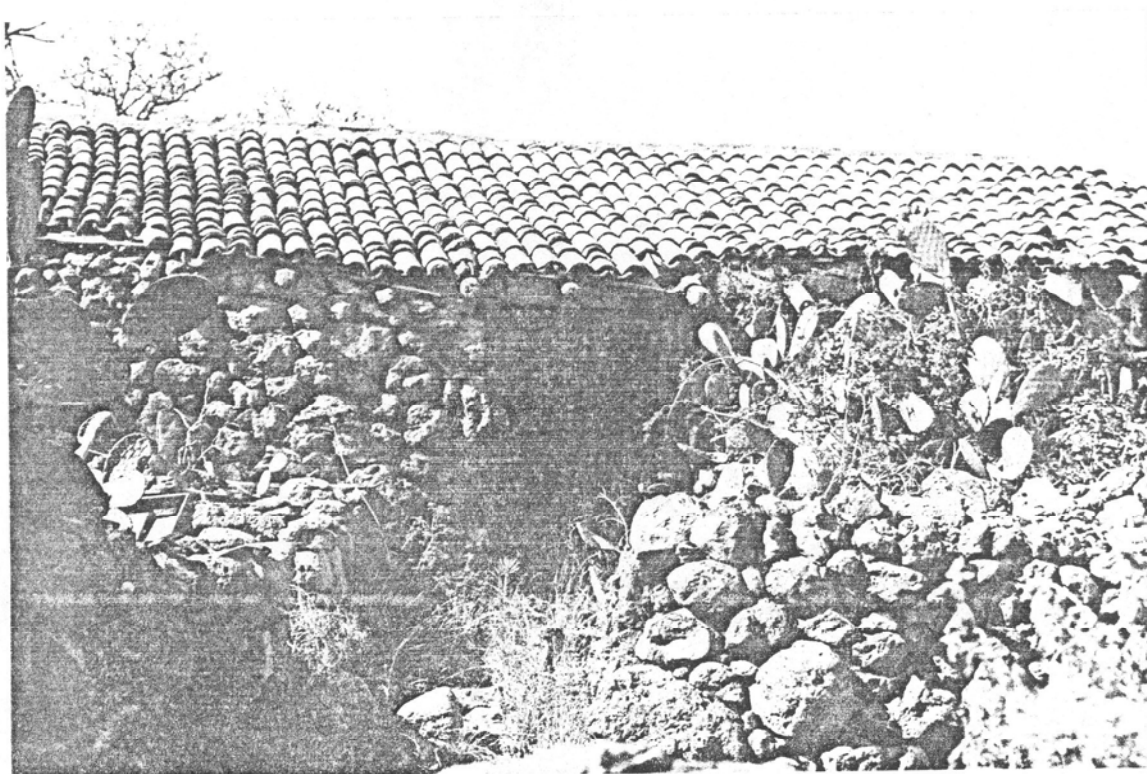


Mampostería
Careada.
Canto Puzolá-
nico.
Casa Rural.
Las Vegas.
Arico.Tfe.





Casa Rural.
Arico.Tfe.
Mampostería
Tosca Basáltica.
Traba de esquina con -
canto blanco



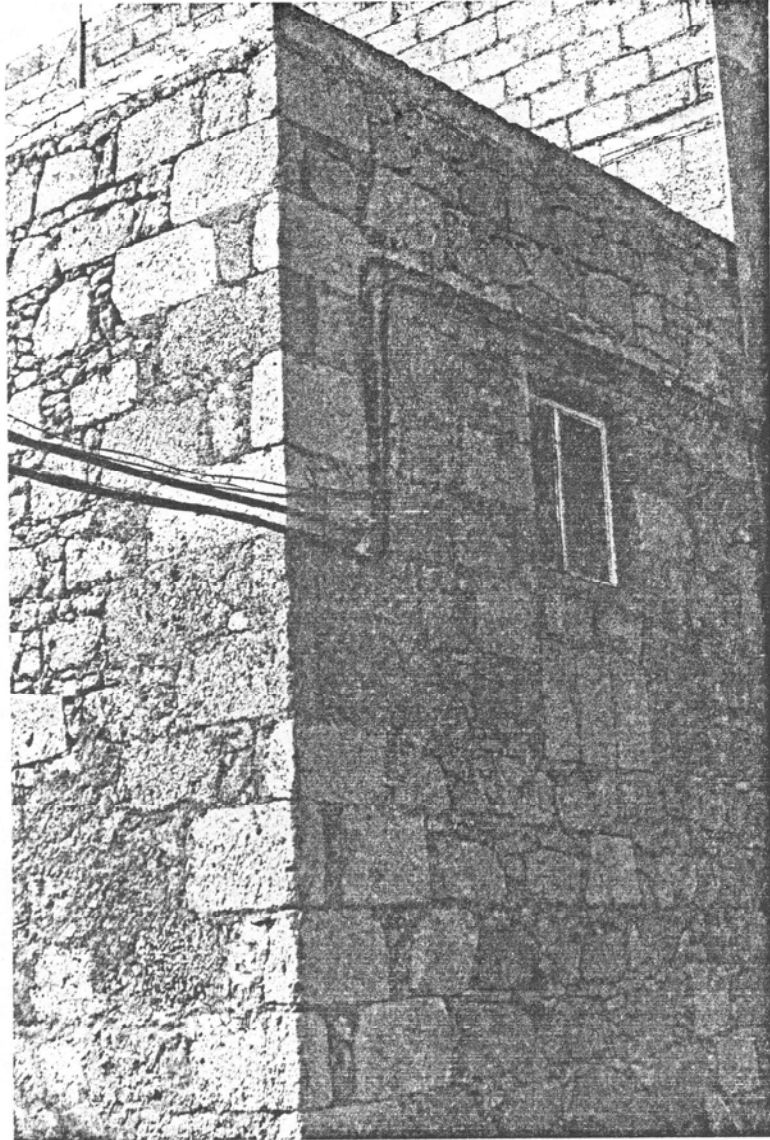
carlos guigou fernández

ARQUITECTO

comodoro rolin, 4 b - 1.º

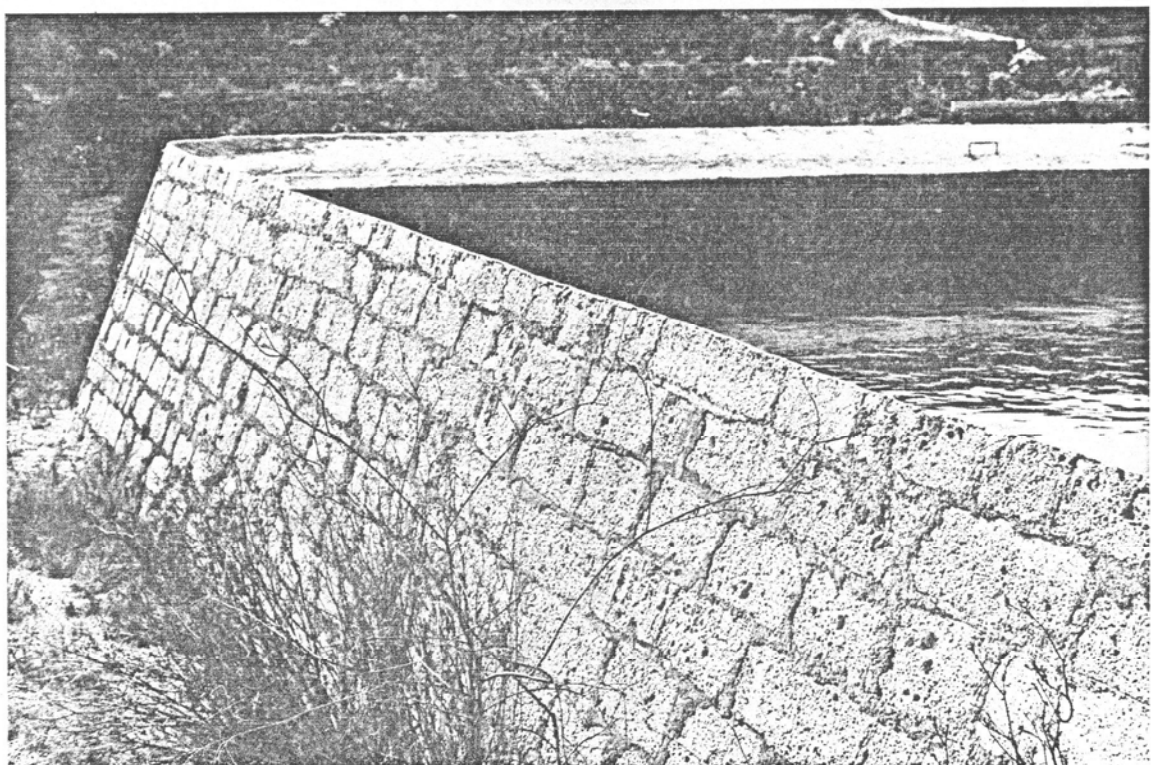
teléfono: 22 81 89

santa cruz de tenerife



Vivienda
Autoconstruida.

Estanque.
Arico.Tfe



carlos guigou fernández

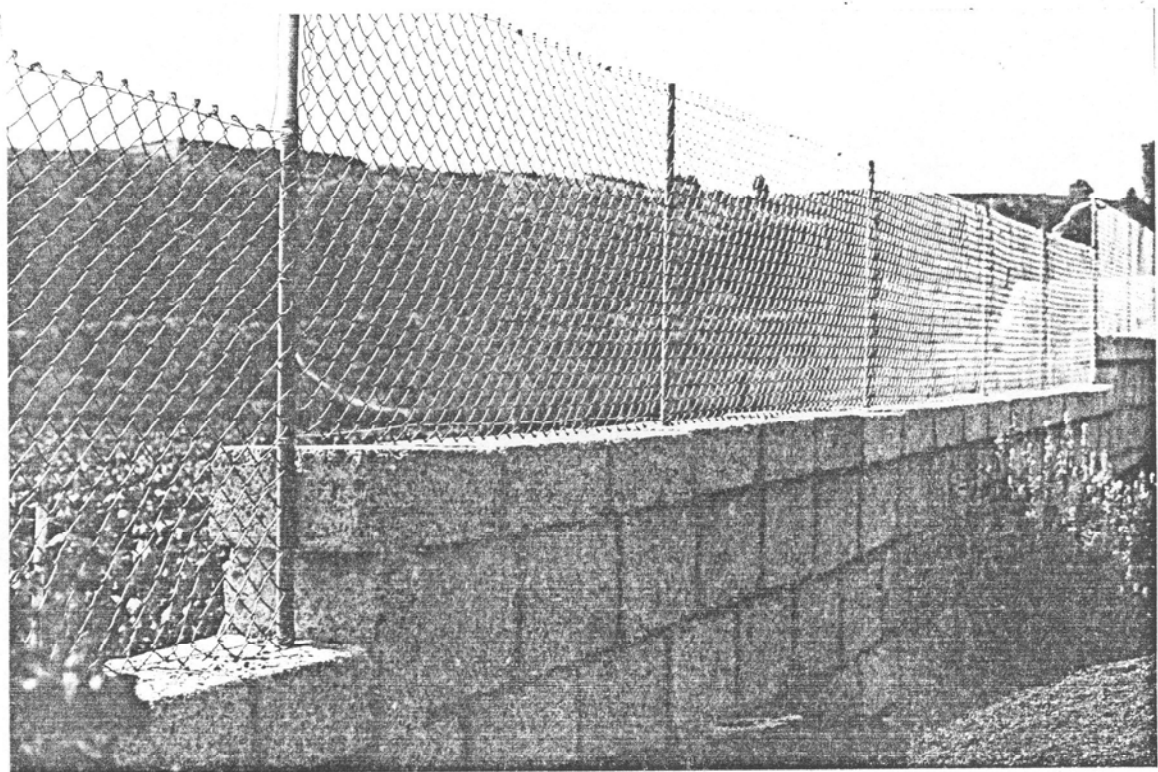
ARQUITECTO

comodoro rolin, 4 b - 1.º

teléfono: 22 81 89

santa cruz de tenerife

-39-



Aparejo de bloque de canto blanco. Producción industrial.

Arico. Tenerife.

1.2.5. ROCAS PLUTONICAS CANARIAS.

Son el resultado de cristalización completa del magma que no alcanzó la superficie en las erupciones volcánicas, -- quedándose atrapado en los conductos o en cámaras.

1.2.5.1. SIENITAS.- Rocas intrusivas sálicas que se encuentran en la raíz del Volcán de Tejada, aflorando allí donde los barrancos han excavado sus profundos cauces.

Son rocas de aspecto porfidico, de grano grueso a medio, de cristales de feldespatos ortosa. Constituyen el equivalente plutónico de las traquitas, teniendo, pues, una composición química próxima. Roca ornamental, de escaso empleo en la -- construcción actual. (diapositiva nº 21.)

1.2.5.2. GABROS.- Son rocas intrusivas básicas, mineralógicamente equivalentes a los basaltos, sus equivalente efusivos. Están constituidos por feldespato cálcico de composición labradorítica, augita y componentes máficos.

En el complejo basal de Fuerteventura es donde mejor se aprecian las distintas variedades de gabros y sienitas, existiendo canteras en explotación, como la de Betancuria. Este gabro majorero es confundido frecuentemente con el granito, denominándosele "granito de Fuerteventura", especie ésta impropia de una plataforma oceánica. (Diapositiva nº22). Sustitutivo del granito, empleado en pavimentos y chapados.

1.3. CANTERAS DE PROCEDENCIA DE LOS ARIDOS OBJETO DE ESTUDIO.

Para el presente trabajo se ha seleccionado dos importantes canteras insulares de extracción de áridos, actualmente en explotación: la cantera sureña de Aricán, típicamente fonolítica (Diapositivas nº 23, 24 y 25) y la cantera también sureña del Carrizal, típicamente basáltica (Diapositivas nº 26 y 27). Ambas están localizadas en los mapas geológicos adjuntos a este apartado. (Diapositivas nº 28 y 29). Asimismo, se ha recogido material fonolítico de la cantera de Triasca, en San Lorenzo y puzolanas de Arguineguín.

CANTERA DE "EL CARRIZAL".-

Se halla situada en el margen derecho, aguas abajo, del Barranco de Guayadeque, y excavada en un manto basáltico cerca de un centro de emisión de la Serie Basáltica II. Así pues, los materiales son lavas basálticas compactas y desgasificadas.

Los materiales dominantes en la zona son lavas de la Serie Basáltica II, así como sedimentos del Barranco de Guayadeque y del complejo de la desembocadura del Barranco de Tirajana.

La Serie Basáltica I tiene especial incidencia en la zona inmediata a la cantera.

El manto lávico presenta disyunción prismática dominante, si bien localmente se observa una espectacular disyunción en bolos y "cáscara de cebolla" (Diapositiva nº 30).

Se ha efectuado su análisis químico parcial en el Centro Provincial INCE, arrojando los siguientes resultados:

(*):

SiO ₂	-----	41,08%
AlO ₃	-----	12,91%
Fe ₂ O ₃	-----	5,20%
FeO	-----	9,30%
MnO	-----	0,13%
MgO	-----	12,03%
CaO	-----	13,43%
K ₂ O + Na ₂ O + otros	----	5,92%

CANTERA DE ARICAN. -

Se halla situada al borde oeste del Complejo Sedimentario Aluvial del Barranco de Tirajana, excavada sobre mantos de la Serie Fonolítica. Los materiales de esta cantera son exclusivamente fonolíticos.

Presenta fractura prismático-laminar característica de gran parte de los materiales fonolíticos de Gran Canaria.

El análisis químico parcial, arroja los siguientes resultados:

(*) Ensayos realizados por D. Manuel Ortega Linares.
Sección de Química del Centro INCE. Las Palmas.

SiO ₂	-----	58,80%
Al ₂ O ₃	-----	18,13%
Fe ₂ O ₃	-----	4,10%
FeO	-----	0,56%
MnO	-----	0,16%
MgO	-----	0,35%
CaO	-----	1,68%
K ₂ O + Na ₂ O + otros	---	16,22%

1.4. EL COEFICIENTE DE FORMA.

El sencillo concepto de coeficiente de forma, - que se expresa por un número adimensional, relación entre el volumen del grano, hallado experimentalmente, y el volumen de la esfera circunscrita al mismo, hallado a partir de la medición de su diámetro máximo.

Es obvio que los áridos rodados presentan una - mayor aproximación a la forma esférica que los áridos de machaqueo, dándose diferencias entre estos últimos por diversas causas, tales como la composición cristalográfica, (anisotropía de los materiales cristalinos), así como la presencia de determinados planos de disyunción, característicos de las fonolitas, ya comentados, que - les propician su formación en lajas durante el proceso de machaqueo.

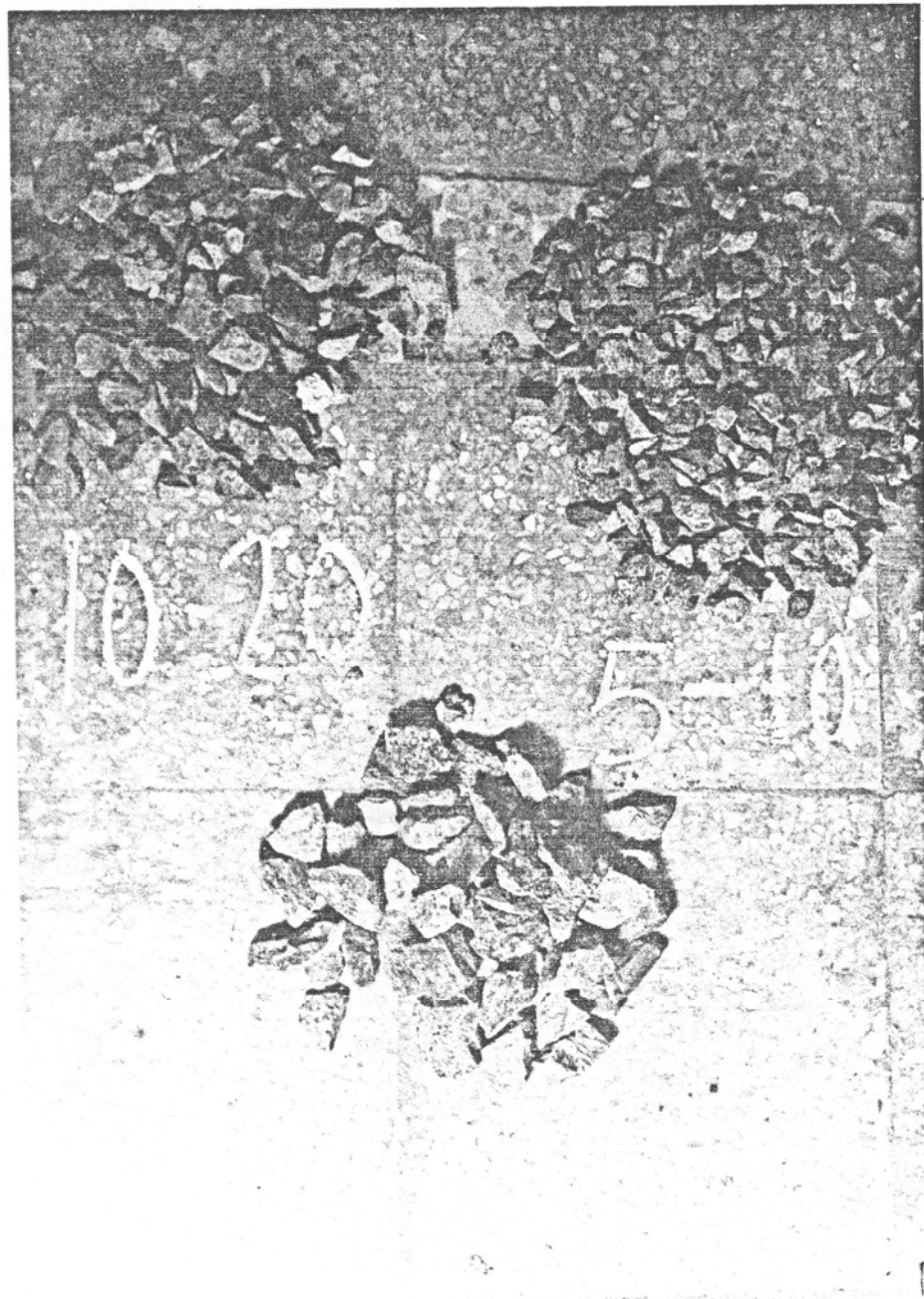
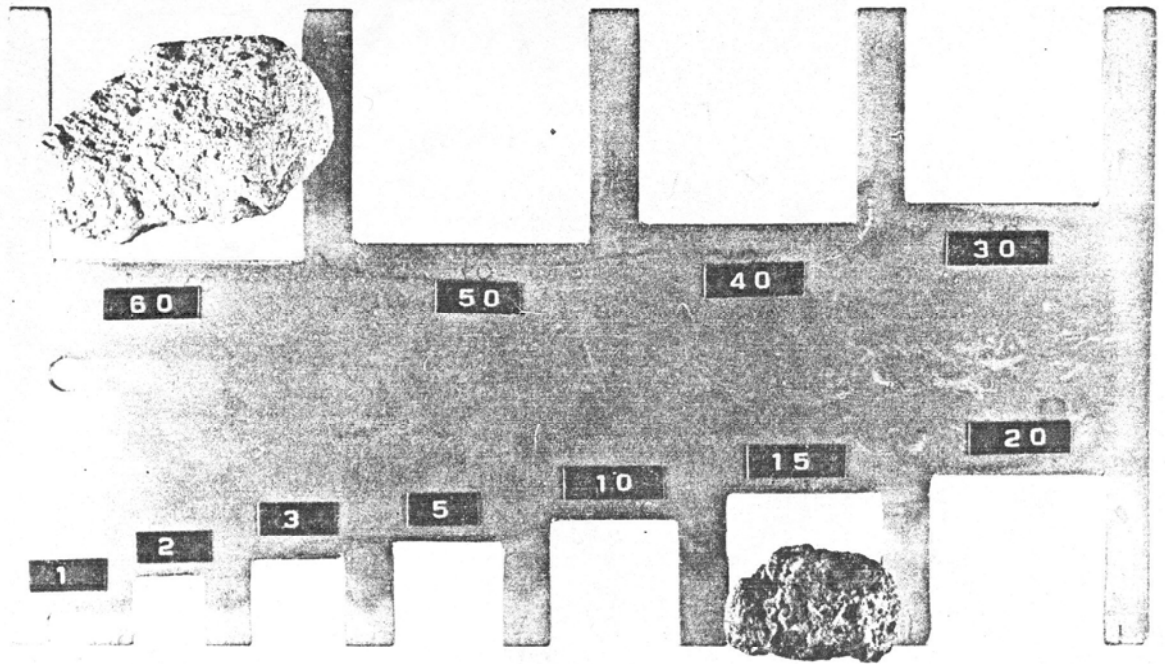
Este dato, regulado por el Artº 7.3 de la EH-88, se ha hallado en Laboratorio por medio de galga dispuesta al efecto, aunque también se puede obtener mediante calibre. (Diapositiva -

nº).

Para hallar las diferencias derivadas del empleo de ambos métodos, hemos tomado 6 muestras de 40 granos cada una, habiendo obtenido los siguientes resultados:

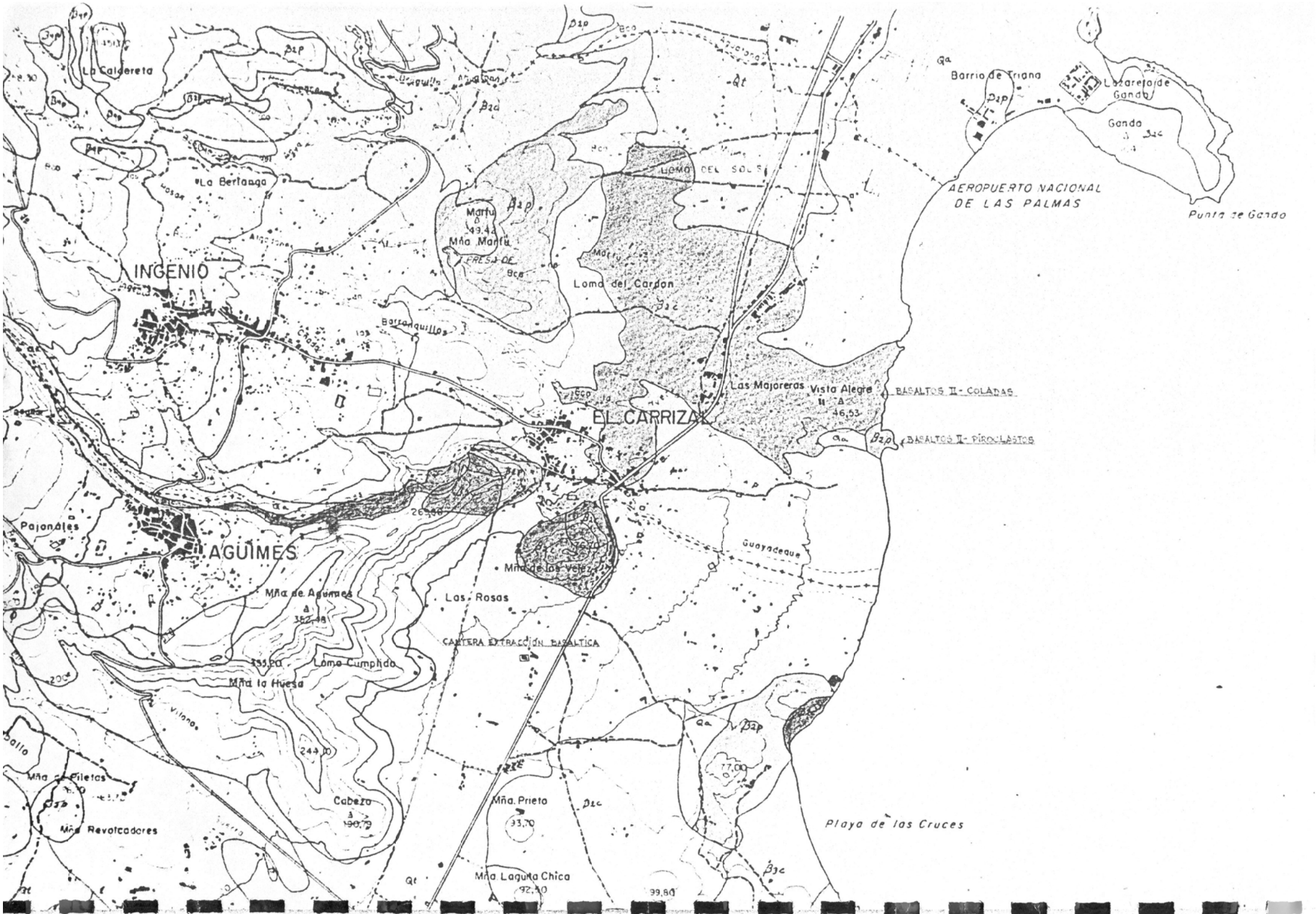
	a) <u>CALIBRE</u>	b) <u>GALGA</u>	c) <u>DIFERENCIA</u>	a/b
1	0,23	0,27	+ 0,04	0,85
2	0,27	0,33	+ 0,06	0,82
3	0,22	0,26	+ 0,04	0,85
4	0,27	0,29	+ 0,02	0,93
5	0,24	0,28	+ 0,04	0,86
6	0,23	0,25	+ 0,02	0,92
MEDIA	0,24	0,28	0,03	0,87

Se observa que las diferencias no son demasiado grandes, si bien se obtiene menor dispersión con el calibre que con la galga.

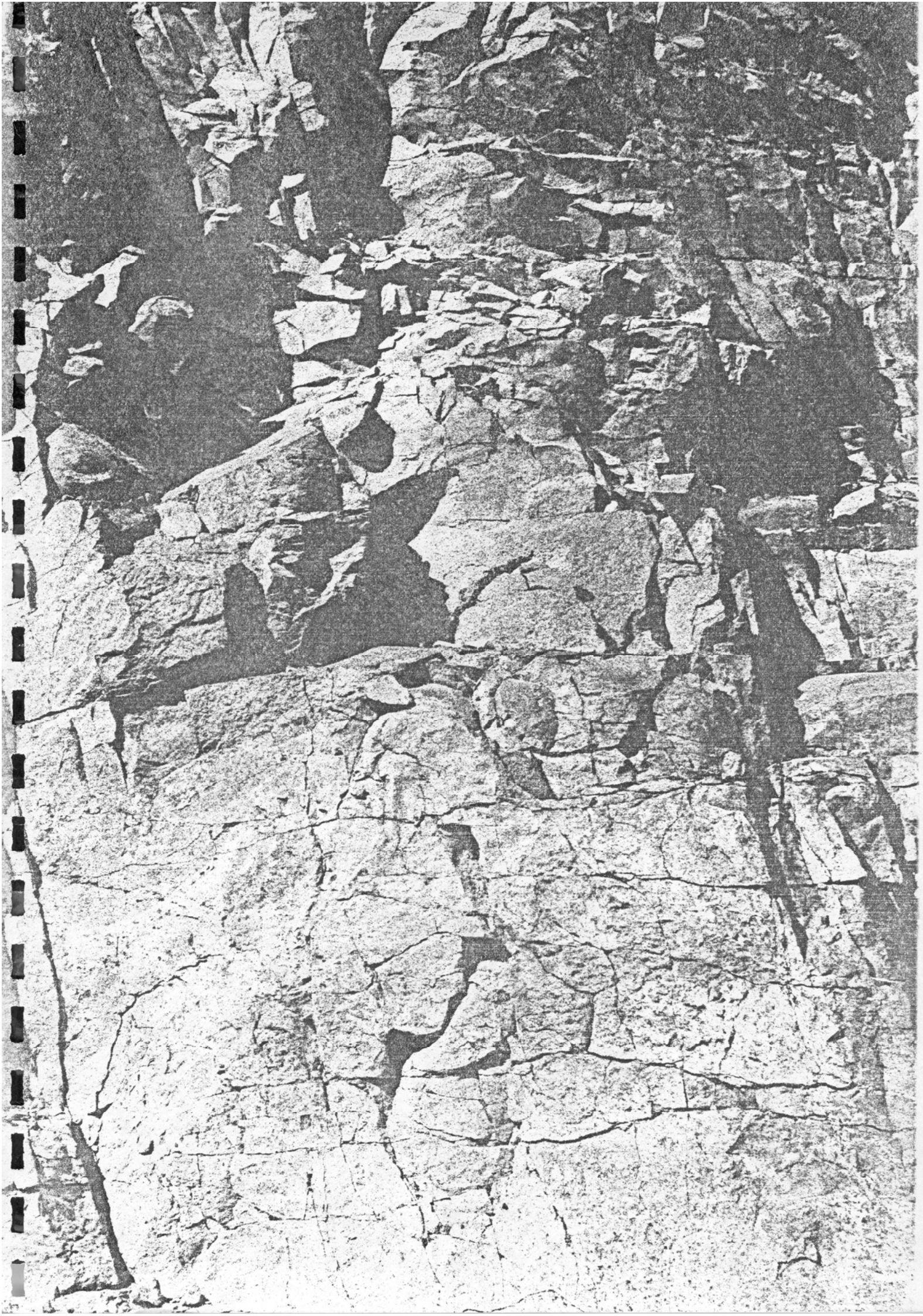


CANtera BASÁLTICA DE EL CARRIZAL.

FOTOGRAFÍAS.





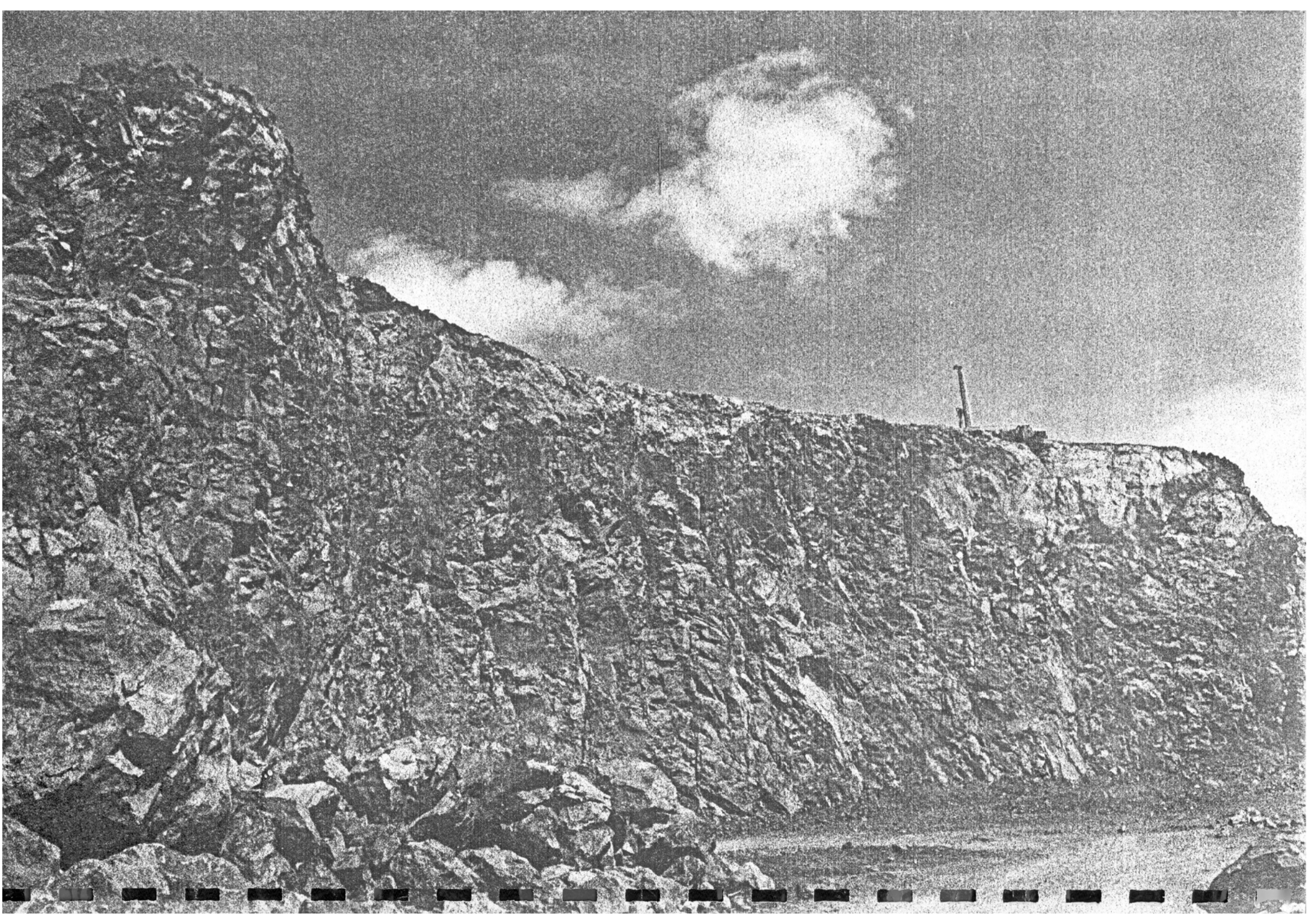


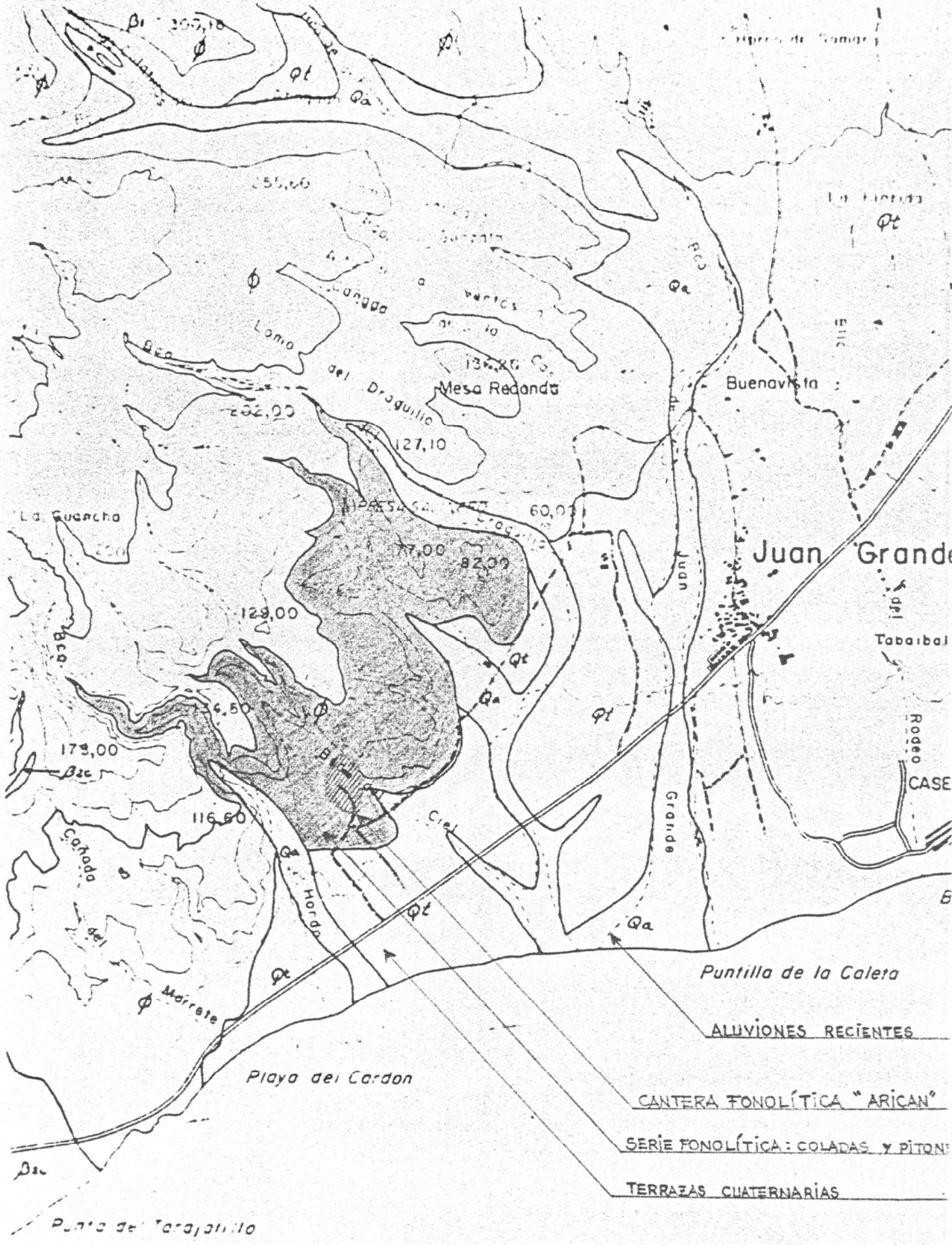


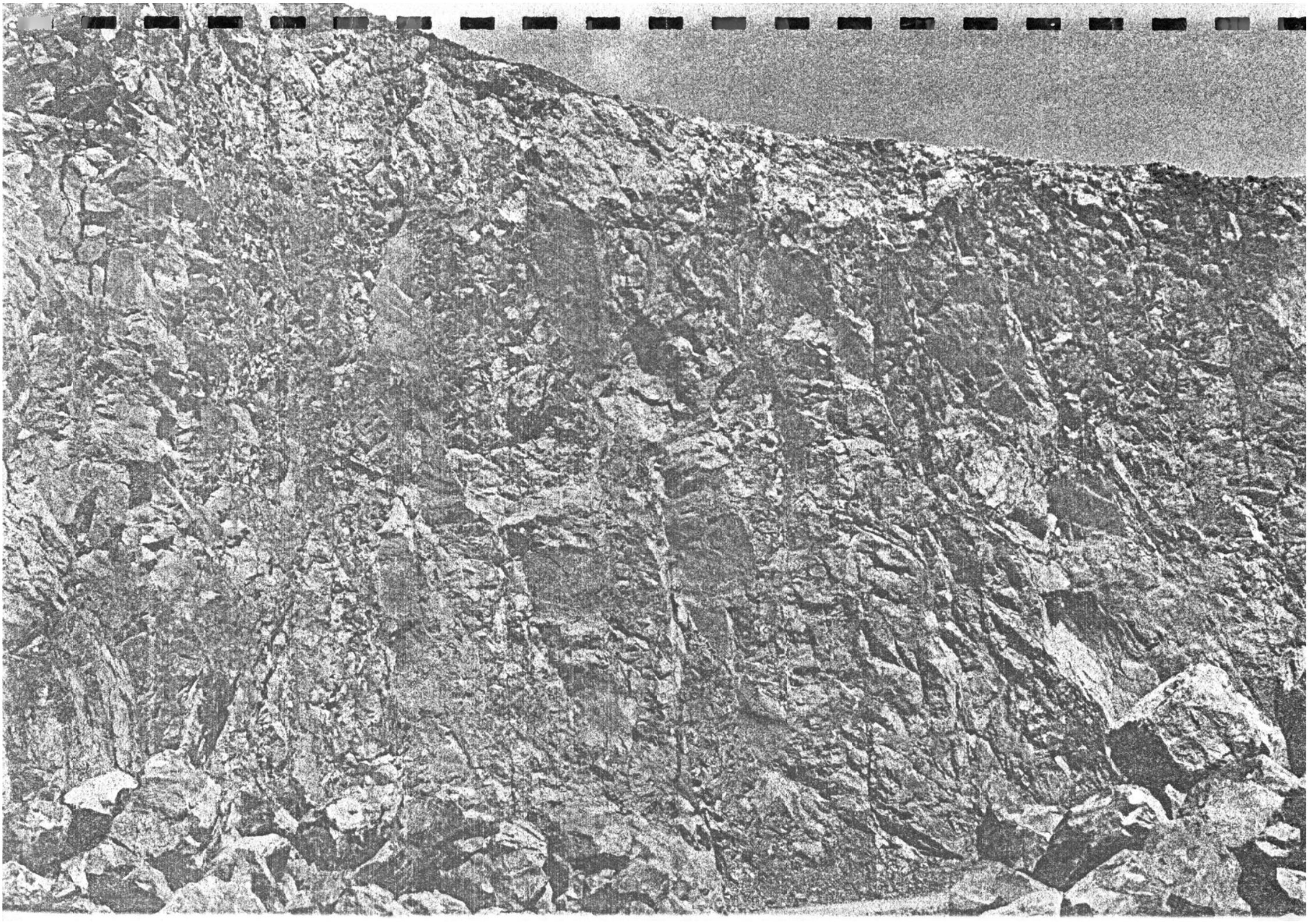


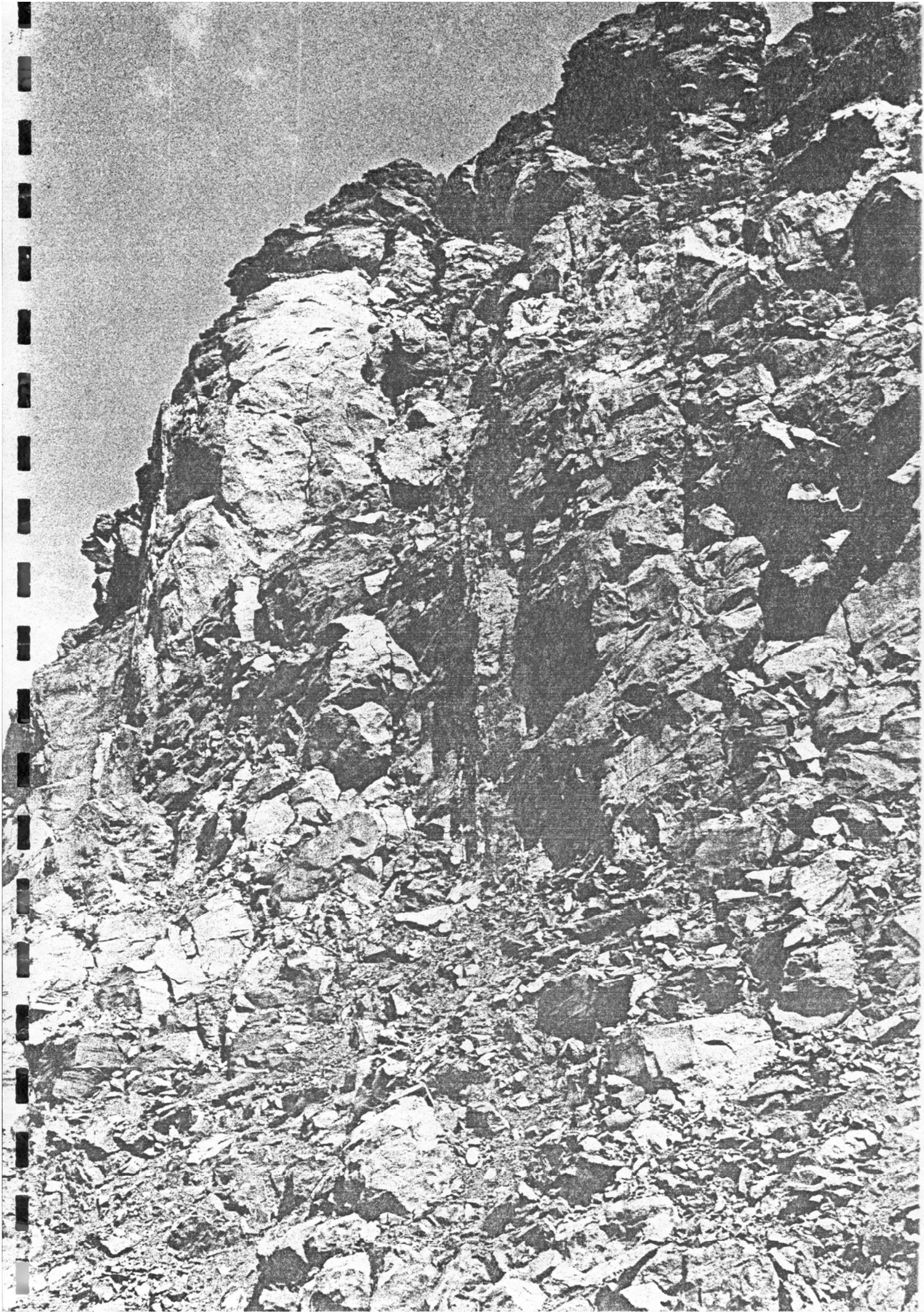
CANtera FONOLÍtica DE ARICAN

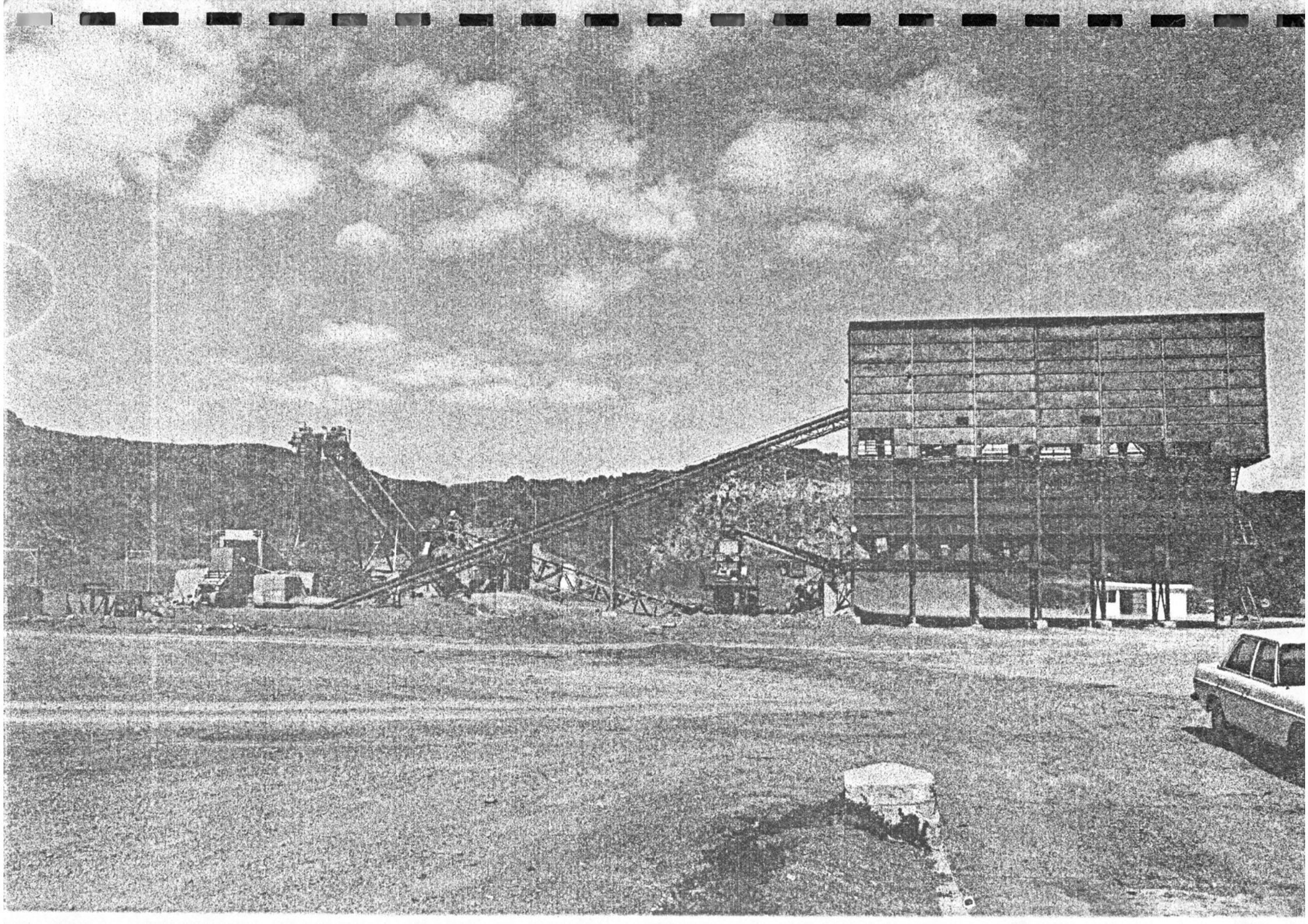
FOTOGRAFÍAS

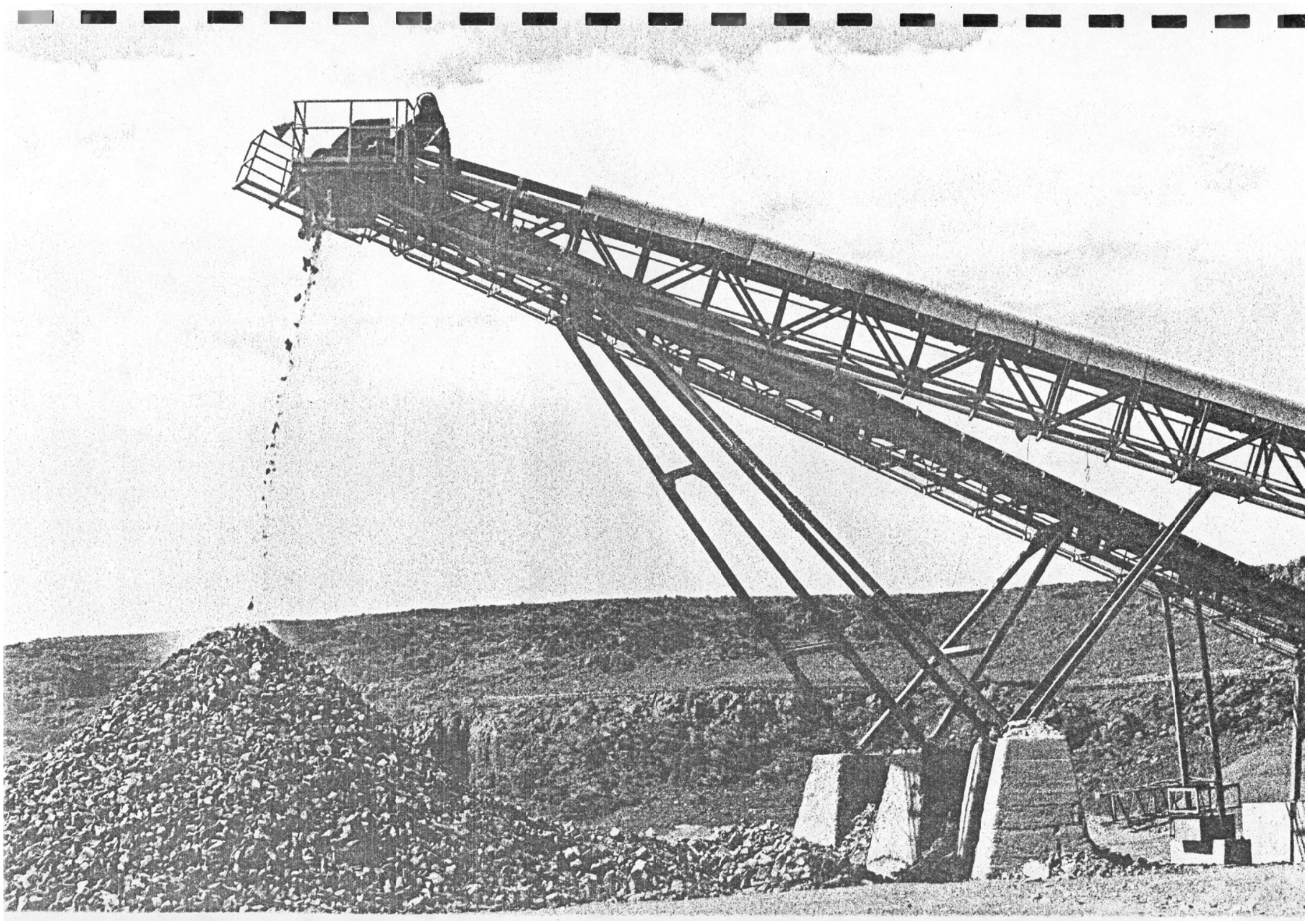


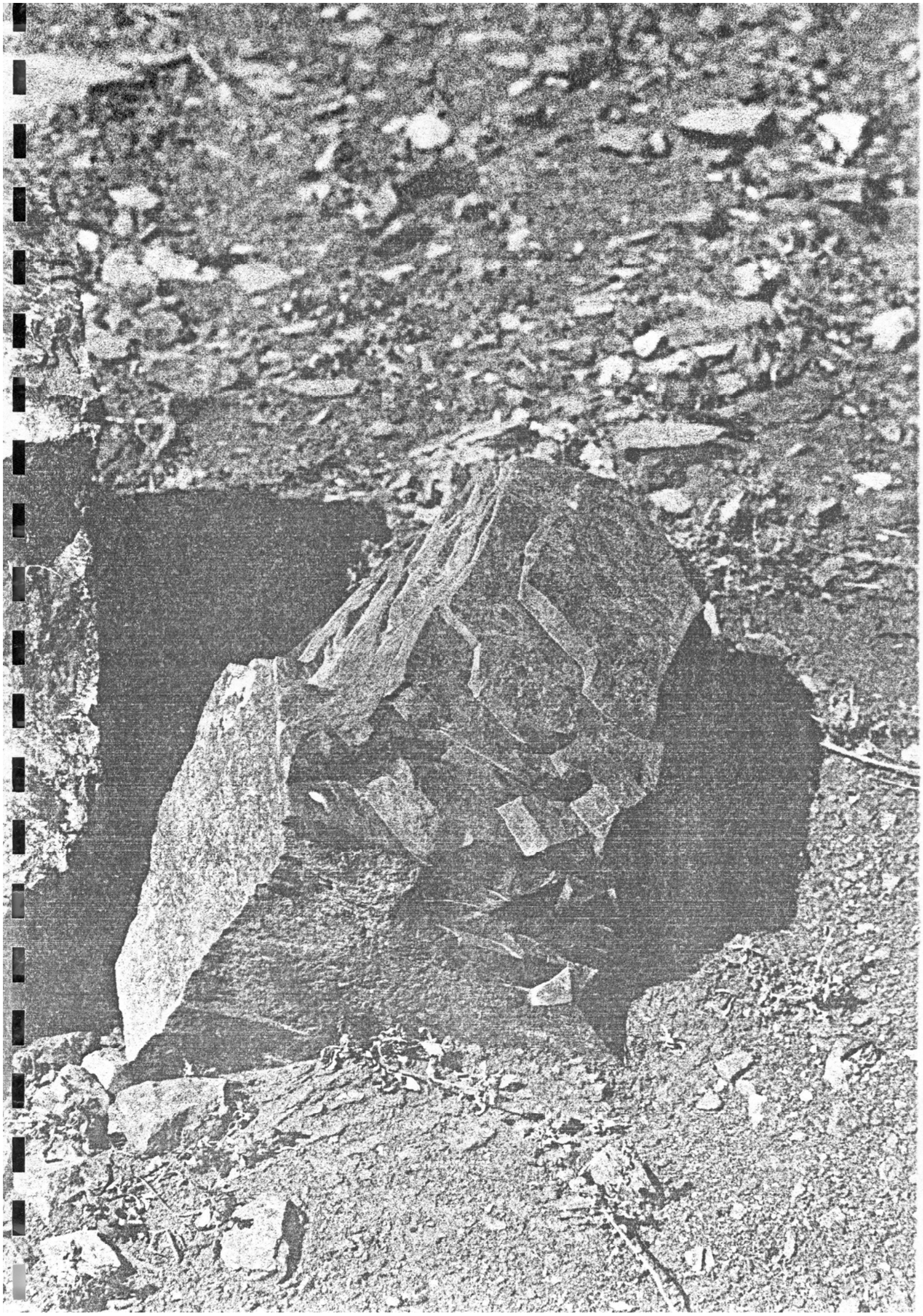


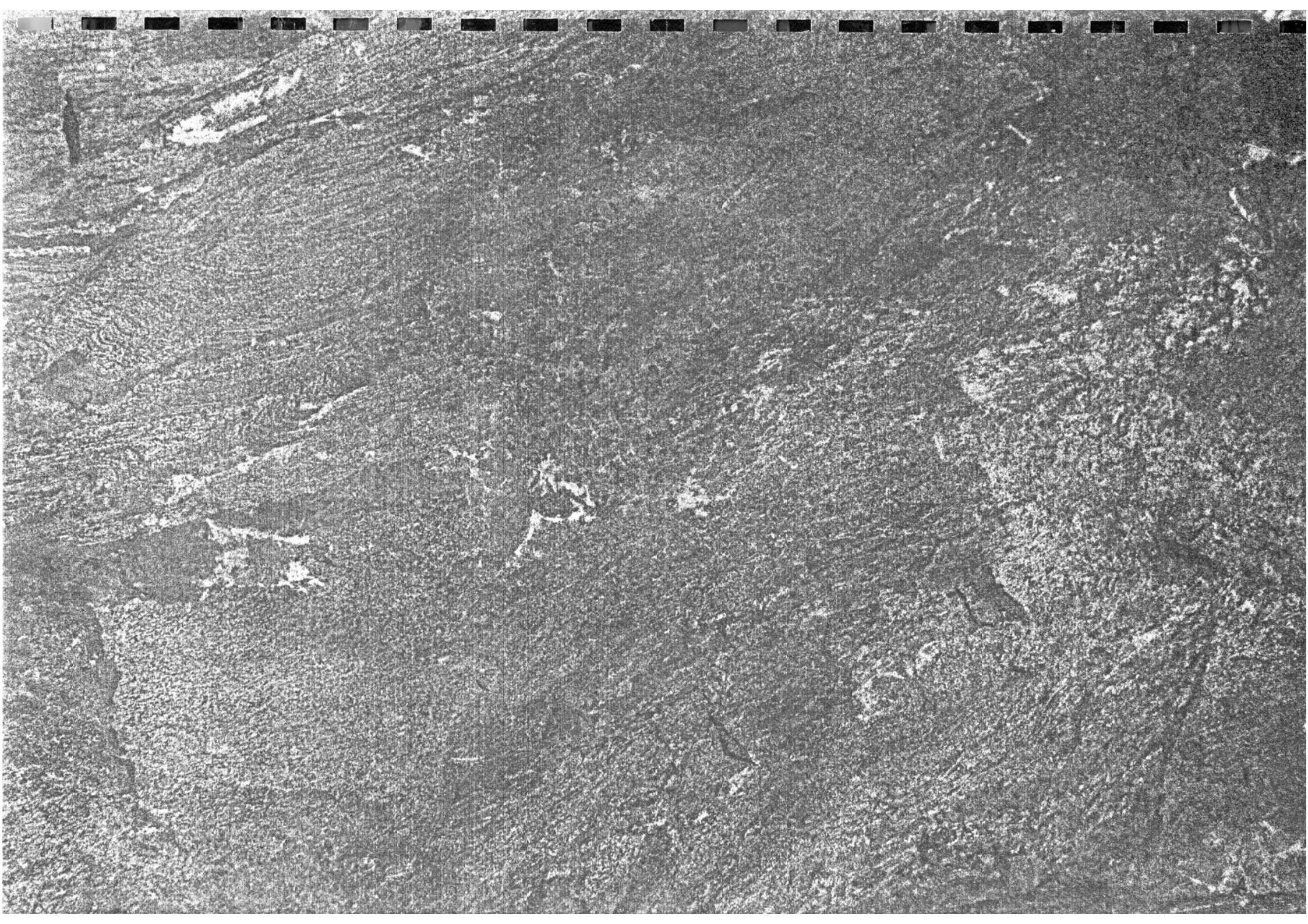












1.5. EL MODULO GRANULOMETRICO.

Este concepto, expresado de forma numérica adimensional, está estrechamente vinculado al concepto de compacidad de una mezcla de distintos tamaños de granos pétreos. O, dicho de otra manera, presenta relación directa con el objetivo de toda mezcla de áridos obtenida correctamente a partir de un tamaño máximo posible: conseguir una compacidad máxima con una superficie específica mínima. (*).

En el próximo apartado, analizamos los métodos más didácticos y de eficaz empleo en la dosificación de áridos para hormigones.

Tanto los métodos teóricos como los eminentemente prácticos, que tienden a agilizar el proceso de dosificación, se encaminan al objetivo antes enunciado. Para ello, se trata de obtener con la mezcla compuesta, no una perfección teórica gráficamente expresada en la referencia gráfica que, para cada tamaño, nos ofrecen Füller o Bolomey con sus parábolas; más bien, lo que se pretende es mezclar unas fracciones de áridos que proporcionen un módulo de finura o granulométrico igual al que proporcionan esas parábolas de referencia.

Esto no se consigue haciendo coincidir exactamente nuestra curva de composición con la de referencia, sino logrando que ambas limiten una misma área superior (área comprendida inferiormente por la curva, y superiormente por la horizontal traza

(*). Superficie específica: Superficie total de un árido por unidad de volumen.

da por la ordenada correspondiente al punto de paso 100%). Esta área se refleja numéricamente en el módulo de finura (ASTM) o + granulométrico (UNE). Se obtiene sumando los porcentajes de árido retenidos y acumulados en cada uno de los diez tamices y dividiendo su suma por 100.

El módulo granulométrico nada nos dice acerca de la distribución de los diferentes tamaños, por lo que, hormigones con módulos idénticos, pueden presentar comportamientos muy diferentes (permeabilidad...). No obstante, autores como -- Abrams; definen cuáles son los módulos ideales para un tamaño máximo y tipo de árido (natural o de machaqueo) dados, relacionándolo, además, con una deseada consistencia, contenido de cemento y destino del hormigón. (tabla 1).

VALORES OPTIMOS DEL MODULO GRANULOMETRICO, SEGUN ABRAMS,
PARA HORMIGONES ORDINARIOS

Contenido en cemento (kg/m ³)	TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO (mm)						
	10	15	20	25	30	40	60
275	4,05	4,45	4,85	5,25	5,60	5,80	6,00
300	4,20	4,60	5,00	5,40	5,65	5,85	6,20
350	4,30	4,70	5,10	5,50	5,73	5,88	6,30
400	4,40	4,80	5,20	5,60	5,80	5,90	6,40

En el apartado 5.2.5. se recogen los distintos módulos granulométricos obtenidos para cada muestra, así como sus variaciones debidas al cambio de malla en las plantas.

1.6. LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL ARIDO:
METODOS USUALES DE APLICACION.

1.6.1. INTRODUCCION.

Para el profesional vinculado a la construcción en Canarias, el problema de abordar la composición idónea teórica para un hormigón determinado, es extremadamente comprometido, dado que, por un lado, en la resolución del problema emplea datos provenientes de la bibliografía especializada extranjera o nacional, abstrayéndose de la inadecuación que, en general, nuestros áridos volcánicos presentan al respecto; basta con comprobar los diferentes pesos específicos que nuestros áridos presentan frente a los provenientes de rocas de plataforma continental; los diversos y deficientes coeficientes de forma que presentan tras el machaqueo; la escasez de arenas naturales con módulos granulométricos medianamente aceptables (ver granulométrico de la arena de Tufia, ampliamente empleada), o con contenido en finos y materias terrosas que cumplan con los máximos exigidos por la EH-88; la problemática que, ante esta escasez, se suscita por el empleo de arenas de machaqueo, cuya continúa variación del módulo granulométrico, por sustitución de mallas en las plantas, así como su ausencia de lavado, por el encarecimiento que en esta isla conlleva tal necesaria operación, acarrea serios problemas, a la hora de pretender sistematizar una determinada dosificación; esta incertidumbre, se ve acrecentada con la ausencia de datos provinientes de los escasos centros de control de calidad con que cuentan nuestras islas.

La arena, precisamente, es el componente más importante frente a la reología del hormigón; de aquí, que numerosos autores le hayan dedicado especial atención, que se trasluce en prescripciones granulométricas, en limitaciones estrictas en sustancias consideradas como perjudiciales para el hormigón, etc..

Entre estas materias perjudiciales destacamos - el problemático "contenido de finos", cuyo exceso en las arenas tantos problemas ha acarreado al hormigón resultante (bajas resistencias, notables fisuraciones por retracción hidráulica, debida a una alta velocidad de desecación, continuo desprendimiento de polvo por escasa resistencia a la abrasión...).

La Norma ASTM C 33-74 a, a efecto de contenido máximo en finos, diferencia los áridos gruesos de los finos, fijando, para éstos, un porcentaje máximo del 3%, si el hormigón va a estar sometido a abrasión, y del 5% si no va a exponerse a tal acción. Pero introduce, además, una diferenciación cualitativa, al permitir la elevación de estos límites al 5% y 7% si la naturaleza de este fino es pétreo, procedente, exclusivamente, del proceso de machaqueo.

La Instrucción EH-88 incorpora un criterio cuantitativo, prescribiendo un máximo del 5% para finos en la arena. Otra referencia más la ofrece el Ministère de L'Equipement -Points et Chaussées- Fascículo 23, con los siguientes valores:

Para hormigón de calidad excepcional: máximo 6% finos
 Para hormigón de calidad buena: máximo 8% finos
 Para hormigón de calidad corriente: máximo 10% finos

Ahora bien, hay que destacar que el excesivo contenido de finos que siempre presentan nuestras arenas naturales, detectado por lavado, es más perjudicial que el propio de las arenas procedentes del machaqueo, ya que el primero es de naturaleza arcillosa, teniendo efectos negativos para el hormigón resultante.

1.6.2. MÉTODOS DE APLICACION.

A la vista de las consideraciones efectuadas - en los apartados anteriores sobre la naturaleza, procedencia y características de los áridos a estudiar, se procederá a ensayar los morfológica y físicamente, tal y como se refleja en la Parte III P V de este trabajo, al objeto de poseer aquellos datos precisos para su correcta dosificación.

Es obvio que la forma y tamaño de los áridos influye sobre la calidad y resistencia del hormigón, pues con áridos de machaqueo (como lo son nuestros áridos basálticos y fonolíticos), se propicia la obtención de hormigones muy resistentes (a compresión y tracción), debido al rozamiento entre los granos y a la rugosidad de su superficie, que mejora la adherencia pasta-árido, aunque requieran más pasta a igualdad de tamaño, para envolver su superficie, que un árido rodado, pues su superficie específica es superior.

Ahora bien, con un árido de machaqueo, se puede alcanzar una aceptable compacidad en su composición granulométrica, procurando una superficie específica mínima.

Ya en el apartado 5.2.5. se recogerán las granulometrías de cada uno de las fracciones de áridos a emplear, pudiéndose observar las irregularidades provenientes de las propias plantas de machaqueo, en cuanto a designación comercial de dichas fracciones. Aún así, se emplearán los áridos tal y como se reciben de las plantas, sin proceder a un retamizado corrector.

Estas irregularidades morfológicas y granulométricas, como son sus bajos coeficientes de forma (ver apartado 5.1.), las anormales retenciones en diversos tamices de una fracción supuestamente monogranular, los excesivos contenidos en finos tanto en arenas de machaqueo como en la finísima arena de playa o de duna, difícilmente hacen fiables determinados métodos basados en premisas muy concretas, que acotan su campo de aplicación. Tal es el método de Fuller, (5) adecuado a secciones normalmente armadas, para árido redondeado, con tamaño máximo de 50 ± 20 mm, con dosificaciones superiores a 300 kg/m³. de cemento.

Asimismo, un método práctico de amplia difusión, como es el de C. de la Peña, (5), cuyas gráficas de mezclas arena-grava no reflejan módulos granulométricos en arenas inferiores a

(5) Manuales y Normas del IETCC. Dosificación de Hormigones.
F. Arredondo. 5ª Edición.

Materiales de Construcción. Gerardo Mayor Glez. (Mc Graw-Hill).

a 1,40 (nuestras arenas amarillas de playa o duna son de granulometría aún más fina), se basa en ensayos resistentes verificados sobre hormigones de 300 kg/m³., debiendo proceder a sucesivas rectificaciones de los % de cada fracción en el caso de fabricar un hormigón para una pieza en masa (aumento del 3% en el árido grueso), o de poseer un árido de machaqueo (aumento del 4% en la fracción fina), o de aplicar una compactación por vibrado (aumento del 4% en el árido grueso), e incluso correcciones en el volumen real de arena según se obtenga una cantidad de cemento distinta de 300 kg/m³.

Por ello, se ha decidido la adopción de un método que, siendo analítico, posee un amplio espectro de aplicación, evitando así las poco fiables correcciones a verificar durante el proceso de dosificación; este método, debido a Bolomey, presenta una matización de la expresión de Füller para la obtención del módulo granulométrico ideal, como se aprecia a continuación.

Füller: $y = 100 \sqrt{d/D}$ Bolomey: $y = L + (100-L)\sqrt{d/D}$

- Siendo: y= que pasa por el tamiz de abertura d
- D= tamaño máximo del árido.
- L= factor dependiente del tipo de árido y de la consistencia del hormigón.

La Ley granulométrica de Bolomey, pues, introduce un factor L cuyos valores son:

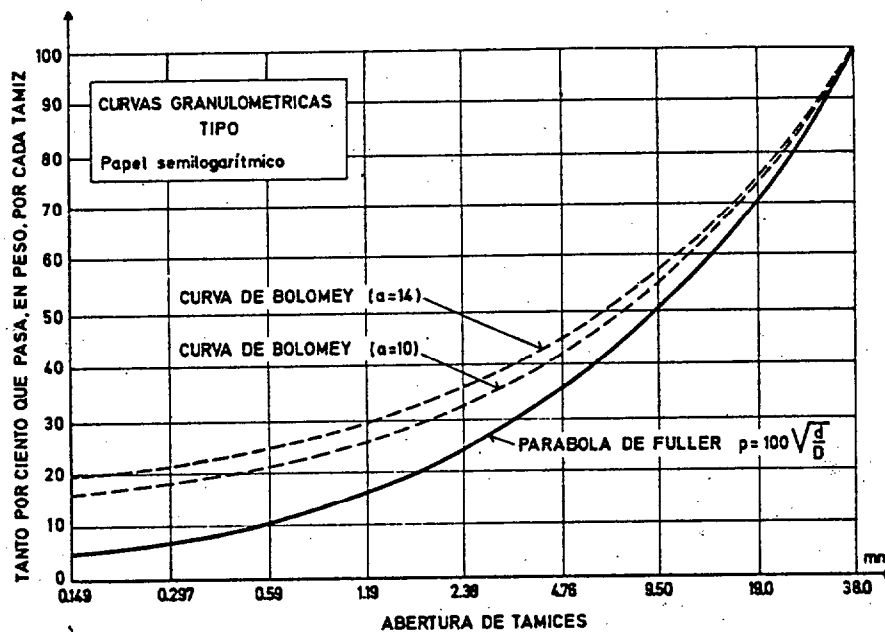
TIPO de árido	Consistencia	L
Rodado	Seco-plástica	10
	Blanda	11
	Fluida	12
De machaqueo	Seco-plástica	12
	Blanda	13
	Fluida	14

Tabla II

Es evidente que la consistencia no sólo depende de la cantidad de agua añadida a la mezcla, sino también del tipo de árido y de su tamaño, pues sabido es que un árido rodado requiere, para una consistencia determinada, una menor cantidad de agua que un mismo tamaño de árido machacado, y que una dosificación que parte de un tamaño máximo superior requiere menor cantidad de agua (pasta) que si se ejecutara partiendo de un tamaño máximo inferior.

Asimismo, el método dosificador de Bolomey incluye al cemento como fracción más fina de árido, con módulo granulométrico $M_o=0$.

Las leyes de Bolomey y Füller, representadas gráficamente para un determinado árido-mezcla, refiriendo sus pasos a la serie española de tamices UNE 7.050, presentan diferencias originadas por la introducción del factor L:



admitiendo Bolomey unas menores retenciones en los tamices primeros de la serie, lo que hace más factible la compensación de áreas de defecto y exceso entre las curvas de referencia y composición, arrojando una postura más concordante con la realidad granulométrica de nuestros áridos.

El requisito previo que plantea Bolomey es la fijación del contenido en cemento, por lo que inmediatamente conoceremos el % que del mismo entra en el volumen real de áridos:

$$t_o = \frac{\text{Cemento kg}}{1025 - \text{Agua}} \cdot \frac{d \text{ real}}{\text{Agua}} \%$$

obteniéndose la cantidad de agua en función de la consistencia, tamaño máximo y tipo de árido.

La composición granulométrica del árido mezcla se obtiene por el planteamiento de las siguientes ecuaciones:

sean 0, 1, 2, 3, n, las fracciones de árido empleadas.

y $M_0, M_1, M_2, M_3, \dots M_n$, los módulos de finura correspondientes.

Si $Mt_1, Mt_2, Mt_3, \dots Mtn$, son los módulos granulométricos ideales correspondientes a dichos tamaños, tendremos:

$$t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n = 100$$

$$Mt_1 = \frac{M_0 t_0 + M_1 t_1}{t_0 + t_1}$$

$$Mt_2 = \frac{M_0 t_0 + M_1 t_1 + M_2 t_2}{t_0 + t_1 + t_2}$$

.
. .
. . .
. . . .

$$Mt_n = \frac{M_0 t_0 + M_1 t_1 + M_2 t_2 + \dots + M_n t_n}{t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}$$

que es un sistema de n+1 ecuaciones con n+1 incógnitas.

Es de destacar que los valores ideales $Mt_1 + Mt_2, \dots Mtn-1$, no se obtienen directamente de las curvas de Bolomey correspondientes a dichas fracciones, tal y como se obtiene Mtn , sino de modificaciones efectuadas sobre esta curva de referencia correspondiente al tamaño máximo "n"; así, para obtener $Mtn-i$, multiplicamos las ordenadas de la curva "n" por 100; siendo Y_{n-i} la ordenada de la curva "n" correspondiente al tamaño n-i.

En la Parte III Cap. 5.5, se recoge la aplicación analítica y gráfica de este método a cada uno de los hormigones ensayados.

Para obtener la cantidad de agua precisa en cada caso, se han observado las correcciones prescritas por Bolomey en sus tablas al efecto, regulándose finalmente, mediante -
amasadas de prueba. Estas regulaciones conllevan la repetición -
de la dosificación, al producir variaciones en los restantes --
componentes.

CAPITULO II.- LOS CEMENTOS CON ADICIONES ACTIVAS.

2.0.- INTRODUCCION.

Desde el año 1976 se encuentra en vigor el actual Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos, (RC-75), en el que se recoge, entre otras, la aparición de un nuevo tipo de cemento, denominado PA, con categorías 350, 450 y 550.

Estos cementos, denominados "DE ADICION" o "CON ADICIONES ACTIVAS", contienen este tipo de adición en un porcentaje inferior al 20%.

Las adiciones activas empleadas en España son las escorias siderúrgicas (de frecuente empleo en la Península) y las puzolanas naturales, abundantes en nuestras islas, principalmente en Gran Canaria y Tenerife, constituyendo las únicas adiciones activas para la fabricación de los cementos del tipo PA y PUZ.

El auge experimentado por los cementos de adición, cuyo origen obedece a razones fundamentalmente de ahorro energético, ya que se posibilita la adición de materias crudas al clinker de portland, una vez obtenido éste por cocción en horno a elevadas temperaturas (1.000°C), precisándose, para la obtención del nuevo cemento, únicamente la molturación conjunta puzolana-clinker de portland.

2.1.- LA ADICION PUZOLANICA.

En cuanto a las puzolanas se refiere, cuya descripción se recoge en el apartado 1.7., se considera conveniente destacar la acción que esta realiza durante el proceso de -- fraguado y endurecimiento del hormigón.

Durante la hidratación del cemento, se va produciendo una liberación de Cal (de hidróxido cálcico, conocido por Portlandita). Este hidróxido $\text{Ca}(\text{OH})_2$, manifiesta una escasa resistencia química frente a aguas agresivas (aguas muy puras, - aguas acidas...), disolviéndose progresivamente ante la acción - de las mismas, lo que ocasionaría la aparición de coqueras, afec- tando así a la durabilidad de la pieza hormigonada.

De otro lado, la Portlandita, bajo la acción de una elevada temperatura (400°C), origina óxido de cal, es de-- cir, cal viva (CaO), cuya rehidratación originaría un fenómeno - expansivo por incremento de su volumen.

Así, la importancia de la misión de las adiciones activas reside precisamente en la captación de la cal aportada - por el Portland, reaccionando con este hidróxido, originando la - formación de silicatos cálcicos, produciendo cementos con mayor - durabilidad frente a agresiones químicas.

(6) Calleja: Un cemento, no solamente ha de cumplir resistencias, sino también ha de ser estable.

La puzolana la podemos definir, pues, como el material que, careciendo de propiedades cementicias por si misma, es capaz de combinarse con la cal a temperatura ordinaria, en presencia del agua, dando lugar a componentes insolubles y estables que se comportan como conglomerantes hidráulicos. Así, una cal puede ser dotada de características hidráulicas al combinarse con una puzolana.

La puzolana, como vemos, no precisa pasar por el horno para mostrarse hidráulicamente activa. No obstante, queda claro que esta actividad hidráulica precisa de la presencia de agua y cal para manifestarse (aspecto este conocido por los constructores romanos, al confeccionar hormigones con cal adicionada de tierras de Pozzuoli). Por el contrario, la característica diferenciadora de la adición activa siderúrgica, reside en que la escoria se manifiesta hidráulicamente activa por si misma, pudiendo definirla de manera comprensible, como "la puzolana que se suministra su propia cal". (7).

Al mezclar la escoria con el clinker, éste por medio del agua, activa la función catalizadora de la escoria.

Así surgen los cementos siderúrgicos (SI, SII, SIII), con notables contenidos de escoria (el SIII-350 posee un contenido de escoria entre el 50% y el 80%), que permite disminuir ampliamente el contenido del clinker de Portland. Esto imprime a los cementos siderúrgicos una notable resistencia frente a agentes agresivos, como el agua de mar.

En cuanto a la evolución de sus resistencias a compresión y flexotracción, el Pliego RC-75 establece las mismas exigencias para cementos P, PA y PUZ de las mismas categorías.

(7) Fernández Paris: Conferencia en curso sobre Control de Calidad. Hormigón armado y pretensado. Intemac. 1979

Dado que la acción catalizadora de la puzolana es lenta, pues - requiere tiempo para la captación de la cal liberada y su transformación en silicatos, de los cuales el tricálcico (SC_3) desempeña fundamental papel en las resistencias iniciales, (fraguado lento-endurecimiento rápido) y el bicálcico (SC_2) comunica re--sistencia a largo plazo (fraguado lento-endurecimiento muy lento), cabría pensar en que la adición de una fuerte dosis de puzolana a un clinker de categoría 350 le imprimiría un desarrollo de resistencias iniciales deficiente para tal categoría, y no - así en cuanto a resistencias a largo plazo.

Por ello, se precisa de un clinker de superior categoría para que, añadida la puzolana, origine un desarrollo - de resistencias propio de un clinker de categoría inmediata inferior. De aquí se podría deducir la inexistencia de cementos PUZ-550.

2.2.- CARACTERISTICAS DE LOS CEMENTOS CON ADICIONES ACTIVAS PUZOLANICAS: OBSERVACIONES A SU EMPLEO...

El empleo de nuestros cementos PA y PUZ, requiere de ciertas atenciones específicas, cuya inobservancia ha suscitado situaciones delicadas en más de una ocasión en nuestras -- obras. Estas observaciones las podríamos resumir en las siguientes: (8).

(8) Normas específicas de utilización de los cementos Portland del Pliego RC-75 (J.Fernández Paris. Intemac).

- a) Con respecto del antiguo cemento P, un P-A requiere incrementar el tiempo de amasado en un 20%, así como el tiempo de desencofrado de la pieza (respecto al Artº. EH:88).

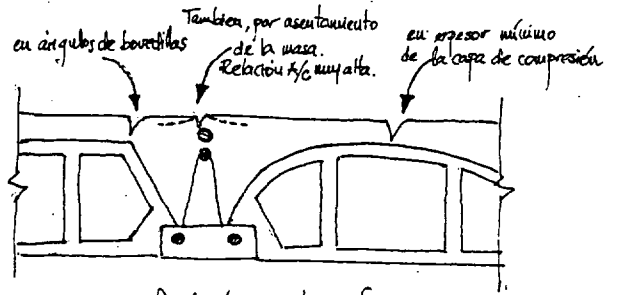
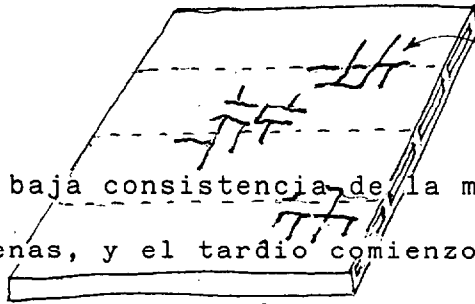
Un cemento PUZ, requiere ampliar un 30% el tiempo de amasado de hormigón, y un 20% el tiempo de desencofrado.

- b) Las resistencias iniciales vienen dadas por el clinker de Portland, manifiestándose la actividad puzolánica pasados los -- primeros días, y continuando ésta incluso después de los 28 - días. De aquí se desprende la necesidad de efectuar un curado más estricto, manteniendo la pieza continuamente húmeda durante al menos 15 días. En piezas estructurales en las que se ha requerido la aplicación de ensayos destructivos de información, extrayéndoseles probetas-testigo y comprobada la deficiencia - de su curado, se ha reiniciado el mismo por riego continuado o forro con tela de arpillera húmeda, apreciándose un incremento de resistencias en algunos casos superior al 15% (9). Este - incremento del tiempo de curado se hace indispensable en nuestra región, en la que frecuentemente se hormigona con temperaturas superiores a los 20°C.

- c) La puzolana origina una alta velocidad de desecación, por lo - que se incrementa el riesgo de fisuración por ahogamiento o antes del fraguado, recién vertido el hormigón. Es usual observar en los forjados recién hormigonados, la formación de fisuras sobre los recubrimientos de la armadura superior de viguetas, pudiendo

(9) Ensayos verificados en Centro Provincial INCE - Las Palmas

"leer" el fojardo sobre su superficie.



desecación superficial / primeras horas-fojardo.
dirección: ortogonal
situación: cualquiera

La baja consistencia de la masa, el exceso de finos en las arenas, y el tardío comienzo del curado, propician estas situaciones. La práctica de espolvorear con cemento la superficie recién hormigonada (transcurrida 1 hora de vertido), reglear (aceptable) o fratar (recomendable) y comenzar un riego muy suave, consigue resultados sorprendentes en cuanto a la perfecta estanqueidad de los forjados por sí mismos. Este aspecto es de máximo interés en los forjados de cubiertas.

- d) Se recomienda un cernido previo de las arenas, en obra, con malla muy fina, con lo que se disminuye el contenido de polvo en las arenas de machaqueo, y de fracciones finas en las arenas de playa. Estos finos, tienden a sustituir al grano de cemento, impidiendo la correcta hidratación del mismo, y provocando una notable dispersión y descenso a las resistencias a compresión.
- e) En los hormigones confeccionados con cementos P-A, es conveniente incrementar la dosificación de cemento en un 15%.
- f) En los cementos puzolánicos, es conveniente conocer, aunque sea de forma aproximada, el contenido en puzolanas. Estas, deberán contar en el contenido de cemento/m³, pero en la relación A/C, sólo debe intervenir la parte de portland, y no la puzolana.

g) La baja temperatura lo afecta, retardando el comienzo o velocidad de la reacción de la adición activa. Pero, dado que esta reacción no se patentiza a edades tempranas, las bajas temperaturas le afectan del mismo modo que un portland tipo P. No obstante se recomienda no hormigonar con temperaturas inferiores a 7°C.

h) Precauciones a adoptar

Para aguas puras, ejecutar la pieza, si es en masa, con PUZ-350, y si es armada, con PUZ-450, con contenido en cemento no inferior a 300 kg/m³ (para grados 2 y 3) y superior a 350 kg/m³ (grados 4 y 5).

Para aguas y terrenos sulfatados, consideraremos:

a) Grado 2.- Hormigones en masa, con PUZ-350 y armados, con PUZ-450. Dosificación de cemento superior a 300 kg/m³.

b) Grado 3: Si Mg 100 mg/l: emplear para hormigones en masa y armados, cementos P-Y.

Si Mg 100 mg/l: emplear para hormigón en masa, PUZ-350 y para hormigón armado, PUZ-450.

Dosificación de cemento: no inferior a 300 kg/m³.

c) Grado 4.- Si Mg 100 mg/l: emplear para hormigones en masa y armados, cementos P-Y (No en grandes masas).

Mg 100 mg/l: emplear cementos puzolánicos para hormigones en masa y armados.

d) Grado 5.- Si Mg 100 mg/l: emplear cementos puzolánicos

Si Mg 100 mg/l: emplear cementos puzolánicos.

2.3.- AMBITO DE EMPLEO DE LOS CEMENTOS CON ADICIONES PUZOLANICAS.

Partiendo de la base de que cualquier hormigón, para poderlo considerar resistente a un agresos físico o -
químicamente ha de cumplir el requisito previo de una perfecta -
compacidad en su dosificación y compactación en su puesta en --
obra, hay que indicar que la puzolana lo dota de una notable ca
pacidad de defensa frente a agresiones exteriores.

2.3.1. CONSTRUCCIONES EN CONTACTO CON AGUAS. (10).

Como ya se ha comentado, la acción puzolánica
deriva en una sustitución de la cal liberada por silicatos cálci
cos, lo que conduce a un hormigón más impermeable y resistente
a las aguas agresivas. Por consiguiente, y considerando nuestra
fácil accesibilidad a este tipo de cemento, por fabricarse en nuestr
as islas, se recomienda el empleo de cementos puzolánicos para

(10) Determinación de un cemento en función del tipo de hormi-
gón y de la agresividad del entorno. (Fernández París. Inte
mac, 1979).

estructuras en contacto con el agua (depósitos, canalizaciones, obras marítimas, cimentaciones bajo el nivel freático...

2.3.2.- REVESTIMIENTOS EXTERIORES.

Por otro lado, cuidando los aspectos enumerados en el apartado 2.2., su plasticidad e impermeabilidad hace aconsejables estos cementos para su empleo en enfoscados exteriores, recomendándose para ello los cementos puzolánicos de categoría 250, por su menor tendencia a la retracción hidráulica, pudiéndose así constituir una barrera impermeable sobre nuestras absorbentes fábricas de bloques de picón.

2.3.3.- OBRAS DE GRANDES MASAS.

Es de destacar la escasa liberación de calor durante el fraguado, lo que tiende a reducir el peligro de fisuración por retracción hidráulica frente a un Portland de la misma categoría. De aquí el aconsejar su empleo en grandes masas de hormigón, tales como muros de contención, cimentaciones...., incluso en contacto con terrenos agresivos. Piénsese que en nuestras islas no se comercializa el cemento P-Y, cuyo bajo índice en aluminato tricálcico (50%) lo hace especialmente recomendable para resistir la agresión de un sulfato: el yeso.

La carencia de este cemento es, en general, perfectamente suplida por los cementos puzolánicos, cuyo espectro de resistencia a sulfatos es más amplio que el propio P-Y. Idóneo bajo el punto de vista de amplio espectro de resistencia química +

sería la fabricación de un cemento a partir de un clinker de P-Y (con bajo contenido en aluminato tricálcico) con adición de puzolanas.

2.3.4.- ELEMENTOS PREFABRICADOS.(11): expansión y retracción.

Para la prefabricación de elementos sin tratamientos térmicos, son adecuados los cementos PA de adición puzolánica, con categorías 450 y 550; junto con los P-ARI, mientras que para la prefabricación de elementos con tratamientos térmicos los más aptos son los cementos PA, dentro de los Portland, y los cementos puzolánicos y siderúrgicos, máxime en tratamientos higro-térmicos con vapor a presión en autoclave, donde no son en absoluto recomendables los cementos Portland P ni P-ARI.

La razón de estas recomendaciones estriba en el fenómeno de fijación de la cal libre (CaO) del cemento, componente no deseable por su expansividad en la hidratación, por parte del "efecto silícico" o "efecto puzolánico", anulando su carácter expansivo, al someterse la pieza hormigonada a un tratamiento de vapor a presión en autoclave. Es decir, que podemos despreocuparnos de la expansividad de los cementos con adiciones puzolánicas a causa del contenido en cal libre, sin combinar, al someter la pieza prefabricada a un procedimiento de curado al vapor con presión, porque esta expansividad no se manifiesta.

(11) El Cemento Puzolánico en la Prefabricación. Panorámica de los cementos puzolánicos y sus aplicaciones a la luz del nuevo pliego de recepción de cementos RC-75 (Prof. José Calleja. IETCC)

Esta es la causa por la que se invalida el ensayo de expansividad, para este tipo de cementos, por medio del autoclave (Norma UNE), (sólo recomendable para cementos P), debiendo sustituirse tal ensayo por el método de las agujas de Le Chatelier en caliente.

Del mismo modo, los cementos con adiciones puzolánicas son más adecuados que los portland P en cuanto a la retracción, ya que la actividad retrayente de ciertos compuestos del clinker, como el aluminato tricálcico, (AC_3), queda frenada por la actividad puzolánica, tanto más, cuanto mayor proporción exista de esta adición activa.

Por ello, el empleo de un cemento con bajo contenido en AC_3 (clinker propio de un P-Y), con adición de puzo_lanas, favorecerá la prefabricación de piezas de hormigones ligeros y porosos.

Para la prefabricación normal de piezas de hormigón pretensado, tales como las semiviguetas para forjados que se fabrican en nuestra isla, al no contar con cementos P-550-ARI o simplemente P-550, son muy recomendables nuestros PA-550, ya que la acción puzolánica no perjudica a los finos alambres de pretensado, lo que si podría ocurrir con una adición de escoria siderúrgica.

También serían de aplicación, para piezas pretensadas que presumiblemente entrarían en contacto con un ambiente agresivo (aguas puras carbónicas o ácidas), los cementos puzolánicos PUZ-II-450.

2.3.5. ARIDOS REACTIVOS (Diapositiva nº 14)

Por último, cabe destacar el efecto contra restante de la puzolana ante la reactividad, nunca deseada, de los áridos, frente a los álcalis del cemento. (12).

El problema de la reacción cemento-árido (o álcali-agregado), tuvo una especial incidencia en EEUU por el empleo de áridos que contenían minerales opalinos y vidrios volcánicos en la confección de hormigones.)

Según el Bureau of Reclamation (USA), se consideran áridos especialmente reactivos: los ópalos, las riolitas y rocas volcánicas ácidas, con mediano o alto contenido en sílice y las zeolitas no puzolánicas.

No obstante, cabe señalar a priori que el uso de un cemento puzolánico canario, cuyo contenido en álcalis oscila alrededor de un 3,6%, es una garantía de neutralización de la reacción álcali-árido, ya que el proceso de reacción álcali-árido cumple las siguientes etapas:

- a) Disolución de la sílice reactiva en el medio alcalino.
- b) Formación de un gel de silicato alcalino hidratado.
- c) Atracción de agua por parte del gel.
- d) Formación de suspensión diluida de partículas en estado coloidal.

(12) Aporte a la problemática de la reacción álcali-árido en Gran Canaria (M.Ortega. Centro Provincial INCE).

La sílice de la puzolana finamente molturada, consume rápidamente el álcali liberado por el cemento, - inhibiendo el proceso. Es de destacar que este proceso reactivo es de carácter ósmótico, por lo que el fenómeno sólo se presenta en hormigones en permanente contacto con el agua, y en -- ningún otro caso.

Asimismo, Stanton (x) comprobó que añadiendo al hormigón cantidades notables de árido reactivo finamente - molturado del 15 a 20% del contenido en cementos, la reacción ya no se produce.

(x) Stanton. (x) Woods. Dedujo que la cantidad crítica de sílice capaz de pasar a la solución se cifra en torno al 6%.

Las traquitas de Gran Canaria, que poseen escasa contaminación de ópalo, son pues, en principio, potencialmente reactivas.

Si bien, en general los áridos volcánicos canarios no presentan reactividad potencial frente a alcalis, - existen en nuestra isla, en Veneguerras, unas rocas que, de ser empleadas como áridos, pueden ocasionar serios problemas a las - piezas de hormigón con ellos fabricadas; se trata de las traqui- - tas con contenidos en ópalo (sílice amorfa reactiva).

Su efecto en el seno de un hormigón confec - cionado con cemento Portland P, comparado con un hormigón puzolà - nico, no ha sido abordado en el presente trabajo, siendo objeto de estudio actualmente en nuestro Laboratorio. Del mismo se des - prenderá la capacidad neutralizante de la adición puzolánica.

2.4.- EL PROBLEMA DE LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CEMENTO EN PIEZAS DE HORMIGON ENDURECIDO, FABRICADO CON ARIDOS CANARIOS

Al realizar un ensayo de información de ti - po destructivo, como lo es la extracción de probetas-testigo de hormigón, nos permite obtener datos tales como:

- resistencias a compresión y tracción indirecta.
- tamaños de árido, su naturaleza y morfología.
- densidad aparente del hormigón.
- coeficiente de absorción.
- Porosidad aparente.
- Contenido en cemento por m³. de hormigón.

Con respecto a este último e interesante dato, de frecuente demanda a raíz de litigios planteados por problemas en las estructuras, que demandan informes periciales a nuestros profesionales, se considera de interés inducir algunas consideraciones de importancia facilitadas por Manuel Ortega. (13).

Para hacer viable y fiable este ensayo, habría que basarse en la determinación de un elemento o componente "guia" que sea específico del cemento, y que, por lo tanto, no se halle presente en el resto de los componentes del hormigón.

Si se tiene en cuenta que el cemento Portland es un producto artificial obtenido a partir de arcillas y calizas naturales, se comprende la dificultad de hallar ese "factor guia". En la Península, es frecuente el empleo de granitos como áridos gruesos y arenas cuárcicas como árido fino, y dado que ni el cuarzo ni el feldespató potásico, ni la Mica (en general, biotita), son atacados por ácidos inorgánicos fuertes (sobre todo el cuarzo y la ortosa), el "factor guia" puede residir en la sílice liberada por descomposición de los conocidos silicatos bicálcico (SC_2) y tricálcico (SC_3) contenidos en el clinker de Portland.

Esta sílice recién separada se disuelve completamente por la acción de una base fuerte, como el Na OH, separada por filtración, apoyándonos en este dato para evaluar la -- proporción relativa del cemento en el hormigón.

(13) Determinación a posteriori de la cantidad de cemento en el hormigón endurecido (M.Ortega. Centro Provincial INCE).

Si el cemento contiene adiciones activas, como ocurre en nuestras islas, el problema adquiere mayor complejidad, incrementándose el nivel de incertidumbre por la naturaleza petrográfica de nuestros áridos.

Las canteras grancanarias que explotan mantos lávicos masivos suelen tener una HOMOGENEIDAD petrográfica - acusada (canteras fanolíticas o basálticas). pero si el árido proviene de explotaciones de playas, barrancos o aluviones, queda de manifiesto su HETEROGENEIDAD petrográfica y química.

De aquí, que las canteras homogéneas coadyuvan a la simplificación del problema que nos ocupa, si bien las heterogéneas lo complican enormemente, dado el diferente comportamiento de las distintas familias rocosas ante el ataque de ácidos inorgánicos fuertes.

Por ello, como primer paso, es imprescindible conocer la naturaleza de los áridos empleados en la confección del hormigón objeto del ensayo, y en general, de la naturaleza pétreo de las principales canteras en explotación.

La mayor o menor proporción de sílice soluble en un árido depende, básicamente, de su composición mineralógica. Tanto la composición mineralógica real ("MODAL") como la potencial ("NORMATIVA"), es actualmente un aspecto inabordable en nuestro laboratorio, por carecer del instrumental preciso (microscopía en lámina fina, fotometría de llama...).

Con objeto de aclarar la fiabilidad de la aplicación de este ensayo en nuestros hormigones insulares, suponemos que tenemos una muestra de hormigón con árido heterogéneo,

formado por:

- basalto olivínico.
- basalto augítico.
- Fonolita.

Pues bien, al atacar esta muestra, finamente molida, la sílice soluble no solo provendrá del cemento, sino también del olivino del basalto, de los feldespatoides (nefelina) de la fonolita, además de la adición puzolánica característica de Canarias.

Es preciso saber también que el tiempo de exposición de la muestra al ataque con un ácido como el CIH juega un papel muy importante en la precisión del ensayo, pues si bien cualquier mineral finamente molido y sometido a un ataque prolongado llega a liberar cantidades notables de sílice soluble, los silicatos del clinker de Portland no requieren un tiempo excesivo de exposición para su total descomposición, por lo que el ensayo ha de consumir el mínimo de tiempo para no acrecentar el error.

Son, además, de consideración, nuestras arenas comunmente empleadas. Las arenas de montaña (picón), son vidrios de naturaleza basáltica, escasamente resistentes a la acción de los ácidos inorgánicos fuertes, liberando una enorme cantidad de sílice soluble. Así, son la principal fuente de este producto después del propio cemento. En cambio, con las arenas calizas de playa y duna no ocurre el mismo fenómeno.

En resumen, vemos cómo la obtención de la sílice soluble como parámetro de referencia no es en absoluto idóneo para nuestro contexto.

CAPITULO III.- CONSIDERACIONES ACERCA DEL HORMIGON.

3.1.- LA RELACION AGUA/CEMENTO: SU IMPORTANCIA EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL HORMIGON ENDURECIDO.

La relación A/C, así como el grado de hidratación del cemento inciden directamente en la porosidad de la pasta. El Cemento, en su hidratación produce fundamentalmente silicatos cálcicos, e hidróxido cálcico, experimentando un fenómeno expansivo que hace pasar del estado sólido, rígido, a la mezcla inicial (procesos de fraguado y endurecimiento).

El proceso paulatino de hidratación conlleva una disminución de la porosidad de la pasta, experimentando así, un incremento de resistencia.

Además, una pasta disminuye su capacidad de adherencia a los áridos a medida que aumenta su porosidad, por lo que se deduce la existencia de una estrecha relación entre el factor A/C y la resistencia a compresión del hormigón.

La velocidad de hidratación del Cemento es alta en edades tempranas, disminuyendo a medida que estos aumentan. Esta velocidad inicial depende la riqueza en silicato tricálcico (SC_3) y Aluminato tricálcico (AC_3), el cual, debido a su alta reactividad, ha de ser controlado por un "filtro" regulador, que constituye el yeso añadido al clinker (en cantidades pequeñas, alrededor del 3,5%).

Asimismo, esta velocidad de hidratación - aumentará, con la finura de molido del cemento, (x), regulada ésta muy groseramente por el Pliego RC-75, incrementándose por esta causa los fenómenos de ahogorado o retracciones hidráulicas tempranas. Blaine (x) establece una doble limitación del tamaño de grano, desechando aquellos cementos que por excesivamente finos (3 μ) o por excesivamente gruesos (57 μ) sufren graves perturbaciones en su comportamiento. Las unidades Blaine comunes para nuestros cementos oscilan alrededor de los 3600 cm^2/grm .

Es de señalar que, una temperatura ambiente alta acelera el proceso de hidratación, siendo muy de considerar en nuestra región éste factor combinado con vientos secos, provocándose una rápida evaporación del agua de amasado, lo que determina un defecto de hidratación del cemento. De aquí la importancia que en nuestra región juega la observancia de un curado estricto.

Por último, la adición puzolánica altera la hidratación inicialmente, aunque no así a edades medias y avanzadas, advirtiéndose una actividad superior a un cemento portland - a edades avanzadas.

(x) El Pliego RC-75 exige una retención máxima del 15% en el tamiz de 4.900 mallas, controlando así, únicamente, el máximo tamaño de grano. En la realidad, los cementos canrios presentan una retención entre el 5%-6%.

(x) Unidad BLAINE: cm^2/grm

Suponiendo el hormigón totalmente compactado, la resistencia a compresión simple dependerá directamente de la relación A/C, del tipo de árido y del tipo de cemento, - lo cual enuncia ABRAMS (14) con la expresión:

$$R = \frac{K_1}{K_2 A/C} \quad \text{siendo:}$$

R = resistencia a compresión

K₁ y k₂ = factores dependientes del tipo de cemento, áridos y - edad del hormigón.

Es decir, que Abrams plantea el decrecimiento directo de la resistencia ante el aumento de la relación A/C. Ello posibilita la previsión de una resistencia partiendo de la relación A/C, aunque cabe destacar que la ley enunciada presenta grandes limitaciones en la práctica, dado que relaciones A/C muy bajas, ocasionan consistencias con graves dificultades de compactación, lo que perjudica la resistencia final de la pieza hormigonada.

Carlos de la Peña (15), establece con su expresión $\frac{C}{A} = K \cdot f_{cm} + 0,5$, en donde K es un factor dependiente de la categoría del cemento, y f_{cm} la resistencia media a compresión a 28 días en laboratorio, la posibilidad de obtener la concentración requerida para una resistencia media exigida.

(14) Abrams: Documentación Centro INCE

(15) F.Arredondo: Dosificación de Hormigones.Manuales y Normas. IETCC, 5ª Edición.

J=Montoya. Hormigón Armado.Edi.G.Gili. 12ª Edidición.

Por último, se comparan en el apartado los valores obtenidos de A/C, frente a la tabla de valores máximos de dicha relación, según la Norma ACI 318-71, (17), para alcanzar las resistencias f_{cm} obtenidas.

Podremos constatar la dificultad de alcanzar una determinada trabajabilidad de las masas de hormigón fresco confeccionadas con materiales canarios, cuya medida de consistencia sea congruente con las relaciones máximas A/C prescritas por la EH88 Artº. 24.4. (ver Capítulos V y VIII).

VALORES ORIENTATIVOS DE LA RELACION AGUA/CEMENTO DE LA PEÑA

Resistencia del hormigón a 28 días (kp/cm ²)		Aridos rodados			Aridos machacados		
característica f_{ck}	media (*) f_{cm}	P-350	P-450	P-550	P-350	P-450	P-550
150	218	0.60	0.70	—	—	—	—
175	251	0.54	0.63	0.69	0.73	—	—
200	285	0.49	0.58	0.67	0.67	0.77	—
250	353	—	0.50	0.54	0.58	0.67	0.72
300	420	—	0.43	0.48	0.51	0.60	0.65

(*) Correspondiente a condiciones de buena ejecución

VALOR MAXIMO DE LA RELACION $\frac{A}{C}$, SEGUN ACI 318-71

Resistencia característica f_{ck} exigida a 28 días (kp/cm ²)	Resistencia media f_{cm} aproximada que se requiere en laboratorio (*)	Relación A/C
175	250	0,65
210	300	0,58
245	350	0,51
280	400	0,44
315	450	0,38

(*) Esta columna no figura en ACI 318-71.

- (17) Jiménez Montoya. Hormigón Armado. G. Gili. 12ª Edición.
 ACI Manual of Concrete Practice.1970.Part.1º:Materials and Properties of Concrete.ACI.Detroit.1970

Dreux (16), para hormigones con $0,67 \gg A/C \gg$ 0,40, propone una relación entre la resistencia a compresión - del hormigón a 28 días (fcm), la categoría del cemento (fcem) y la naturaleza y tipo del árido empleado (K), mediante la expresión: $f_c = K \cdot f_{cem} \cdot (C/A - 0,5)$; que ha sido aplicada en el apartado 4 , para aquellas dosificaciones con tamaño máximo 20 mm., al objeto de obtener la calificación que los áridos hace el autor según los valores de K deducidos, a saber:

áridos de calidad excelente:	K = 0,60
áridos de calidad buena:	K = 0,50
áridos de calidad admisible:	K = 0,40

Seguidamente se plantea en el apartado 4 las comparaciones del ábaco deducido de la ley de Abrams frente a nuestras dosificaciones, relativas a la evaluación aproximada de la dosificación de cemento a preveer, en función de la relación C/A y de la consistencia previstas.

Hay que señalar que la concentración de la pasta, al incidir directamente sobre la consistencia, lo hace sobre la trabajabilidad de la masa, es decir, sobre "el trabajo interno útil necesario para conseguir una total compactación". De cada amasada realizada se recoge, entre otros datos, la trabajabilidad de la mezcla observada durante el proceso de confección del correspondiente cono y probetas.

(16).G. Dreux. Guide Pratique du Béton.
Société de Diffusion des Techniques
du Bâtiment et des Travaux Publics.
Paris, 1970.

"El efecto directo de la granulometría en la resistencia del hormigón aparece como secundario con el efecto indirecto a través de la cantidad necesaria de agua de amasado y la trabajabilidad. A éste respecto, una granulometría es óptima cuando produce la trabajabilidad requerida con un mínimo de agua. Así, pues, granulometrías más finas que la óptima, las llamadas sobredosificadas de arena, rebajan indirectamente la resistencia del hormigón, a través del aumento de la demanda de agua, mientras que granulometrías más gruesas que la óptima, es decir, las subdosificadas de arena, reducen la resistencia a causa de la trabajabilidad perjudicada, y del mayor contenido de aire resultante. Vale advertir, no obstante, que, por ejemplo, una disminución de 0,25 en el módulo de finura de un árido ya sobredosificado de arena, tiene consecuencias mucho más nocivas que la misma disminución de 0,25 cuando la granulometría se aproxima a la óptima".

Sandor Popovics.-Efectos del árido sobre ciertas propiedades del hormigón de cemento Portland.
Univ. Auburn. Alabama. USA.

3.2.- LA DOCILIDAD DEL HORMIGON.-

3.2.1. CONSIDERACIONES GENERALES.

Esta propiedad del hormigón fresco la podríamos definir como la resistencia que la masa ofrece a la deformación, dependiendo de cuatro factores fundamentales:

- a) Cantidad de agua.- A medida que ésta aumenta, mayor trabajabilidad apreciaremos en la masa, por ofrecer menor resistencia a la deformación, aunque esta apreciación es válida hasta un cierto límite, por encima del cual la pérdida de cohesión de la masa conlleva una gran dificultad para su compactación, disminuyendo, así, su trabajabilidad, entendida ésta como "la cantidad de trabajo interno útil necesario para alcanzar su total compactación", definición debida a Neville (20).

- b) Tamaño, tipo y naturaleza de los áridos.- Partiendo de un tamaño máximo lo mayor posible, compatible con las dimensiones de la pieza y disposición de sus armaduras, y confeccionando a partir de este tamaño una composición granulométrica, correctamente jerarquizada, alcanzaremos una superficie específica menor que si partimos de un tamaño máximo inferior. Así, en el primer caso, conseguiremos una determinada consistencia deseada con menor cantidad de agua.

(20) Neville. Documentación Centro INCE

- . Por otro lado, la superficie específica a envolver sería inferior para una granulometría compuesta con áridos rodados que con los mismos tamaños procedentes de machaqueo, - por las irregularidades superficiales que éstos presentan; unido al mayor rozamiento entre granos de áridos machacados, origina para estos áridos la necesidad de una mayor cantidad de agua para una misma consistencia.
- c) La finura de molido del cemento.- Una mayor finura de molido en el conglomerante conlleva un efecto "lubrificante", incrementando la docilidad de la masa y la consiguiente facilidad de deformación de la misma.
- d) Empleo de Aditivos.- La inclusión de burbujas de aire en el seno de la masa mediante la adición de productos aireantes, conlleva, entre otros efectos, la lubricación de la misma, aumentando notablemente su docilidad, lo que permite la reducción en la cantidad de agua prevista, (aproximadamente un 315 por cada 1% de aire) (21), así como de la arena (reducir el volumen real de arena en los litros que supone el % de - aire ocluido).

Por último, los plastificantes, aditivos de empleo muy extendido en nuestra región, incrementan la trabajabilidad de la masa con una reducción en la cantidad de agua prevista (15%), incidiendo así en la consistencia del hormigón fresco.

(21) J.Montoya. Hormigón Armado. E. Gustavo Gili.12ª Edición.

. Hay que señalar que dos masas con la misma consistencia no han de ser necesariamente igual de trabajables, por lo que se reflejará en cada amasada la trabajabilidad observada, a fin de comprobar la incidencia que en esta propiedad -- tienen los distintos tipos de áridos empleados.

3.2.2. DETERMINACION DE LA DOCILIDAD.

Siendo la trabajabilidad una propiedad del hormigón para cuya cuantificación directa no existe un ensayo específico normalizado, ésta se estima evaluable a través de ensayos para la medida de la plasticidad de la masa fresca, que es precisamente la consistencia.

Así pues, cuantificando esta consistencia, estimaremos la cohesividad y facultades de puesta en obra de la masa de hormigón.

Aún existiendo diversos métodos para la medida de la deformabilidad de la masa, el más sencillo y generalizado, apto tanto para laboratorios como para obras, es el Cono de Abrams fig.1.

Foto 7x9
diap. 31.1

Este ensayo de consistencia, prescrito por la norma UNE 83313/87 se basa en la medida del descenso experimentado por la

masa, una vez desenmoldada, frente a la altura del Cono. (Dia positiva nº 31).

En nuestro laboratorio se toma tres medidas de este descenso, adoptando la media de estos valores como "índice de consistencia".

La apreciación de inclinación en la cara superior una vez desenmoldado, se toma como causa de rechazo de la masa, al evidenciar falta de cohesión de la misma.

Sandor Popovics, en su ensayo "efectos del árido sobre ciertas propiedades del hormigón de cemento Portland", plantea:

"por lo que respecta a la forma de las partículas, la principal objeción a una excesiva cantidad de partículas planas o alargadas en el árido es su efecto perjudicial para la trabajabilidad del hormigón, y la consiguiente necesidad de mezclas más altamente dosificadas de arena, lo que implica el empleo de más cemento y agua".

3.3.- INFLUENCIA DEL CURADO EN LAS PROPIEDADES DEL HORMIGON:

LA FISURACION DE RETRACCION HIDRAULICA EN CANARIAS.

Mediante el concepto de curado, definimos el proceso dirigido a conseguir una óptima hidratación del cemento.

Este proceso engloba diversos métodos, -- clasificables según intervenga o no los parámetros de temperatura y presión, en dos grupos:

- a) Ordinarios, generalmente empleados en obras de edificación, como los de inmersión, riego o saturación, realizados sin necesidad de propiciar cambios de temperatura.
- b) Acelerados, procedimientos éstos menos frecuentes en obras, pero de amplio empleo en fabricación de elementos constructivos en taller (procedimientos de prefabricación), donde el tiempo de desencofrado se reduce al máximo al provocar cambios de temperatura, humedad o presión (empleo de autoclaves).

El tiempo de aplicación del curado es función del tipo de cemento, de la temperatura ambiente y sus oscilaciones, de la velocidad de evaporación provocada por el viento, máxime si éste es seco y cálido, relativamente frecuente en nuestras islas, y de la morfología de la pieza, ya que interviene la relación entre la superficie expuesta de la pieza con respecto de su volumen.

La Instrucción EH-88, en su Art.º nº 20, prescribe que "el curado se prolongará hasta que el hormigón - haya alcanzado, como mínimo el 70% de la resistencia específica".

Un deficiente curado en las primeras edades afecta notablemente a las resistencias y sobre todo al módulo de deformación E_c , perdiendo importancia una eventual desecación a edad avanzada. Asimismo, las resistencias a compresión sufren variaciones comprobadas dependiendo del sistema de curado empleado, y de la relación A/C; en este sentido, los ensayos recopilados por Saul (23) cuantifican una pérdida de compresión del 3,5% al sustituir el curado por inmersión en agua - por el de saturación en cámara, empleado en nuestro laboratorio, para relaciones A/C altas, alcanzando un 15% de diferencia para hormigones con relación A/C bajas.

La Norma UNE 83301 prescribe el curado en atmósfera con humedad relativa mínima del 95% y temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$, mientras que la Norma ASTM C 192-69/73, admite una temperatura ambiente de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ para la misma limitación de humedad relativa, así como la posibilidad de emplear el curado por inmersión en agua saturada con cal.

Una temperatura elevada en la primera edad provoca una hidratación acelerada, lo que si bien conlleva un -

(23) Saul A. "A Comparison of the Compressive, Flexural and Tensile Strengths of Concrete". Cement and Concrete Association. Technical Report, 1960.

incremento de las resistencias iniciales, perjudica las resistencias posteriores, al producir un hormigón más poroso, lo que perjudica sus resistencias mecánicas.

En nuestra región no ha sido objeto de detenido estudio este importantísimo aspecto de la incidencia de las altas temperaturas iniciales propias de nuestro clima en las piezas recién hormigonadas en obra, fenómeno cuya existencia conocemos a través de los cuadros patológicos que nos presentan piezas seriamente dañadas por profundas fisuraciones de retracción hidráulica.

El origen de estas fisuraciones se encuentra en las elevadas temperaturas del hormigonado, a las que se unen el viento caliente, el soleamiento intenso y un despreocupado curado necesario una vez transcurrida la primera hora desde la finalización del hormigonado. Un espolvoreo con cemento sobre la superficie fresca, repasando la misma con regla o cuchara, seguido de un suave riego, proporciona buenos resultados a este aspecto.

Las deficiencias de agua en algunas localidades, minimizan el curado, siendo frecuente observar el vertido de cubas de agua durante los dos primeros días, considerándose el curado por concluido a partir de entonces.

Esta patología es muy frecuente en elementos superficiales (forjados y losas), aunque en extracciones practicadas mediante trépano en pilares (24) carentes de curado alguno,

(24) C.Guigou: Consideraciones prácticas acerca de la influencia de algunos factores en ensayos realizados sobre probetas extraídas del hormigón endurecido.
Publicación Area Tecnológica ETSALP/Nov. 1982

se han detectado fisuraciones lo suficientemente profundas como para imposibilitar el ensayo de las probetas-testigo a com presión.

Esta breve reseña sobre la importancia de analizar los efectos derivados de una temperatura temprana -- elevada en nuestras piezas hormigonadas, queda resaltada con la consideración de autores especialistas como Neville, (25) - quien afirma que la temperatura temprana óptima para que un -- hormigón alcance altas resistencias a edades avanzadas, en pie zas realizadas en laboratorio, es de 13°C. Cabría pensar, pues, sobre el importante deterioro que sufriría una pieza hormigona da en obra, al someterse a temperaturas generalmente superio-- res a los 20°C, junto con un curado deficiente.

Sandor Popovics: la retracción de secado del hormigón es producida principalmente por la contracción del gel de silicato cálcico cuando el contenido de humedad de dicho gel disminuye.

Supuesta fija la composición de un hormigón, cuanto menor es el - tamaño de partícula, mayor es la retracción que cabe esperar. Por encima de media pulgada, el efecto del tamaño de partícula es despreciable.

La cantidad y la actividad de la arcilla contenida en los áridos, (detectar a través de ensayo de equivalente de arena), aumenta la retracción.

La retracción aumenta también al sustituir el cemento Portland - por materiales puzolánicos, tales como piedra de pómez o tierras de diatomeas.

El árido de roca volcánica produce mayores retracciones que el - árido calizo o cuarcico.

(25) Neville A.M.: Properties of Concrete. Pitman Publishing Ltd. 1978.

CAPITULO IV.- CONSIDERACIONES ACERCA DE LOS ENSAYOS MECANICOS DE
LOS HORMIGONES PROGRAMADOS=

4.1.- LA RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE: CARACTERISTICAS DEL
HORMIGON. ENSAYOS PREVIOS.

4.1.1. CONSIDERACIONES ACERCA DE LA HOMOGENEIDAD DEL PRODUCTO.

La Instrucción EH-88, establece, en su Artº.10, un nivel de confianza del 95% para la resistencia a compresión, "que equivale a admitir un porcentaje de amasadas defectuosas o con menor resistencia que la especificada, del 5%". Será objeto pues, del Control de Calidad, establecer los mecanismos necesarios para garantizar este nivel de confianza.

Foto 6x8
Diap. 32

Foto nº 32.

El tema que nos ocupa no es la problemática estimación de la resistencia característica real de obra, - sino la obtención de una resistencia media en laboratorio, lo suficientemente fiable como para garantizar, en función de unas presupuestas condiciones de ejecución de obra, el cumplimiento, a priori, de una determinada resistencia especificada. En el apartado VI, se recogen, a modo de conclusión, la adecuación de las dosificaciones ensayadas a determinadas resistencias específicas.

El Artº. 67 de la Instrucción recoge este procedimiento bajo el título de "Ensayos Previos del Hormigón", observando exclusivamente su faceta resistente. Para efectuarlos, se fabrican cuatro amasadas de tres probetas cada una, hallando su resistencia media fcm.

En dosificaciones tales como A-1D, se verificó 4 amasadas de 7 probetas cada una (2 a 7, 3 a 28, 2 a 90 días), observando una dispersión máxima entre resultados medios de un 15%, y una desviación respecto de la media de un 7%. (*)

Así, a la vista de estos y otros resultados, que se adjuntan en el apartado 5.5., se coincidió en disminuir el número de amasadas por cada dosificación, cuidando al máximo el rigor en la ejecución de probetas y su curado, aceptando el pequeño error que este procedimiento pudiera conllevar, en aras a una agilización del trabajo.

Cabe señalar que se ha conseguido un nivel razonable de homogeneidad del hormigón componente de cada amasada, por lo que los errores derivados de fabricación de probetas, que cifran la desviación de resultados en más de un 15% entre sí (y no con respecto de la media, según Artº 10.3 EH-88), han sido objeto de rechazo y repetición de la amasada.

(*) Ver EH-88 Artº. 15.2.5: Comprobación de la homogeneidad del hormigón.

4.1.2. CONSIDERACIONES ACERCA DE LOS ENSAYOS DE COMPRESION SIMPLE

Los ensayos de resistencia a compresión simple, se ejecutan en nuestro laboratorio siguiendo las prescrip-

ciones UNE 83304/84 en probetas cilíndricas de 15x30 cms., refrentadas a una cara con mortero de azufre, arena y negro de humo.

La resistencia a compresión de cada probeta se obtiene dividiendo la carga máxima registrada en prensa, por la sección nominal de la misma.

El refrentado se verifica con objeto de garantizar un perfecto contacto platos-probeta; este contacto origina una coacción de la lógica deformación lateral que, por aproximación de ambas caras opuestas tiende a dilatarse transversalmente (efecto Poisson), debido al rozamiento platos-cara refrentada, o que origina unas tensiones de corte crecientes hacia los extremos de la probeta.

Esta combinación de tensiones de corte y compresión retrasan la rotura de la probeta, dejando de actuar esta coacción en la zona central, en franja de aproximadamente 4-5 cms.

El método de refrentado prescrito por UNE 7240, consistente en espolvoreo con cemento y regleado de la cara vista, se ha considerado como poco eficaz, dado que generalmente arroja resultados de minoración de resistencias próximos al 20%.

Para garantizar una correcta adherencia entre el mortero de refrentado y la probeta, ésta ha de dejarse secar previamente, al menos durante 6 horas desde su salida de la cámara húmeda.

Por otro lado, una probeta, al pasar de un estado húmedo a seco, ve incrementada su resistencia a com presión. Dado que dentro de las seis horas desde su salida de la cámara húmeda, las probetas no experimentan variaciones re sistentes superiores al 5% por pérdida de humedad, hemos deci dido tomar este período de tiempo para regir la realización - de todos los ensayos.

También la velocidad de puesta en carga - de la probeta juega un papel importante en la fiabilidad de la carga de rotura, pues una alta velocidad incrementa ésta; de - aquí que se hayan sujetado todos los ensayos a las prescripcio nes UNE-7242, con velocidades comprendidas entre 3 y 7 Kg/cm²/ seg.

4.2.- CONSIDERACIONES ACERCA DE LA RESISTENCIA A TRACCION DEL
HORMIGON: EL ENSAYO BRASILEÑO.

Este ensayo, ejecutado sobre probetas cilíndricas de hormigón, de 15x30 cm., consiste en la determinación de la resistencia a tracción - de éste material a través de la aplicación de una carga de compresión.

Foto 7x9
Diap. 33b

La probeta, perfectamente nivelada sobre los platos, se somete a -- compresión a través de dos generatrices opuestas, describiéndose las características de este ensayo en el - apartado 5.7. Entre las generatrices y los platos de la prensa, se interponen varillas de madera, de 1,5 cms.

Foto nº 33.

de ancho y 5 mm. de espesor, a fin de mejorar la uniformidad del reparto en la longitud de la probeta.

La tensión de rotura por tacción indirecta viene dada por la expresión (22): $f_{ctb} = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot l}$, donde "P" es la carga de rotura, "d" el diámetro de la probeta y "l" su longitud.

La Instrucción EH-88, en su Artº. 10, admite la determinación de la resistencia a tracción mediante este ensayo brasileño, minorando en un 15% la resistencia así obtenida:

$$f_{ct} = 0,85 f_{ct_b} = 0.85 \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot l}$$

(22) J.Montoya. Métodos Rilem de ensayos mecánicos de probetas Hormigón Armado. 12ª Edición. G.Gili. enmoldadas.

Considerando, admisible, en ausencia de este tipo de ensayos, la obtención de la resistencia característica a tracción mediante la expresión: $f_{ct_k} = 0,45 \sqrt[3]{f_{ck}^2}$ (22) - (kp/cm²). Para tanteos sin gran precisión, se puede considerar: $f_{c_t} = 0,09 f_{cc}$.

Dado que la resistencia a tracción depende de la adherencia árido-pasta, que a su vez, se ve afectada por la propia resistencia de la pasta, existirá una estrecha vinculación entre la resistencia a tracción indirecta y la relación A/C. Para obtener esta posible correspondencia, habría que realizar un mismo hormigón con diversas relaciones A/C, trabajo que no ha sido abordado en este estudio, aunque en el apartado , se han recogido estas relaciones gráficamente para hormigones confeccionados con un mismo tipo de árido (fonolíticos, basálticos, piroclásticos).

Asimismo, se elaboran gráficas de relación entre las resistencias a tracción indirecta de los hormigones ensayados, y las resistencias a compresión y flexotracción de los morteros normalizados correspondientes.

(22) J, Montoya.-Características mecánicas del hormigón.
Hormigón Armado. 12ª edición.
EH 88.- Artº. 10.3

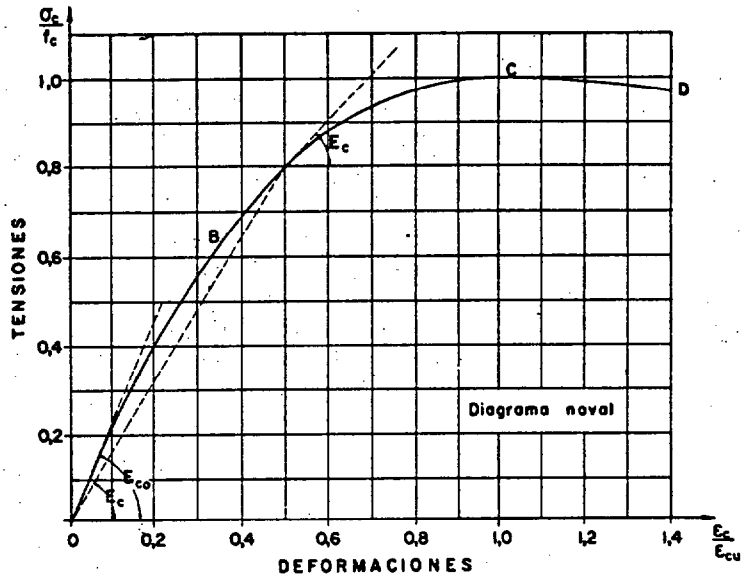
4.3. CONSIDERACIONES ACERCA DEL MODULO DE DEFORMACION LONGITUDINAL DEL HORMIGON.

4.3.1. CONSIDERACIONES PREVIAS.

Sometiendo a una probeta de material pétreo a compresión simple, obtenemos un diagrama tensión-deformación sensiblemente lineal, al igual que ocurre con una probeta de pasta de cemento. Pero, al juntarse ambos materiales para configurar un hormigón, se obtiene un diagrama curvado, debido a la formación de fisuras en las interfases árido-pasta (Diapositiva nº 34) aumentando más rápidamente las deformaciones que las tensiones aplicadas (26).

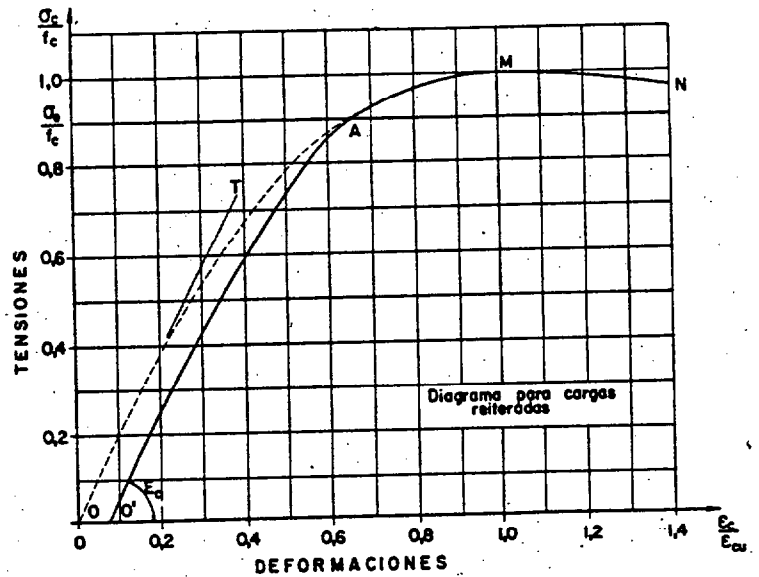
En cualquier punto de este diagrama, al descargarse, observamos la producción de deformaciones remanentes -- irreversibles. Estas deformaciones se incrementan -

con el tiempo de aplicación de la carga, dependiendo, además, de parámetros tales, como la riqueza de cemento, la humedad ambiental, etc. De aquí, que este comportamiento dificulte la obtención de un módulo de elasticidad estricto para este material.



(26) J. Montoya. Hormigón Armado. Gustavo Gili. 12ª Edición.

Al no ser el hormigón un cuerpo elástico, no cabe hablar de "módulo de elasticidad", sino de "módulo de deformación longitudinal", (27), no constante, dada la curvatura del diagrama noval.



Por ello, Jiménez Montoya

clasifica los siguientes conceptos:

- a) MODULO TANGENTE, o módulo de elasticidad, variable en cada punto de la curva, al variar la pendiente de la tangente.
- b) MODULO SECANTE, o módulo de deformación, de valor variable, medido por la pendiente de la secante que une el origen con cada punto.
- c) MODULO INICIAL, o módulo de elasticidad en el origen, correspondiente al punto de tensión nula, que coincide con los módulos tangente y secante.

De la observación del diagrama noval, se extraen las siguientes conclusiones:

- 1ª) El módulo tangente disminuye al aumentar la tensión, alcanzando valor nulo para la tensión máxima.

Foto 7x8
Diap. 34

Foto nº 34.

(27) Jimenez Montoya. Hormigón Armado. G.Gili.12ª edición.

- 2ª) El módulo de deformación disminuye al aumentar la tensión, obteniéndose un valor entre $1/2$ y $1/3$ del inicial, al alcanzar la tensión máxima.
- 3ª) En el diagrama noval rectificado, el módulo de deformación es invariable tras sucesivos ciclos de carga!descarga, para tensiones ya alcanzadas anteriormente, cuyo valor es -- constante y aproximado al inicial en primera carga.

Si, por convenio, aceptamos que las deformaciones originadas durante el periodo de carga son elásticas, obtendremos el módulo de deformación secante E_c , definido por la pendiente de la recta que une el origen con el punto A alcanzado en el diagrama.

Realizando un ciclo de carga-descarga, y repitiendo este proceso de nuevo, el diagrama pierde curvatura, tendiendo a rectificarse; de aquí que alcanzando tensiones próximas al 40% de la rotura (provocadas por cargas usuales en edificación), el módulo secante varía notablemente del primer al segundo ciclo de carga, pero escasamente a partir de este último ciclo.

En nuestra fase de experimentación (Parte III, Capítulo V) obtendremos el módulo secante como la pendiente de dicha recta después de un segundo ciclo sin superar el 50% de la tensión prevista de rotura a compresión. El dato obtenido del primer ciclo es despreciable, dado que, por su curvatura, origina una notable deformación remanente.

La Instrucción EH-88, en su Artº. 26.7, establece que, una vez superado el primer ciclo de carga, existe una relación constante entre tensiones y deformaciones, si no se supera el 50% de la tensión de rotura: 0.5 fj.

4.3.2. APORTACION AL COMPORTAMIENTO DEL HORMIGON.

Los investigadores J.J.Brooks y A.M. Neville, en su artículo titulado "A Comparison of Creep Elasticity and Strength of Concrete in Tension and in Compression" (Magazine of Concrete Research, nº 100, 1977), ratifican la linealidad del diagrama tensión-deformación tras un tercer ciclo de carga, hasta tensiones no superiores al 30% de la de rotura.

Asimismo, comprueban que las deformaciones producidas son menores en probetas saturadas frente a probetas en estado seco, lo que supone un efecto contradictorio con respecto a la compresión simple, pues la humedad incide negativamente en esta propiedad.

La Norma ASTM (28) establece las siguientes prescripciones:

- a) el módulo secante es la pendiente de la recta que une el punto de deformación unitaria $E = 0,05$ y el correspondiente a la tensión del 40% de la rotura.

(28) ASTM C 469- 87 a : Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression.

- b) los ensayos se verificarán con velocidad de carga de 26 Ton/min. que, para probetas cilíndricas de 15x30 cms, será de - 2,46 Kp/cm2/seg.
- c) Se verificarán tres ciclos de carga, no tomándose lectura del primer ciclo.
- d) El módulo se obtiene de la expresión:

<p>7. Calculation</p> <p>7.1 Calculate the modulus of elasticity, to the nearest 50 000 psi (344.74 MPa) as follows:</p> $E = (S_2 - S_1) / (\epsilon_2 - 0.000050)$ <p>where:</p>

donde:

$$S_2 = 0,40 \text{ fc}$$

$$S_1 = \text{tensión para } \epsilon_1 = 0,05$$

$$\epsilon_2 = \text{deformación unitaria para } S_2.$$

4.3.3. EVALUACION APROXIMADA DEL MODULO DE DEFORMACION.

Se puede suponer, de forma imprecisa, que el módulo es proporcional a la raíz cuadrada de la resistencia a compresión, por lo que el CBE y la EH-88, recomiendan, para cargas instantáneas o rápidamente variables, no superando tensiones del orden de 0,40 fc, un módulo tangente, para la edad de j días.

$$E_{cj} = 21.000 \sqrt{f_{cj}}$$

Como módulo secante, se recomienda adoptar el valor:

$$E_c = 0,90 E_{cj}$$

Así, para la edad de 28 días, obtendríamos como módulo secante, el valor aproximado:

$$E_c = 0,90 \times 21.000 \sqrt{f_{c_{28}}} = 19.000 \sqrt{f_{c_{28}}}$$

Para el caso de cargas de actuación permanente, las deformaciones se incrementan, al intervenir el fenómeno de fluencia, factor éste dependiente del espesor de la pieza, de la humedad ambiente, de la composición y edad del hormigón, así como del tiempo de aplicación de la carga.

A efectos prácticos, puede evaluarse el módulo de deformación minorado por efecto de fluencia mediante la expresión:

$$E_{cj} = \frac{25.000}{5 - 3,8 \cdot H_{RELATIVA}} \sqrt{f_{cj}}$$

Para la Ciudad de Las Palmas, en donde frecuentemente existen humedades relativas del orden del 85%, la expresión sería:

$$E_{cj} = \frac{25.000}{5 - 3,8 \cdot 0,85} \sqrt{f_{cj}} \cong 14.100 \sqrt{f_{cj}}$$

El módulo secante aproximado, sería:

$$E_c = 0,90 \times 14.100 \sqrt{f_{cj}} \cong 12.700 \sqrt{f_{cj}}$$

La Instrucción EH 88 Artº. 26.7, acepta, para cargas duraderas o permanentes, tomar los $\frac{2}{3} \cdot 19.000 \sqrt{f_{c_{28}}} = 12.666 \sqrt{f_{c_{28}}}$ para climas húmedos, expresión ésta que coincide sensiblemente con la anterior, y $\frac{2}{5} \cdot 19.000 \sqrt{f_{c_{28}}} = 7600 \sqrt{f_{c_{28}}}$ en climas secos.

Alfredo Paez (x), recoge en su publicación las propuestas formuladas por diversos autores europeos para la vinculación del módulo de elasticidad medio E_c con la resistencia del hormigón:

Inge Lysse	$E_c = 100.000 + 525 f_c$ (kg/cm ²)	
Normas Noruegas	$E_c = 120.000 + 450 f_c$	"
Jevtic	$E_c = \frac{760.000 f_c}{270 + 1,26 f_c}$	"
Wasiutynski	$E_c = \frac{550.000}{150 + f_c}$	"
L'Hermite	$E_c = 41.000 f_c^{0,33}$	"
Rüsch	$E_c = 17.000 f_c^{0,5}$	"
Nissenbaum	$E_c = 5.000 f_c^{0,7}$	"

El Comité Europeo del Hormigón, a la vista de que los modernos hormigones de alta resistencia alcanzan valores de módulo inferiores a los enunciados, ha abandonado la formulación del módulo en base a la raíz cuadrada, adoptando la raíz cúbica, según la tesis de L'Hermite. Así, propone:

$$E_c = 9500 f_c^{0,33} \text{ N/mm}^2$$

válido siempre que la tensión de servicio no sobrepase el valor: $0,50 f_c$

(x) Alfredo Paez. Hormigón Armado.
Editorial Reverté.

PARTE III.- REALIZACION DE ENSAYOS SOBRE HORMIGONES

CON ARIDOS BASALTICOS, FONOLITICOS

Y PIROCLASTICOS Y SUS COMPONENTES..

CAPITULO V.- LA PROGRAMACION Y REALIZACION DE LOS ENSAYOS.

5.0.- ENSAYOS MECANICOS, FISICOS Y QUIMICOS DEL CEMENTO A EMPLEAR.

Para la realización de estos ensayos, se han seguido las prescripciones del Pliego RC-75.

Los ensayos mecánicos y físicos se han realizado en el Laboratorio de la E.T.S.A.L.P., mientras que los químicos, por carencia de medios precisos, se han realizado en el Centro Provincial del INCE, a cargo del responsable de la sección de química Sr. Ortega Linares.

Se analiza, a nivel comparativo, una muestra de cemento puzolánico, procedente de la misma fábrica.

5.1.- ENSAYOS A COMPRESION SIMPLE Y FLEXOTRACCION DEL MORTERO NORMALIZADO.

Dado el tiempo transcurrido desde el inicio hasta la finalización del presente trabajo, se ha precisado la utilización de tres partidas de cemento PA-350 procedente de ISLAS-CESA (Arguineguín-Gran Canaria), envasados en sacos y almacenados en lugar cubierto, seco y ventilado.

A cada una de las partidas se le ha verificado los ensayos físicos y mecánicos, según RC-75, en los ensayos físicos y mecánicos, según RC-75, en el momento de la recepción y una vez al mes, al objeto de detectar cualquier posible -

alteración tanto en las resistencias como en el periodo de fraguado.

La pasta de consistencia normal se comprobó mediante sonda de Tetmajer manual (diapositiva nº 35), y el principio y fin de fraguado mediante aguja de Vicat manual (diapositiva nº 36) y electrónica (diapositiva nº 37).

Se fabricaron 9 probetas paralelepédicas de 4x4x16 cms., para su rotura a flexotracción a las edades de 7, 28 y 90 días, con objeto de comparar su evolución con la de los hormigones fabricados.

Foto IXII

Foto nº 35

Los ensayos de flexotracción se verificaron en prensa manual, (diapositiva nº 38). los pares obtenidos, tras cada rotura, se sometieron a compresión simple, por acoplamiento de dispositivo de compresión a la prensa universal (diapositiva nº 39).

Foto 240

07 x 11

id.

nº 36. Aguja Vicat Manual

nº 37. Aguja Vicat Electrónica

id.

id.

nº 38. Flexotracción Mortero

nº 39. Compresión Simple Mortero.

Foto 7x $\frac{11}{13}$

Foto 7x $\frac{11}{13}$

nº 40. Amasadora Mortero.

nº 41. Compactadora Mortero.

ANALISIS DE CEMENTO.-C. DE LAS ISLAS, PA-350, ARGUINEGUIN

Si O ₂ + R.I.	-	31,12%	R.I.(METODO I)= 10,03%
Al ₂ O ₃	-	6,36%	HUMEDAD = 1,10%
Fe ₂ O ₃	-	2,43%	% PUZOLANA = 19,90
Ca O	-	53,00%	SiO ₂ = 21,09%
S O ₃	-	1,73%	
Mg O	-	1,12%	
PERDIDA AL FUEGO	-	2,49%	
ALCALIS + OTROS	-	1,55%	

C. DE LAS ISLAS, PUZ-350, ARGUINEGUIN

Si O ₂ + R.I.	-	35,66%	R.I.(METODO I)= 13.67%
Al ₂ O ₃	-	6,17%	HUMEDAD = 2,25%
Fe ₂ O ₃	-	2,43	% PUZOLANA = 29,99%
Ca O	-	45,36%	SiO ₂ = 21,99%
S O ₃	-	2,03%	
Mg O	-	2,79%	
PERDIDA AL FUEGO	-	2,31%	
ALCALIS Y OTROS	-	3,25%	

LABORATORIO ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

ENSAYO RESISTENCIA MECANICA DEL CEMENTO

NUMERO DE ENSAYO: 15

FECHA DEL ENSAYO: 6/3/85

TEMPER. DEL AGUA: 19,0°C

TEMPERATURA LOCAL: 19,0°C

CANTIDAD DE AGUA - GRAMOS

TIPO DE CEMENTO: PA-350 (ISLAS-CESA)

TIPO DE ARENA: SEGOVIA

NOTA: CHEQUEO DE LA PARTIDA DE CEMENTO DEL 18/12/84

<u>F L E X I O N</u>			
	A	B	C
MINIMO: 50&	A-1 57,0	B-1 57,5	C-1 58,5
			57,7 7 días. 13/3/85
MINIMO: 60	A-2 80,0	B-2 74,0	C-2 77,0
			77 28 días. 3/4/85
MINIMO	A-3 79,5	B-3 79,0	C-3 84,0
			80,8 61 días. 6/5/85

<u>C O M P R E S I O N</u>			
	A	B	C
MINIMO: 250	A-1 4525/ 282,8	B-1 4400/ 275	C-1 4225/ 264,1
	A-1 4375/ 273,4	B-1 4325/ 270,3	C-1 4200/ 262,5
			271 7 días. 3/3/85
MINIMO: 350	A-2 6375/ 398,4	B-2 6250/ 390,6	C-2 6250/ 390,6
	A-2 6750/ 421,9	B-2 6475/ 404,7	C-2 6425/ 401,6
			F _{cem} =401 31 días. 8/4/85
MINIMO:	A-3 8200/ 512,5	B-3 7825/ 489,1	C-3 7300/ 456,3
	A-3 7750/ 484,4	B-3 7350/ 459,4	C-3 7150/ 446,9
			475 60 días. 6/5/85

NOTA: & VALOR INDICATIVO, cemento no rechazable,
(si no llega), con tal que sí cumpla a los 7 y 28 días.

ENSAYO RESISTENCIA MECANICA DEL CEMENTO

NUMERO DE ENSAYO: 14

FECHA DEL ENSAYO: 15/11/84.

TEMPER. DEL AGUA: 22°

TEMPERATURA LOCAL: 22°

CANTIDAD DE AGUA:

TIPO DE CEMENTO: PA-350 (ISLAS-CESA)

TIPO DE ARENA: SEGOVIA

NOTA: CHEQUEO DE LA PARTIDA DE CEMENTO DEL 16/4/84

F L E X I O N

	A	B	C	
	A-1	B-1	C-1	
MINIMO: 50&	60,5	68,5	67,0	65,3 7 días. 22/11/84
MINIMO: 60	A-2 81,0	B-2 78,0	C-2 83,5	80,8 28 días. 13/12/84
MINIMO: 60	A-3 88,0	B-3 92,0	C-3 95,5	91,8 90 días. 13/2/85

C O M P R E S I O N

	A	B	C	
	A-1	B-1	C-1	
MINIMO: 250 &	5200/ 325	5450/ 340,6	5525/ 345,3	
	A-1 5075/ 317,2	B-1 5375/ 335,9	C-1 5375/ 335,9	333 7 días 22/11/84
	A-2 7250/ 453,1	B-2 7350/ 459,4	C-2 7250/ 453,1	
MINIMO: 350	A-2 6875/ 429,7	B-2 7325/ 457,8	C-2 7275/ 454,7	f _{cem} = 451 28 días 13/12/84
	A-3 8525/ 532,8	B-3 8800/ 550	C-3 8325/ 520,3	
MINIMO	A-3 8000/ 500	B-3 8875/ 554,7	C-3 8525/ 532,8	532 90 días (13/2/85)

NOTA: & VALOR INDICATIVO, cemento no rechazable,

(si no llega), con tal que si cumpla a los 7 y 28 días.

NUMERO DE ENSAYO: 13

FECHA DEL ENSAYO: 27/6/84

TEMPER. DEL AGUA: 21°C

TEMPERATURA LOCAL: 23°C

CANTIDAD DE AGUA: 250 gramos

TIPO DE CEMENTO: PA-350 (ISLAS CESA)

TIPO DE ARENA: SEGOVIA

NOTA: CHEQUEO DE LA PARTIDA DE CEMENTO DEL 5/6/84

FLEXION

	13-1 A	13-2 B	13-3 C	
				60,8
MINIMO:50&	60,0	67,0	55,5	7 días 4/7/84
MINIMO:60	84,5	80,0	75,5	80 28 días 26/7/84
MINIMO:60	93,5	91,5	79,0	88 90 días 25/8/84

COMPRESION

	A	B	C	
	5075/3172	4700/293,7	4250/265,6	
MINIMO:250&	4650/290,6	4450/278,9	4050/253,1	282 7 días 4/7/84
	7650/478,1	7050/440,6	6250/390,6	
MINIMO:350	7125/445,3	6875/429,6	6450/403,1	Fcem=431 28 días 26/7/84
	8625/539,1	7800/487,5	7125/445,3	
MINIMO	8325/520,3	8275/517,2	7375/460,9	503 90 días 25/9/84

NOTA: & VALOR INDICATIVO, cemento no rechazable,

(si no llega), con tal que sí cumpla a los 7 y 28 días.

NUMERO DE ENSAYO: 12

FECHA DEL ENSAYO: 31/5/84

TEMPER. DEL AGUA:

TEMPERATURA LOCAL:

CANTIDAD DE AGUA:

TIPO DE CEMENTO: PA-350 (ISLAS CESA)

TIPO DE ARENA:

NOTA: CHEQUEO DE LA PARTIDA DE CEMENTO DEL 29/2/84

FLEXION

	4	5	6	64,6
MINIMO: 50 &	65,0	63,0	66,0	7 días. 7/6/84
MINIMO: 60	84,0	80,5	88,5	84,3 28 días. 28/6/84
MINIMO: 60	87,5	88,0	88,0	87,8 90 días. 3/9/84

COMPRESION

	4	5	6	282
MINIMO: 250&	4630/289,4 4560/285,0	4440/277,5 4510/281,9	4480/280,0 4690/293,1	7 días. 7/6/84
MINIMO: 350	6550/409,1 6550/409,1	6425/401,6 6250/390,6	6525/407,8 6500/406,2	f cem: 404 28 días. 28/6/84
MINIMO	7525/470,3 7450/465,6	7625/476,6 7650/478,1	7750/484,4 7750/484,4	476 90 días. 3 /9/84

NOTA: & VALOR INDICATIVO, cemento no rechazable,
(si no llega), con tal que sí cumpla a los 7 y 28 días.

NUMERO DE ENSAYO: 11

FECHA DEL ENSAYO: 16/5/84

TEMPER. DEL AGUA: 22°C

TEMPERATURA LOCAL: 22°C

CANTIDAD DE AGUA: 250 Gramos

TIPO DE CEMENTO: PA-350 (ISLAS CESA)

TIPO DE ARENA: SEGOVIA

NOTA: CHEQUEO DE LA PARTIDA DE CEMENTO DEL 29/2/84

F L E X I O N

	AMASADA 1	AMASADA 2	AMASADA 3	
MINIMO:50&	67,0	58,5	65,5	63,6 7 días (23/5/84)
MINIMO:50	68,5	62,5	62,0	64,3 8 días (24/5/84)
MINIMO:60	82,0	79,0	81,5	(comprobacion) 80,8 28 días (12/6/84)

C O M P R E S I O N

	1	2	3	
MINIMO:250	4780/299 4530/283	4360/273 4000/250	4200/263 3840/240	268 7 días (23/5/84)
MINIMO:250	4380/274 4550/284	4240/265 4250/266	4290/268 3470/217	262 8 días (24/5/84)
MINIMO:350	6250/390,6 6350/396,9	6225/389,1 6250/390,6	5875/367,2 6125/382,8	Comprobación f _{cem} :386 28 días (13/6/84)

NOTA: & VALOR INDICATIVO, cemento no rechazable,
(si no llega), con tal que sí cumpla a los 7 y 28 días

5.2.- ENSAYOS MORFOLOGICOS Y FISICOS DE LOS

ARIDOS SELECCIONADOS

DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE CONJUNTO DEL PICON

TIPO DE ROCA: PIROCLASTO BASALTICO

PROCEDENCIA: ARTENARA-GRAN CANARIA

DESIGNACION :5-10 y 10-20

NORMA DE ENSAYO: NLT 156/72

FRACCION 10-20. DENSIDAD DE CONJUNTO kg/dm³

ENSAYO	nº1	0,751
"	nº2	0,754
"	nº3	0,728
"	nº4	0,740
"	nº5	0,726
VALOR MEDIO		0,727

FRACCION 5-10 . DENSIDAD DE CONJUNTO kg/dm³

ENSAYO	nº1	0,760
"	nº2	0,736
"	nº3	0,744
"	nº4	0,746
VALOR MEDIO		0,745

DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO REAL DEL PICON. (PICNOMETRO).

Picnómetro vacío $p_a = 35,2213$ grms.

Picnómetro +agua $P_1 = 84,4796$ grms.

Picnómetro +agua+

+muestra $P_b = 92,2106$ grms.

Peso de la muestra seca, molida en molino de ágata: 12,0417 grms

$$P_{er} = \frac{12,0417}{4,3107} = 2,79 \text{ grm/cm}^3$$

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: PUZOLANA

PROCEDENCIA: ARGUINEGUIN- GRAN CANARIA

DESIGNACION: 10/20

NORMAS: UNE 7238/7001 y NLT 156/72

VOLUMEN (cm ³)	
Nºde Granos	$\pi d^3/6$
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
TOTAL	

$$\frac{V_1 + V_2 + \dots + V_{30}}{\pi/6 (d_1^3 + d_2^3 + \dots + d_{30}^3)}$$

PESO ESPECIFICO UNE 7.001

DENSIDAD APARENTE UNE 7.083

$G_1 = P_{ass} = 877,6 \text{ gm.}$

$G_2 = P_{agua} = 380,5 \text{ gm.}$

$G_3 = P_{as} = 650,6 \text{ gm.}$

Absorción: $= \frac{G_1 - G_3}{G_3} = 34,89 \%$

$\gamma_a = \frac{G_3}{G_1 - G_2} = 1,309.$

arquitecto

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: BASALTO DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: CARRIZAL- GRAN CANARIA

DESIGNACION: 5-10

NORMAS: UNE 7238/7001 y NLT 156/72

Nºde Granos	VOLUMEN (cm ³)	
	$\pi d^3/6$	TOTAL
1	1	
2	3	
3	5	
4	5	
5	2	
6	2	
7	2	
8	3	
9	2	
10	3	
11	2	
12	1	
13	2	
14	2	
15	2	
16	2	
17	2	
18	2	
19	1	
20	1	
21	2	
22	1	
23	1	
24	1	
25	1	
26	1	
27	1	
28	1	TOTAL: 110
29	1	AGUA: $\frac{100}{10}$
30	1	
TOTAL	56	

$$\frac{V_1 + V_2 + \dots + V_{30}}{\pi/6 (d_1^3 + d_2^3 + \dots + d_{30}^3)} = 0,17$$

PESO ESPECIFICO UNE 7.001

$P_a = 14,4248$ gm. (Picn. Vacío)

$P_1 = 84,4900$ gm. (Picn. + agua)

$P_2 = 94,417$ gm. (Picn. + agua + mues.)

$$\gamma = \frac{P_a}{P_a + P_1 - P_b} = 3,02 \text{ gm/cm}^3$$

DENSIDAD APARENTE UNE 7.083

$G_1 = P_{ass} = 840,8$ gm.

$G_2 = P_{agua} = 549,1$ gm.

$G_3 = P_{as} = 825,5$ gm.

Absorción = $\frac{G_1 - G_3}{G_3} = 1,85 \%$

Densidad Aparente:

$$\gamma_a = \frac{G_3}{G_1 - G_2} = 2,830 \text{ gm/cm}^3$$

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: BASALTO DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: CARRIZAL -GRAN CANARIA

DESIGNACION: 5-10

NORMAS: UNE7238/7001 y NLT 156/72

Nºde Granos	VOLUMEN (cm ³)	
	$\pi d^3/6$	TOTAL
1	5	
2	1	
3	1	
4	3	
5	5	
6	5	
7	3	
8	2	
9	2	
10	2	
11	3	
12	3	
13	2	
14	3	
15	2	
16	1	
17	1	
18	1	
19	1	
20	2	
21	2	
22	1	
23	2	
24	2	
25	2	
26	1	
27	1	
28	1	
29	1	
30	1	
TOTAL	62	10

$$\frac{V_1+V_2+\dots+V_{30}}{\pi/6 (d_1^3+d_2^3+\dots+d_{30}^3)} = 0,16$$

PESO ESPECIFICO

DENSIDAD APARENTE

TOTAL:110

AGUA :100

10

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: BASALTO DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: CARRIZAL- GRAN CANARIA

DESIGNACION: 5-10

NORMAS: UNE 7238/7001 y NLT 156/72

Nºde Granos	VOLUMEN (cm ³)		
	$\pi d^3/6$	TOTAL	
1	2		
2	3		
3	1		
4	1		
5	10		
6	3		
7	3		
8	1		
9	2		
10	3		
11	5		
12	5		
13	5		
14	2		
15	2		
16	5		
17	2		
18	2		
19	2		
20	2		
21	1		
22	1		
23	1		
24	1		
25	1		
26	1		
27	1		
28	1		
29	1	TOTAL: 110	
30	1	AGUA : 100	
TOTAL	71	<u>10</u>	

$$\frac{V_1+V_2+\dots+V_{30}}{\pi/6 (d_1^3+d_2^3+\dots+d_{30}^3)} = 0,14$$

PESO ESPECIFICO

DENSIDAD APARENTE

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: BASALTO DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: CARRIZAL - GRAN CANARIA

DESIGNACION: 10-20

NORMAS: UNE 7238/7001 y NLT 156/72

Nºde Granos	VOLUMEN (cm ³)	
	$\pi d^3/6$	TOTAL
1	20	
2	10	
3	5	
4	3	
5	15	
6	5	
7	10	
8	3	
9	5	
10	5	
11	10	
12	3	
13	20	
14	20	
15	5	
16	5	
17	2	
18	2	
19	5	
20	10	
21	5	
22	2	
23	5	
24	15	
25	10	
26	5	TOTAL: 450
27	2	AGUA : 400
28	5	<hr/>
29	5	50
30	5	
TOTAL	222	

$$\frac{V_1 + V_2 + \dots + V_{30}}{\pi/6 (d_1^3 + d_2^3 + \dots + d_{30}^3)} = 0,22$$

PESO ESPECIFICO

DENSIDAD APARENTE

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: BASALTO DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: CARRIZAL- GRAN CANARIA

DESIGNACION: 10-20

NORMAS: UNE 7238/7001 y NLT 156/72

Nºde Granos	VOLUMEN (cm ³)	
	$\pi d^3/6$	TOTAL
1	30	
2	5	
3	10	
4	10	
5	5	
6	5	
7	5	
8	2	
9	10	
10	3	
11	3	
12	10	
13	5	
14	2	
15	3	
16	15	
17	20	
18	20	
19	10	
20	3	
21	5	
22	3	
23	3	
24	5	
25	3	
26	3	TOTAL: 435
27	5	AGUA : 400
28	10	35
29	5	
30	5	
TOTAL	223	

$$\frac{V_1+V_2+\dots+V_{30}}{\pi/6 (d_1^3+d_2^3+\dots+d_{30}^3)} = 0,15$$

PESO ESPECIFICO

DENSIDAD APARENTE

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: BASALTO DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: CARRIZAL - GRAN CANARIA

DESIGNACION: 10-20

NORMAS: UNE 7238/7001 y NLT 156/72

N°de Granos	VOLUMEN (cm ³)		
	$\pi d^3/6$	TOTAL	
1	15		
2	10		
3	5		
4	5		
5	20		
6	15		
7	3		
8	15		
9	10		
10	10		
11	10		
12	10		
13	10		
14	40		
15	5		
16	10		
17	3		
18	3		
19	3		
20	10		
21	3		
22	3		
23	5		
24	5		
25	30	TOTAL: 460	
26	10	AGUA : 400	
27	10	60	
28	30		
29	10		
30	5		
TOTAL	323	MEDIA = 0,18	

$$\frac{V_1+V_2+\dots+V_{30}}{\pi/6 (d_1^3+d_2^3+\dots+d_{30}^3)} = 0,18$$

PESO ESPECIFICO

DENSIDAD APARENTE

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: BASALTO DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: CARRIZAL

DESIGNACION: 20-40

NORMAS: UNE 7238/7001 y NLT 156/72

		VOLUMEN (cm ³)	
Nº de Granos	$\pi d^3/6$	TOTAL	
1	40		$\frac{V_1+V_2+\dots+V_{30}}{\pi/6 (d_1^3+d_2^3+\dots+d_{30}^3)} = 0,24$
2	50		
3	20		
4	20		
5	20		
6	60		
7	60		
8	60		
9	60		
10	60		
11	60		
12	60		
13	60		
14	20		
15	40		
16	40		
17	20		
18	50		
19	30		
20	30		
21	50		
22	40		
23	40		
24	40		
25	40	TOTAL: 915	
26	20	AGUA ; 600	
27	60	<u>315</u>	
28	60		
29	60		
30	60		
TOTAL	1.310		

PESO ESPECIFICO

DENSIDAD APARENTE

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: BASALTO DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: CARRIZAL - GRAN CANARIA

DESIGNACION: 20-40

NORMAS: UNE-7238/ 7001 y NLT 156/72

		VOLUMEN (cm ³)	
Nºde Granos	$\pi d^3/6$	TOTAL	
1	60		$\frac{V_1+V_2+\dots+V_{30}}{\pi/6 (d_1^3+d_2^3+\dots+d_{30}^3)} = 10,19$
2	30		
3	20		
4	30		
5	40		
6	40		
7	30		
8	50		
9	60		
10	30		
11	30		
12	20		
13	50		
14	20		
15	60		
16	20		
17	50		
18	60		
19	60		
20	30		
21	50		
22	30		
23	20		
24	40		
25	40		
26	30		
27	40		
28	60		
29	60		
30	60		
TOTAL	1.220	TOTAL: 830 AGUA : 600 <hr/> 230	

PESO ESPECIFICO

DENSIDAD APARENTE

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: BASALTO DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: CARRIZAL -GRAN CANARIA

DESIGNACION: 20-40

NORMAS: UNE 7238/7001 y NLT 156/72

N°de Granos	VOLUMEN (cm ³)	
	$\pi d^3/6$	TOTAL
1	40	
2	15	
3	40	
4	40	
5	40	
6	40	
7	60	
8	60	
9	60	
10	60	
11	30	
12	40	
13	20	
14	60	
15	60	
16	60	
17	60	
18	60	
19	20	
20	50	
21	60	
22	30	
23	40	
24	40	
25	40	
26	30	
27	30	
28	30	
29	30	
30	20	
TOTAL	1265	MEDIA: 0,22

$$\frac{V_1+V_2+\dots+V_{30}}{\pi/6 (d_1^3+d_2^3+\dots+d_{30}^3)} = 0,24$$

PESO ESPECIFICO

DENSIDAD APARENTE

TOTAL: 900
AGUA : 600
300

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: FONOLITA DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: ARICAN

DESIGNACION: 5-10

NORMAS: UNE 7238/7001 y NLT 156/72

N°de Granos	VOLUMEN (cm ³)	
	$\pi d^3/6$	TOTAL
1	2	
2	2	
3	1	
4	1	
5	2	
6	1	
7	2	
8	2	
9	3	
10	3	
11	1	
12	2	
13	2	
14	2	
15	2	
16	2	
17	2	
18	1	
19	1	
20	2	
21	1	
22	1	
23	1	
24	2	
25	1	
26	1	
27	1	
28	1	
29	1	TOTAL : 80
30	1	AGUA : 75
TOTAL	47	5

$$\frac{V_1+V_2+\dots+V_{30}}{\pi/6 (d_1^3+d_2^3+\dots+d_{30}^3)} = 0,10$$

PESO ESPECIFICO UNE 7.001

DENSIDAD APARENTE UNE 7.083

$G_1 = P_{\text{pass}} = 932,2 \text{ grm.}$
 $G_2 = P_{\text{agua}} = 578,1 \text{ grm.}$
 $G_3 = P_{\text{as}} = 921,9 \text{ grm.}$

$$\gamma_a = \frac{G_3}{G_1 - G_2} = 2,604 \text{ grm/cm}^3$$

Absorción:

$$\frac{G_1 - G_3}{G_3} = 1,88\%$$

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: FONOLITA DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: ARICAN - GRAN CANARIA

DESIGNACION: 5-10

NORMAS: UNE 7238/7001 y NLT 156/72

Nºde Granos	VOLUMEN (cm ³)	
	$\pi d^3/6$	TOTAL
1	3	
2	1	
3	1	
4	2	
5	1	
6	1	
7	1	
8	2	
9	1	
10	1	
11	3	
12	2	
13	2	
14	2	
15	2	
16	1	
17	2	
18	2	
19	3	
20	2	
21	1	
22	1	
23	1	
24	2	
25	2	
26	1	
27	1	
28	2	
29	2	TOTAL: 80
30	2	AGUA : 75
TOTAL	50	5

$$\frac{V_1+V_2+\dots+V_{30}}{\pi/6 (d_1^3+d_2^3+\dots+d_{30}^3)} = 0,10$$

PESO ESPECIFICO

DENSIDAD APARENTE

Carlos Guigou Fernández
Geólogo

LABORATORIO ETSALP A-E/9

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: FONOLITA DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: ARICAN - GRAN CANARIA

DESIGNACION: 5-10

NORMAS: UNE 7238/7001 y NLT 156/72

VOLUMEN (cm ³)		
Nº de Granos	n d ³ /6	TOTAL
1	1	
2	2	
3	1	
4	3	
5	1	
6	1	
7	2	
8	2	
9	1	
10	3	
11	1	
12	2	
13	2	
14	2	
15	3	
16	1	
17	2	
18	1	
19	1	
20	1	
21	2	
22	2	
23	3	
24	1	
25	1	
26	2	
27	2	
28	2	
29	1	TOTAL: 80
30	2	AGUA : 75
TOTAL	51	5
		MEDIA : 0,097

$$\frac{V_1 + V_2 + \dots + V_{30}}{\pi/6 (d_1^3 + d_2^3 + \dots + d_{30}^3)} = 0,09$$

PESO ESPECIFICO

DENSIDAD APARENTE

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: FONOLITA DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: ARICAN- GRAN CANARIA

DESIGNACION: 10-20

NORMAS: UNE-7238/7001 y NLT156/72

Nº de Granos	VOLUMEN (cm ³)	
	$\pi d^3/6$	TOTAL
1	5	
2	10	
3	10	
4	10	
5	2	
6	2	
7	5	
8	5	
9	15	
10	2	
11	5	
12	5	
13	5	
14	5	
15	5	
16	3	
17	5	
18	5	
19	5	
20	3	
21	5	
22	2	
23	2	
24	3	
25	2	
26	3	
27	3	
28	3	
29	3	
30	3	
TOTAL	141	TOTAL: 435 AGUA : 400 35

$$\frac{V_1 + V_2 + \dots + V_{30}}{\pi/6 (d_1^3 + d_2^3 + \dots + d_{30}^3)} = 0,24$$

PESO ESPECIFICO

$P_a = 14,4649 \text{ grms}$

$P_b = p + m + a = 93,5954 \text{ grms}$

$P_i = 24,5267 \text{ grms}$

$P_{er} = \frac{P_a}{(P_a + P_i) - P_b} = 2,681$

$T = 21^\circ\text{C} ; P_{er} = 2,681 \times 0,99 = 2,650 \text{ gr/cm}^3$

DENSIDAD APARENTE

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: FONOLITA DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: ARICAN - GRAN CANARIA

DESIGNACION: 10-20

NORMAS: UNE 7238/7001 y NLT 156/72

VOLUMEN (cm ³)		
Nºde Granos	$\pi d^3/6$	TOTAL
1	10	
2	10	
3	10	
4	10	
5	15	
6	15	
7	15	
8	10	
9	5	
10	10	
11	10	
12	10	
13	5	
14	10	
15	10	
16	5	
17	10	
18	2	
19	5	
20	5	
21	10	
22	10	
23	10	
24	5	
25	5	
26	5	
27	5	
28	5	
29	5	TOTAL: 440
30	5	AGUA : 400
TOTAL	247	40

$$\frac{V_1+V_2+\dots+V_{30}}{\pi/6 (d_1^3+d_2^3+\dots+d_{30}^3)} = 0,16$$

PESO ESPECIFICO

DENSIDAD APARENTE

itecto

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: FONOLITA DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: ARICAN - GRAN CANARIA

DESIGNACION: 10-20

NORMAS: UNE-7238/7001 y NLT156/72

Nºde Granos	VOLUMEN (cm ³)	
	$\pi d^3/6$	TOTAL
1	10	
2	10	
3	15	
4	10	
5	15	
6	15	
7	10	
8	10	
9	10	
10	20	
11	10	
12	15	
13	15	
14	20	
15	5	
16	3	
17	10	
18	10	
19	3	
20	10	
21	10	
22	5	
23	10	
24	5	
25	5	
26	5	
27	5	
28	5	
29	5	
30	3	
TOTAL	284	50

TOTAL: 450

AGUA : 400

MEDIA: 0,165...

$$\frac{V_1+V_2+\dots+V_{30}}{\pi/6 (d_1^3+d_2^3+\dots+d_{30}^3)} = 0,17$$

PESO ESPECIFICO

DENSIDAD APARENTE

arquitecto

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: FONOLITA DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: ARICAN - GRAN CANARIA

DESIGNACION: 20-40

NORMAS: UNE-7238/ 7001 y NLT 156/72

Nºde Granos	VOLUMEN (cm ³)	
	$\pi d^3/6$	TOTAL
1	60	
2	40	
3	40	
4	60	
5	60	
6	60	
7	60	
8	60	
9	60	
10	60	
11	50	
12	50	
13	40	
14	60	
15	40	
16	60	
17	50	
18	60	
19	60	
20	50	
21	50	
22	40	
23	40	
24	50	
25	40	
26	20	
27	60	TOTAL: 1.175
28	30	AGUA : 725
29	30	
30	20	
TOTAL	1.460	450

$$\frac{V_1+V_2+\dots+V_{30}}{\pi/6 (d_1^3+d_2^3+\dots+d_{30}^3)} = 0,30$$

PESO ESPECIFICO

DENSIDAD APARENTE

uitecto

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: FONOLITA DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: ARICAN- GRAN CANARIA

DESIGNACION: 20-40

NORMAS: UNE-7238/ 7001 y NLT 156/72

Nºde Granos	VOLUMEN (cm ³)	
	$\pi d^3/6$	TOTAL
1	60	
2	60	
3	60	
4	60	
5	60	
6	60	
7	60	
8	60	
9	60	
10	30	
11	60	
12	30	
13	60	
14	60	
15	20	
16	60	
17	60	
18	30	
19	60	
20	60	
21	60	
22	60	
23	60	
24	60	
25	60	
26	60	
27	60	
28	40	
29	60	
30	50	
TOTAL	1.640	475

$$\frac{V_1+V_2+\dots+V_{30}}{\pi/6 (d_1^3+d_2^3+\dots+d_{30}^3)} = 0,28$$

PESO ESPECIFICO

DENSIDAD APARENTE

TOTAL : 1.225
AGUA : 750

arquitecto

DETERMINACION COEFICIENTE DE FORMA, PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE.

TIPO DE ROCA: FONOLITA DE MACHAQEO

PROCEDENCIA: ARICAN- GRAN CANARIA

DESIGNACION: 20-40

NORMAS: UNE-7238/7001 y NLT 156/72

		VOLUMEN (cm ³)	
Nºde Granos	$\pi d^3/6$	TOTAL	
1	60		$\frac{V_1+V_2+\dots+V_{30}}{\pi/6 (d_1^3+d_2^3+\dots+d_{30}^3)} = 0,26$
2	60		
3	60		
4	60		
5	60		
6	60		
7	60		
8	60		
9	60		
10	60		
11	60		
12	60		
13	60		
14	60		
15	60		
16	60		
17	60		
18	60		
19	40		
20	30		
21	30		
22	40		
23	40		
24	50		
25	40		
26	40		
27	30		
28	15		
29	40		
30	30		
TOTAL	1.505		
		TOTAL: 1.125	
		AGUA : 725	
		400	
		MEDIA: 0,28	

PESO ESPECIFICO

DENSIDAD APARENTE

5.2.- ENSAYOS FISICOS DE LOS ARIDOS SELECCIONADOS.

5.2.1. DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO.

Es preciso calcular los pesos específicos reales de las rocas utilizadas, es decir, de los pesos específicos prescindiendo de los poros accesibles e inaccesibles.

Se realiza según la norma UNE-7001 y lo definimos como el resultado de dividir el peso de un volumen de roca representativa, exenta de poros, a 20°C, por el peso de idéntico volumen de agua destilada a la misma temperatura.

Todo ello se realiza con un picnómetro para sólidos pero previamente la muestra se ha pulverizado en un molino de ágata.

5.2.2. DETERMINACION DE LA DENSIDAD APARENTE DE LOS ARIDOS.

Se ha obtenido la densidad aparente de cada uno de los áridos estudiados, siguiendo las prescripciones de la Norma UNE-7.083.

Dado que para ello se requiere conocer los pesos saturados y desecados (en estufa, a 110°C, hasta peso constante), se ha calculado asimismo, el coeficiente de absorción del basalto, de la fonolita, del picón y de la puzolana.

5.2.3. DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE CONJUNTO DE LOS ARIDOS.

Esta densidad, conocida localmente como - "Peso del litro", se ha obtenido siguiendo las prescripciones - de la Norma NLT-156/72 (Procedimiento de la Pala). Se ha considerado un dato de importancia al objeto de facilitar las dosificaciones en relación volumétrica con respecto a una parte de cemento, ya que, con ello, se hace posible el empleo de estas dosificaciones para aquellas construcciones cuyo nivel de control permita las amasadas en la propia obra por métodos de medida poco rigurosos, como ocurre en una gran cantidad de pequeñas construcciones de nuestras islas, al medir el número de cubos - de 16 ls que se precisa por saco de cemento. No obstante, habría que tener en cuenta las necesarias correcciones a introducir en el caso de apreciar humedad en los áridos, máxime en las arenas.

Cada dosificación, pues, además de en pesos, se expresa en relación de volúmenes aparentes, como se aprecia en las correspondientes hojillas de amasadas.

5.2.4. ENSAYOS FISICOS DE LAS ARENAS.

Se ha obtenido las densidades de conjunto de las arenas componentes de las series de hormigones a ensayar según la norma NLT 156/72 "Determinación de la densidad en estado suelto" en correspondencia con la norma ASTM C 29-71

Fonolita de Machaqueo	Basalto de Machaqueo	Arena amarilla
015 - 1,471 gr/cm ³	1,501 gr/cm ³	1,384 gr/cm ³
5/10- 1,383 "	1,402 "	
10/20-1.383 "	1,414 "	
20/40-1,357 "	1,380 "	

5.2.5. DETERMINACION DEL MODULO GRANULOMETRICO

"La granulometría del árido puede afectar directamente a la resistencia a la compresión del hormigón; cuanto más gruesa es la granulometría del árido dentro de los límites de una trabajabilidad adecuada, mayor es generalmente la resistencia del hormigón, suponiendo la misma relación agua/cemento, la misma proporción de mezcla y el mismo tamaño máximo de partícula. Este aumento de resistencia puede llegar a ser del 15%."

Sandor Popovics.

5.2.5 DETERMINACION DEL MODULO GRANULOMETRICO.

Se ha realizado los ensayos granulométricos empleando la serie de diez tamices UNE 7.050, cuyas luces de malla son: (Diapositiva nº 39)

0,16/ 0,32/ 0,63/ 1,25/ 2,50/ 5,00/ 10,00/ 20,00/ 40,00/ 80,00

Estos ensayos se han sujetado a las prescripciones de las normas UNE 7139 y NLT 152/72.

Por definición, el módulo granulométrico (para serie UNE) ó modulo de finura (para serie ASTM), representa el área comprendida entre la curva de composición, el eje de ordenadas, y la paralela al eje de abscisas por la ordenada correspondiente al 100% de paso (o 0% de retención), obteniéndose numéricamente por la sumatoria de los % de porcentajes retenidos y acumulados en cada tamiz, dividida por 100.

Se ha realizado ensayos correspondientes a cada partida de áridos, habiéndose detectado en los procedentes de la cantera de Aricán, una variación en el módulo granulométrico de la arena fonolítica de machaqueo, variando ostensiblemente, según se aprecia en ensayos A-G/1-4 y A-G/5 de 4,13 en la primera partida, a 3,07 en la 2ª partida, lo que originó una repetición de las dosificaciones ya ejecutadas, a fin de comprobar las variaciones que dicha alteración conlleva en las mismas.

Se podría observar en el ensayo G-G/1, la excesiva finura de grano de la arena natural de playa (Arena ama

rilla de Gando), que origina un escasísimo módulo granulométrico (Mg=1,06), siendo su pase por el tamiz 0,16 es muy elevado -- (17,2%).

Asimismo

la primera arena fonolítica de machaqueo ensayada poseyendo - un módulo granulométrico alto (Mg=4,13) da un pase del 5,6%, y la segunda arena ensayada, - con un módulo granulométrico - más bajo (Mg=3,07) da un pase del 8,2% por el tamiz 0,16.

Foto 7x9
10

Diap. 43

nº 433 proceso de tamizado

Por último, la arena basáltica de machaqueo, con un módulo granulométrico Mg=2,59, da un pase del 9,6% por el tamiz 0,16.

Se ha ensayado, igualmente, la partida de áridos fonolíticos procedente de la cantera de Triasca-San Lorenzo, con el objeto de ofrecer datos comparativos de esta cantera frente a la de Aricán, ambas de naturaleza fonolítica.

TIPO DE ROCA: ARENA AMARILLA DE PLAYA

PROCEDENCIA: GANDO - GRAN CANARIA

LABORATORIO E.T.S.A.L.P.

FECHA DE ENSAYO: 12/1/84

ENSAYO N° G-G/1

Carlos Guilgou Fernández
quitecto

GRANULOMETRIA

TAMIZ		ARIDO: ARENA AMARILLA PESO MUESTRA: 213 gr				ARIDO:				ARIDO:				ARIDO:			
N°	PESO gr.	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %
80		-	-	-	-												
40		-	-	-	-												
20		-	-	-	-												
10		-	-	-	-												
5		-	-	-	-												
2,5		-	-	-	-												
1,25		4,4	4,4	2,1	2,1												
0,63		6,6	11,0	3,1	5,2												
0,32		23,1	34,1	10,8	16,1												
0,16		141,1	175,2	66,2	82,8												
TOTAL				TOTAL	106,2	TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
MOD. GRANULOMETRICO					1,06	MOD. GRANULOMETRICO				MOD. GRANULOMETRICO				MOD. GRANULOMETRICO			

TIPO DE ROCA: FONOLITA DE MACHAQUEO PROCEDENCIA: ARICAN- GRAN CANARIA			LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA DE ENSAYO: 15/5/84 ENSAYO N° A-G/ 5
--	--	--	--

GRANULOMETRIA

TAMIZ		ARIDO: ARENA 0-5 PESO MUESTRA: 1007,8gr				ARIDO:				ARIDO:				ARIDO:			
N°	PESO gr.	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %
80		-	-	-	-												
40		-	-	-	-												
20		-	-	-	-												
10		-	-	-	-												
5		3,5	3,5	0,3	0,3												
2,5		182,1	185,6	18,06	18,4												
1,25		263,8	449,4	26,18	44,6												
0,63		273,2	722,6	27,10	71,7												
0,32		111,8	834,4	11,09	82,8												
0,16		59,5	893,9	5,9	88,7												
TOTAL				TOTAL	306,5	TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
MOD. GRANULOMETRICO					3,07	MOD. GRANULOMETRICO				MOD. GRANULOMETRICO				MOD. GRANULOMETRICO			

TIPO DE ROCA: FONOLITA DE MACHAQUEO

LABORATORIO E.T.S.A.L.P.

PROCEDENCIA: ARICAN- GRAN CANARIA

FECHA DE ENSAYO: 16/11/83

ENSAYO N° A-G/1-4

GRANULOMETRIA

TAMIZ		ARIDO: ARENA 0-5 PESO MUESTRA: 1.297,7gr				ARIDO: 5-10 PESO MUESTRA: 3.684,1gr				ARIDO: 10-20 PESO MUESTRA: 7.910 gr.				ARIDO: 20-40 PESO MUESTRA: 17.465gr			
N°	PESO gr.	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %
80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	336	336	1,9	1,9
20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.767	13.103	73,1	75
10		-	-	-	-	84,2	84,2	2	2	6.100	6.100	77	77	4.308	17.411	24,7	99,7
5		11,2	11,2	0,9	0,9	2.457,6	2.541,8	67	69	1.759	7.859	22,2	99,4	54	17.465	0,3	100
2,5		709,6	720,8	54,6	55,5	1.079,0	3.620,8	29	98	17,4	7.876	0,2	99,6	0	17.465		100
1,25		335,2	1.056	25,8	81,4	40,4	3.661,2	1	99	33,6	7.910	0,4	100	0	17.465		100
0,63		99,4	1.155,4	7,6	89,0	22,9	3.684,1	1	100	0	7.910		100	0	17.465		100
0,32		38,9	1.194,3	3,0	92,0	0	3.684,1		100	0	7.910		100	0	17.465		100
0,16		30,5	1.224,8	2,4	94,4	0	3.684,1		100	0	7.910		100	0	17.465		100
					413,2				568				676				776
					4,13				5,68				6,76				7,76

TOTAL

MOD. GRANULOMETRICO

TOTAL

4,13

TOTAL

MOD. GRANULOMETRICO

TOTAL

5,68

TOTAL

MOD. GRANULOMETRICO

TOTAL

6,76

TOTAL

MOD. GRANULOMETRICO

TOTAL

7,76

TIPO DE ROCA: FONOLITA DE MACHAQUEO

PROCEDENCIA: TRIASCA- SAN LORENZO
GRAN CANARIA

LABORATORIO E.T.S.A.L.P.

FECHA DE ENSAYO: 13/1/84

ENSAYO N°SL-G/ 1-4

GRANULOMETRIA

TAMIZ		ARIDO: ARENA 0-5 PESO MUESTRA: 634,6gr.				ARIDO: 5-10 PESO MUESTRA: 1.000gr.				ARIDO: 10-20 PESO MUESTRA: 5.000 gr.				ARIDO: 20-40 PESO MUESTRA: 15.000 gr.			
N°	PESO gr.	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %
80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.576,4	1.576,4	11	11
20		-	-	-	-	-	-	-	-	1.791,3	1.791,3	36	36	2.808,7	4.385	85	96
10		-	-	-	-	841,9	841,9	84	84	3.184,9	4.976,2	63,6	99,6	614,9	15.000	4	100
5		1,9	1,9	0,3	0,3	153,4	995,3	15	99,5	23	5.000	0,4	100	0	15.000	0	100
2,5		110	111,9	17,3	17,6	4,7	1.000	0,5	100	0	5.000	0	100	0	15.000	0	100
1,25		207,4	319,3	32,7	50,3	0	1.000	0	100	0	5.000	0	100	0	15.000	0	100
0,63		123,4	442,7	19,5	69,8	0	1.000	0	100	0	5.000	0	100	0	15.000	0	100
0,32		88,1	530,8	13,8	83,6	0	1.000	0	100	0	5.000	0	100	0	15.000	0	100
0,16		51,6	582,4	8,2	91,8	0	1.000	0	100	0	5.000	0	100	0	15.000	0	100
TOTAL				TOTAL	313,4	TOTAL		TOTAL	683,5	TOTAL		TOTAL	735,6	TOTAL		TOTAL	807
MOD. GRANULOMETRICO					3,13	MOD. GRANULOMETRICO			6,83	MOD. GRANULOMETRICO			7,35	MOD. GRANULOMETRICO			8,07

TIPO DE ROCA: BASALTO DE MACHAQUEO		LABORATORIO E.T.S.A.L.P.
PROCEDENCIA: CARRIZAL- GRAN CANARIA		FECHA DE ENSAYO: 13 /6/ 84
		ENSAYO N°: C/-G1-4

GRANULOMETRIA s/. Normas UNE 7139 y NLT 152/72

N°	PESO gr.	ARIDO: ARENA MACHAQUEO PESO MUESTRA : 1133 gr				ARIDO: 5-10 PESO MUESTRA: 5.750 grm.				ARIDO: 10-20 PESO MUESTRA: 10.238 grm.				ARIDO: 20-40 PESO MUESTRA: 17.784 grm.			
		PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %
80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	314,0	314,0	1,8	1,8
20		-	-	-	-	-	-	-	-	1196,0	1196,0	11,7	11,7	16.622,5	16.936,5	93,4	95,2
10		-	-	-	-	807,5	807,5	14,0	14,0	8404,8	9600,8	82,1	93,8	744,8	17.681,3	4,2	99,4
5		-	-	-	-	3630,4	4437,9	63,2	77,2	555,2	10156,0	5,4	99,2	52,2	17.733,5	0,3	99,7
2,5		13,4	13,4	1,2	1,2	1146,9	5584,8	19,9	97,1	40,5	10196,5	0,4	99,6	48,1	17.781,6	0,3	100
1,25		320,1	333,5	28,2	29,4	127,9	5712,7	2,3	99,4	12,0	10208,5	0,1	99,7		17.784		100
0,63		328,9	662,4	29,0	58,4	36,8	5749,5	0,6	100	29,5	10238,0	0,3	100		17.784		100
0,32		243,6	906,0	21,5	80,0	-	5749,5	-	100	-	10238,0	-	100		17.784		100
0,16		117,8	1.023,8	10,4	90,4	-	5749,5	-	100	-	10238,0	-	100		17.784		100
TOTAL				TOTAL	259,4	TOTAL		TOTAL	587,7	TOTAL		TOTAL	704	TOTAL		TOTAL	796
MOD. GRANULOMETRICO					2,59	MOD. GRANULOMETRICO			5,87	MOD. GRANULOMETRICO			7,04	MOD. GRANULOMETRICO			7,96

TIPO DE ROCA: PUZOLANA MACHAQUEO

PROCEDENCIA: ARGUINEGUIN- GC

LABORATORIO E.T.S.A.L.P.

FECHA DE ENSAYO: Feb.85

ENSAYO N° G-Puz/1

Artos gilgou fernandez
requilacta

GRANULOMETRIA

TAMIZ		ARIDO: ARENA PUZOLANICA				ARIDO:				ARIDO:				ARIDO:			
N°	PESO gr.	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %	PARCIAL gr.	ACUM.° gr.	PARCIAL %	ACUM.° %
80																	
40																	
20																	
10																	
5					0												
2,5					20												
1,25					42,1												
0,63					58,5												
0,32					72,6												
0,16					82,8												
TOTAL				TOTAL	276	TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
MOD. GRANULOMETRICO				276	MOD. GRANULOMETRICO			MOD. GRANULOMETRICO		MOD. GRANULOMETRICO		MOD. GRANULOMETRICO		MOD. GRANULOMETRICO		MOD. GRANULOMETRICO	

5.3.- PROGRAMACION Y REALIZACION DE LAS DOSIFICACIONES.

5.3.1. PROGRAMACION DE LAS DOSIFICACIONES.

Para cada una de las dosificaciones previstas se han realizado dos amasadas; la primera de ellas, de 50 ls, destinada a fabricar probetas cilíndricas de 15x30 cms., para su rotura a compresión simple a los 7, 28 y 90 días de edad, a saber:

- 2 probetas a 7 días
- 3 probetas a 28 días
- 2 probetas a 90 días

1 probeta para obtención de la densidad aparente seca, coeficiente de absorción y porosidad aparente.

La segunda amasada, de 70 ls, destinada a realizar 12 probetas cilíndricas de 15x30 cms, para su rotura, a 7, 28 y 90 días, a saber:

- 2 probetas a 7 días
- 2 probetas a 28 días
- 2 probetas a 90 días

Para ensayo de módulo de deformación.

- 2 probetas a 7 días
- 2 probetas a 28 días
- 2 probetas a 90 días

Para ensayo de tracción indirecta.

Para la primera amasada, se requiere un volumen de 42,4 ls de hormigón, por lo que se fabricó un volumen de 1,18 el necesario. Para la segunda amasada, se requiere un -

volumen de 63,61 ls de hormigón, por lo que se fabricó un volumen 1,10 veces el necesario. La Norma ASTM C 192-59/73, recomienda la fabricación de un volumen igual a 1,10 veces el preciso para la amasada.

5.3.2. REALIZACION DE LAS DOSIFICACIONES

El amasado del hormigón se verificó en amasadora planetaria (diapositiva nº 44).

La víspera de cada amasada definitiva o serie de amasadas, se realizaba amasada de prueba, de 25 ls, a fin de observar la trabajabilidad y consistencia logradas, -- realizándose, en su caso, las pertinentes correcciones. El acopio de áridos se verificó en la propia sala de trabajo, quedando con un contenido en humedad lo suficientemente bajo como para no proceder a correcciones de sus componentes por esta causa.

Foto 7x10
Diap. 44

nº 44. Amasadora.

Sandor Popovics (Univ. Auburn, Alabama, USA), en su ensayo "efectos del árido sobre ciertas propiedades del hormigón de cemento Portland", afirma que el efecto de la saturación del árido sobre el aumento de la resistencia es más pronunciado (10 a 15%), para relaciones a/c bajas, es decir, para resistencias altas. La humedad absorbida en las partículas del árido ayuda a la hidratación del cemento, actuando como agente interno de curado.

Los pesos

se midieron en balanza de 20 -
kg ((diapositiva número 45)).

No se procedió a la humectación
previa de los áridos basálticos
y fonolíticos, pero si de los -
piroclásticos y puzolánicos, da
do su elevado coeficiente de ab
sorción, que provocaba la inme
diata desecación de la mezcla.

Estos dos últimos tipos de ári
dos, por sus peculiares carac-

Foto 7x9
Diap. 45

terísticas, ofrecieron múltiples dificultades para conseguir -
una adecuada cohesión y trabajabilidad de las masas. La recomen
dación de Hughes (29) relativa a la previa saturación de los --
áridos, consiguiéndose un contenido de humedad superior al de -
superficie saturada y seca, conlleva unas posteriores correcio
nes del agua de amasado y de los pesos de áridos, obtenidas a
través del ensayo de contenido en humedad, que no conducirían a
masas cohesivas, por lo que se procedió a ensayar en repetidas
ocasiones distintas formas de humectación de los áridos (inmer
sión, riego, aspersion) que produjesen mezclas más cohesivas y
trabajables.

nº 45 Pesaje de Aridos

El índice de consistencia se midió mediante
el Cono de Abrams dispuesto sobre plancha metálica, siguiendo las

(29) Hughes, B.P. "Some Factors Affecting the Compressive Strength
of Concrete". Magazine of Concrete Research nº 60/1967. Vol 19

prescripciones de la Norma UNE 7103.

Las probetas, enmoldadas en moldes nuevos de acero, se llenaron siguiendo las prescripciones de la Norma UNE 7240, compactándose las tres tongadas mediante picado con barra y refileándose su cara superior mediante llana, tras la eliminación de las rebabas) (diapositiva nº 45).

Foto 9x13
Diap. 46'

nº 46. Confección de probetas cilíndricas.

Durante los ensayos, se tomaron datos de las temperaturas ambiente, del agua y de la sala, según consta en las hojillas de amasadas.

A las 24 horas de confeccionadas, se procedió al desenmoldado de probetas, que una vez numeradas, se introdujeron en la cámara húmeda para cumplir su período de curado.

Para la realización de las dosificaciones se ha partido de la unificación de tres aspectos:

- a) la cantidad de cemento.
- b) la consistencia.
- c) el método de dosificación.

5.3.2.1.- FIJACION DE LA CANTIDAD DE CEMENTO.

La cantidad de cemento se ha fijado en base a la ya dilatada experiencia que de los cementos con adiciones puzolánicas tipo PA-350 se posee en las islas, habiéndose consultado varias centrales de hormigonado, así como los datos provenientes de los ensayos previos realizados en el Centro Provincial INCE, sobre la cantidad de cemento usualmente empleado en la fabricación de hormigones estructurales que, en los casos de buenas condiciones de ejecución de obra arrojarían resistencias estimadas, comprobadas en diversos controles de calidad, aceptables frente a una resistencia especificada de 175 kg/cm².

Los datos aportados por las distintas fuentes oscilaban alrededor de los 320 Kg de cemento por m³, por lo que esta cantidad se ha tomado como premisa de partida para todas las dosificaciones. Igualmente, se ha constatado que, para cumplir una resistencia especificada de 200 kp/cm², se debería fijar una cantidad de cemento no menor de -- 340 kg/m³.

5. 3.2.2.- FIJACION DE LA CONSISTENCIA.

En segundo lugar, se acotan los descensos de Cono de Abrams dentro de 7 ± 1 cms, ya que nuestra experiencia local demuestra que, con estos descensos, se pueden obtener hormigones de excelente trabajabilidad, con la posibilidad de compactación tanto por picado con barra como por vibración, siendo, asimismo, eficaz para su impulsión por bombeo.

Este sistema de puesta en obra es de preferente empleo en nuestras ciudades y pueblos. Con ello, pues, primamos un factor fundamental apreciado en cualquier construcción: la trabajabilidad de la masa recién elaborada; de ella depende la cantidad de energía que se ha de invertir para colocar y compactar perfectamente el hormigón en su molde, e incluso el grado de eficacia de esta compactación, de tal modo que

es preferible un hormigón menos resistente por poseer una mayor cantidad de agua adecuada a una consistencia y trabajabilidad que propicie una fácil y completa compactación, a un - hormigón presumiblemente más resistente por poseer una consistencia seca o plástica, con menor trabajabilidad, y con grandes dificultades para su correcta compactación.

Así planteadas, las dosificaciones objeto del presente plan de ensayos no pretenden encauzarse por el camino de la optimización de cualidades resistentes, para lo que se requeriría realizar un estudio desvindulado de la problemática que la puesta en obra conlleva, sino de ofrecer una exhaustiva información sobre los hormigones susceptibles de empleo frecuente en la práctica, confeccionados con áridos de naturaleza volcánica.

5.4.- ENSAYOS DE COMPRESION SIMPLE.

Los ensayos de compresión simple, a las edades de 7,28 y 90 días se verificaron en la prensa universal de 60 Ton de capacidad del Laboratorio de la E.T.S.A.Las Palmas G.C. (diapositiva nº 47), siguiendo las prescripciones de la Norma - UNE 7242.

Se ha comprobado en tres ocasiones el tarado de la prensa mediante célula con indicador digital, no habiendose registrado variaciones entre las lecturas analógica y digital en estas ocasiones.

Una vez sacadas las probetas ci
líndricas de la cámara húmeda, se -
procede a su secado superficial, --
transcurriendo aproximadamente 6 ho
ras previo a su refrentado, el cual
se realiza mediante mortero de azu-
fre de dosificación:

- 62 partes de azufre
- 36 " " arena amarilla
- 2 " " negra de humo

Foto 7x9

Diap. 47

nº 47. Prensa 60 Ton.

Foto 7x10
" "

Diap. 49

Foto 7x10

"
2x11

Diap. 48

nº 48.

Dispositivo de refrentado

nº 49.

Probeta con refrentado a una cara

Se observó de forma continuada la regulación de la prensa en cuanto a velocidad de carga, manteniendo ésta dentro de los límites de 3 a 7 Kp/cm²/seg. prescritos por la Norma UNE7242, ya que un incremento imprevisto en la misma provocaría la anulación del ensayo por ocasionar lecturas de cargas de rotura superiores a las reales (diapositivas 50 y 51).

A continuación, se recogen en los resultados de ensayos a compresión simple, a las edades de 7,28 y 90 días, así como las formas de rotura observadas.

Foto 2x7

Diap. 50

nº 50. Puesta en carga de la Probeta

Foto 2x2

Diap 51

nº 51. Rotura de la probeta.

DOSIFICACION.

ARENA AMARILLA ...⁽¹⁾.....m₁ = 1,06
 ARENA MACHAQUEO...⁽²⁾.....m₂ = 4,13.....mt₂ = 2,11 (modificado)
 ARIDO 5-10m₃ = 5,68.....mt₃ = 2,98 (modificado)
 ARIDO 10-20m₄ = 6,76mt₄ = 3,95 (modificado)
 ARIDO 20-40 m₅ = 7,76 mt₅ = 4,99 (Bolomey).

Cantidad de Cemento: 320 kgs/m³; Consistencia Blanda: Agua=205 l

Porcentaje de Cemento: t₀ = 12,58 %;

$$t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = \dots\dots\dots = 100 \frac{7,76 - 4,99}{7,76 - 3,95} = 72,7\%$$

$$t_0 + t_1 + t_2 + t_3 = 72,7 \frac{6,76 - 3,95}{6,76 - 2,98} = 54,04\%; t_4 = 18,66\%;$$

$$t_0 + t_1 + t_2 = 54,04 \frac{5,68 - 2,98}{5,68 - 2,11} = 40,87\%; t_1 = 9,97\%;$$

$$t_2 = 18,32\%; t_5 = 27,30\%;$$

CEMENTO: 820 x 0,1258 = 103,15 ls ; x 3,10 = 320 kg.

ARENA 1: 229 kg. ARENA 2: 403 kg.

ARIDO 5-10: 289 kg. ARIDO 10-20: 410 kg. ARIDO 20-40: 600kg

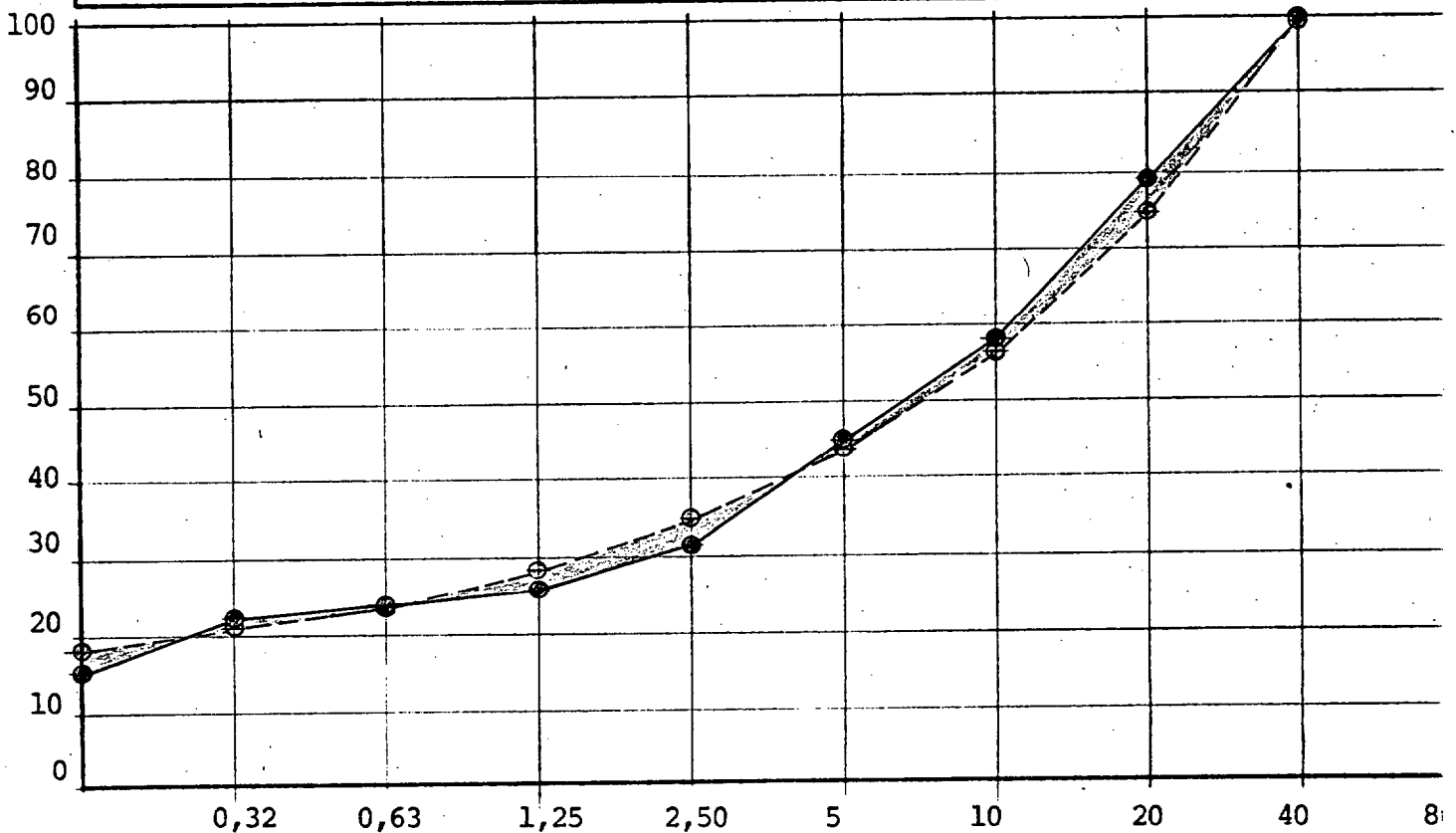
ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN. °
80	0
40	0,52
20	20,48
10	41,85
5	55,0
2,5	68,95
1,25	74,17
0,63	75,95
0,32	77,59
0,16	84,68

modulo granulométrico = 4,99

OBSERVACIONES

PESO ESPECIFICO OBTENIDO: 2.251 kg/m³



Arquitecto

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-LD. AMASADA N° : 1	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO:27/3/84
---	--

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	0,56	0,94	0,71	1,02	1,52

CEMENTO PA-350	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de mezcla obtenido: 51,599 ls. Incremento real mezcla:3,2% Peso medio probeta seca: 11,550 Kg Peso medio probeta saturada: 12,439" Absorcion: 7,88% $f_{c49}/f_{c48} = 0,65$ $f_{c48}/f_{c40} = 0,67$
	ISLAS-CESA 29.2.84	16,000	
ARENA	GANDO	11,450	
	ARICAN 0-5	20,150	
GRAVA	ARICAN 5-10	14,450	
	ARICAN 10-20	20,500	
	ARICAN 20-40	30,000	
AGUA	-	10,250	

Temperatura Agua: 20°C	Temperatura Sala: 21°C	Temperatura Hgón.: 21°C
------------------------	------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: deficiente, por gruesos DESCENSO CONO ABRAMS: 7 cms

Densidad Seca Media: 2,175 Kg/dm ³	Densidad Real : 2,652 Kg/dm ³
Porosidad aparente : 17%	Compacidad : 0,80
Porosidad Real : 18%	Módulo de saturación: 0,44

itecte

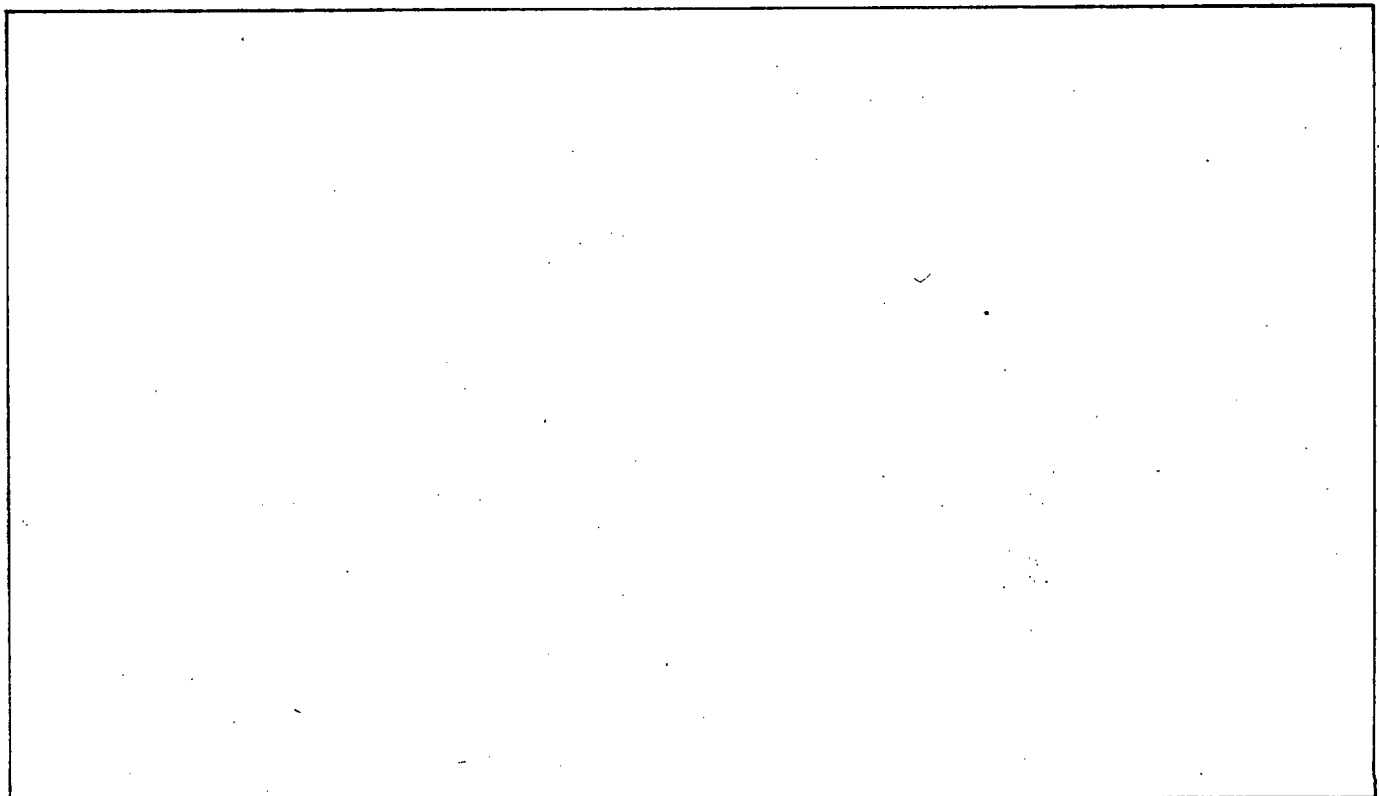
ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-1D AMASADA N° : 2 .	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 27/3/84
--	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 0,56	Arena 2 0,94	5-10 0,71	10-20 1,02	20-40 1,52
--------------------------	--------------	-----------------	-----------------	--------------	---------------	---------------

CEMENTO PA-350	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de mezcla obtenido: 51,424 ls Incremento real mezcla: 2,8% $f_{cu7} / f_{cu28} = 0,66$ $f_{cu28} / f_{cu90} = 0,77$
	ISLAS-CESA 29.2.84	16,000	
ARENA	GANDO	11,450	
	ARICAN 0-5	20,150	
GRAVA	ARICAN 5-10	14,450	
	ARICAN 10-20	20,500	
	ARICAN 20-40	30,000	
AGUA	-	10,250	

Temperatura Agua: 20°C	Temperatura Sala: 21°C	Temperatura Hgón.: 22 °C
------------------------	------------------------	--------------------------

TRABAJABILIDAD: deficiente por gruesos DESCENSO CONO ABRAMS: 7 cms



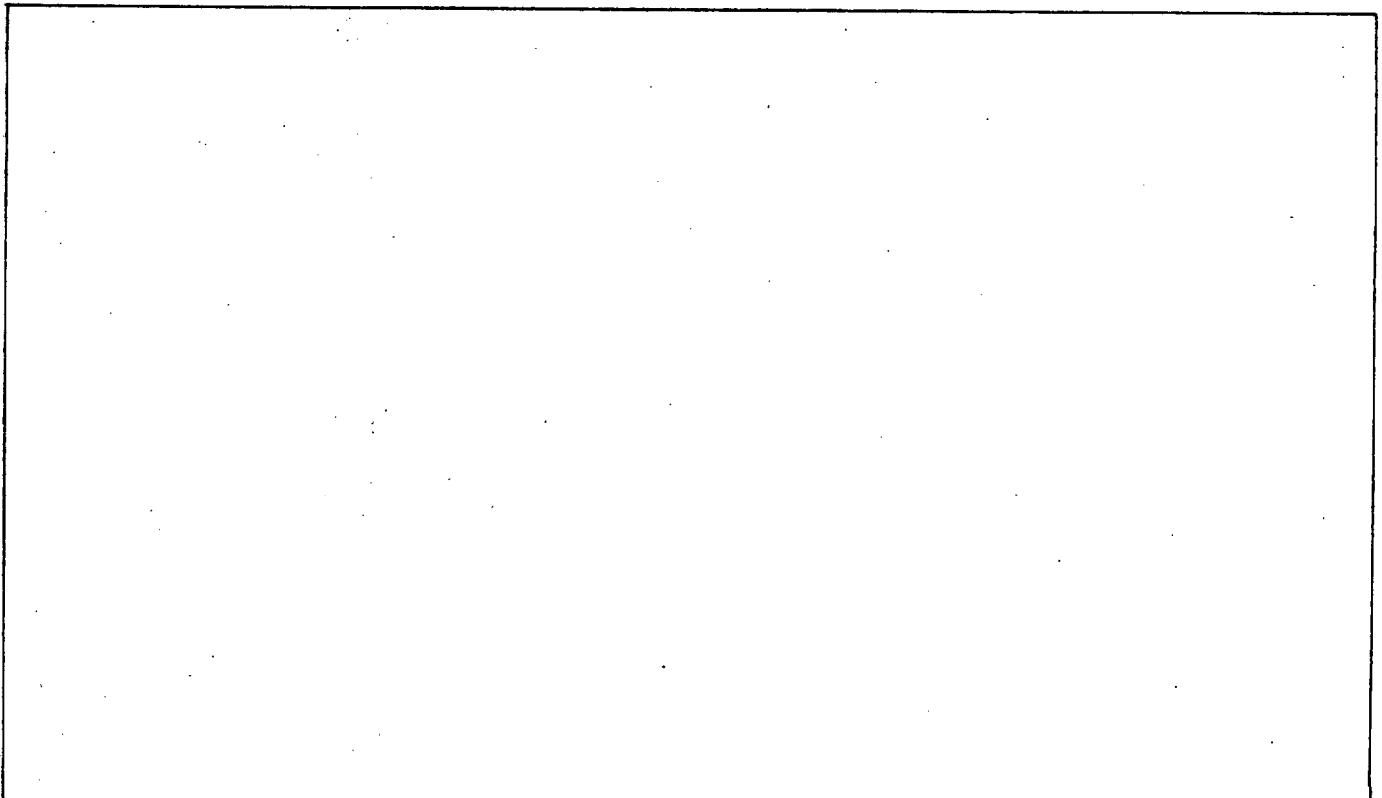
ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-1D AMASADA N° : 3	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 30/3/84
--	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 0,56	Arena 2 0,94	5-10 0,71	10-20 1,02	20-40 1,52
-----------------------------	--------------	-----------------	-----------------	--------------	---------------	---------------

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de mezcla obtenido: 51,779 ls. Incremento real mezcla: 3,53 $f_{cu+5} / f_{cu28} = 0,62$ $f_{cu28} / f_{cu90} = 0,78$
CEMENTO	ISLAS-CESA 29.2.84	16,000	
ARENA	GANDO	11,450	
	ARICAN 0-5	20,150	
GRAVA	ARICAN 5-10	14,450	
	ARICAN 10-20	20,500	
	ARICAN 20-40	30,000	
AGUA	-	10,250	

Temperatura Agua: 21°C	Temperatura Sala: 21°C	Temperatura Hgón.: 23°C
------------------------	------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 7 cms.
------------------------	------------------------------



uitecto

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-1D. AMASADA N° : 4	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 30/3/84
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 0,56	Arena 2 0,94	5-10 0,71	10-20 1,02	20-40 1,52
--------------------------	--------------	-----------------	-----------------	--------------	---------------	---------------

CEMENTO	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de mezcla obtenido: 51,599 ls. Incremento real mezcla: 3,2% $f_{cu\ 7} / f_{cu\ 28} = 0,68$ $f_{cu\ 28} / f_{cu\ 90} = 0,70$
	ISLAS-CESA 29.2.84	16,000	
ARENA	GANDO	11,450	
	ARICAN 0-5	20,150	
GRAVA	ARICAN 5-10	14,450	
	ARICAN 10-20	20,500	
	ARICAN 20-40	30,000	
AGUA	-	10,250	

Temperatura Agua: 21°C	Temperatura Sala: 21°C	Temperatura Hgón.: 24°C
------------------------	------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 7 cms.
------------------------	------------------------------

--

DOSIFICACION.

ARENA AMARILLA (1)m₁ = 1,06
 ARENA MACHAQUEO (2)m₂ = 3,07mt₂ = 2,11 (modificado)
 ARIDO 5-10m₃ = 5,68mt₃ = 2,98 (modificado)
 ARIDO 10-20m₄ = 6,76mt₄ = 3,95 (modificado)
 ARIDO 20-40m₅ = 7,76mt₅ = 4,99 (Bolomey)
 Cantidad de Cemento: 320 kgs/m³; Consistencia Blanda: Agua = 205 ls.

Porcentaje de Cemento: t₀ = 12,58%;
 $t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = \dots = 100 - \frac{7,76 - 4,99}{7,76 - 3,95} = 72,7\%$

$t_0 + t_1 + t_2 + t_3 = 72,7 - \frac{6,76 - 3,95}{6,76 - 2,98} = 54,04\%$; t₄ = 18,66 %;

$t_0 + t_1 + t_2 = 54,04 - \frac{5,68 - 2,98}{5,68 - 2,11} = 40,87\%$; t₃ = 13,17%;

$t_1 = \frac{40,87(3,07 - 2,11) - 12,58 \times 3,07}{3,07 - 1,06} = 0,3\%$; + 5% = 5,03 %;

t₂ = 28%; - 5% = 23%; t₅ = 27,30 %; Arena 1 = 116 kg;
 Arido 5-10 = 289 kg; Arido 10-20 = 410 kg; Arido 20-40 = 600 kg;

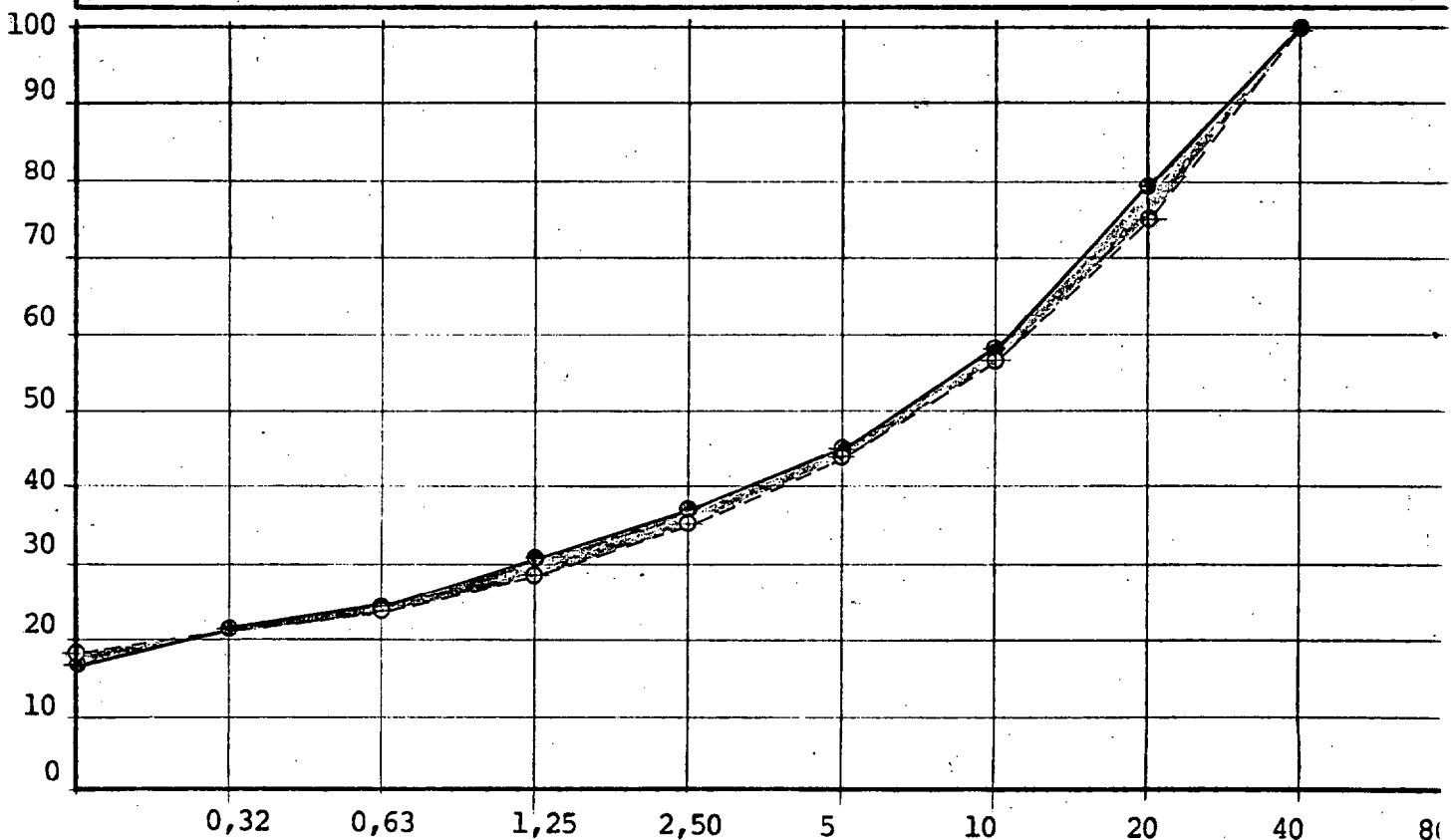
ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN. °
80	0
40	0,52
20	20,47
10	41,90
5	55,0
2,5	63,0
1,25	69,4
0,63	75,9
0,32	79,0
0,16	83,7

modulo granulométrico = 4,89

OBSERVACIONES PESO ESPECIFICO OBTENIDO: 2.240 kgs./m³

Las correcciones efectuadas en las arenas, a fin de conseguir una correcta trabajabilidad de la masa, originan un ligero descenso del módulo granulométrico de la mezcla (4,89 frente a 4,99 de Bolomey).



itacto

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ARTº67º-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-1D' AMASADA Nº : 1	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 12/6/84
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	0.29	1.18	0.71	1.02	1.52

CEMENTO PA-350	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de Mezcla obtenido: 51.425 Incremento Real Mezcla: 2,8% Peso Medio Probeta Seca: 11,515 Kg Peso Medio Probeta Saturada: 12,182" Absorción : 5,79% $f_{cm9}/f_{cm28} = 0,87$ $f_{cm28}/f_{cm90} = 0,80$
	ISLAS - CESA 5/6/84	16	
ARENA	GANDO	5,800	
	ARICÁN 0/5	25,250	
GRAVA	ARICÁN 5/10	14,450	
	10/20	20,500	
	20/40	30,000	
AGUA		10,250	

Temperatura Agua: 22°C	Temperatura Sala: 22°C	Temperatura Hgón.: 23°C
------------------------	------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 8 cm
------------------------	----------------------------

Densidad Seca Media: 2,172 Kg/dm³ Porosidad Aparente : 12,6%

DOSIFICACION.

ARENA de MACHAQUEO..... $m_1 = 4,13$

ARIDO 10-20..... $m_2 = 6,76$... m_2 (modificado)=3,95

ARIDO 20-40 $m_3 = 7,76$... m_3 (Bolomey) =4,99

Cantidad de Cemento: 320 kgs/m^3

Consistencia Blanda: Agua = 205 ls/m^3 .

Porcentaje de Cemento: $t_0 = 12,58\%$.

$$t_0 + t_1 + t_2 = 100 - \frac{7,76 - 4,99}{7,76 - 3,95} = 72,7\%; t_3 = 27,30 \%$$

$$t_1 = \frac{72,7(6,76 - 3,95) - 12,58 \times 6,76}{6,76 - 4,13} = 45,34\%; t_2 = 14,78 \%$$

CEMENTO: $820 \times 0,1258 = 103,15 \text{ ls}$; $\times 3,10 = 320 \text{ kg}$.

ARENA : $820 \times 0,4534 = 371,78 \text{ ls}$; $\times 2,68 = 996 \text{ kg}$.

10-20 : $820 \times 0,1478 = 121,19 \text{ ls}$; $\times 2,68 = 325 \text{ kg}$.

20-40 : $820 \times 0,2730 = 223,86 \text{ ls}$; $\times 2,68 = 600 \text{ kg}$.

ARIDO MEZCLA

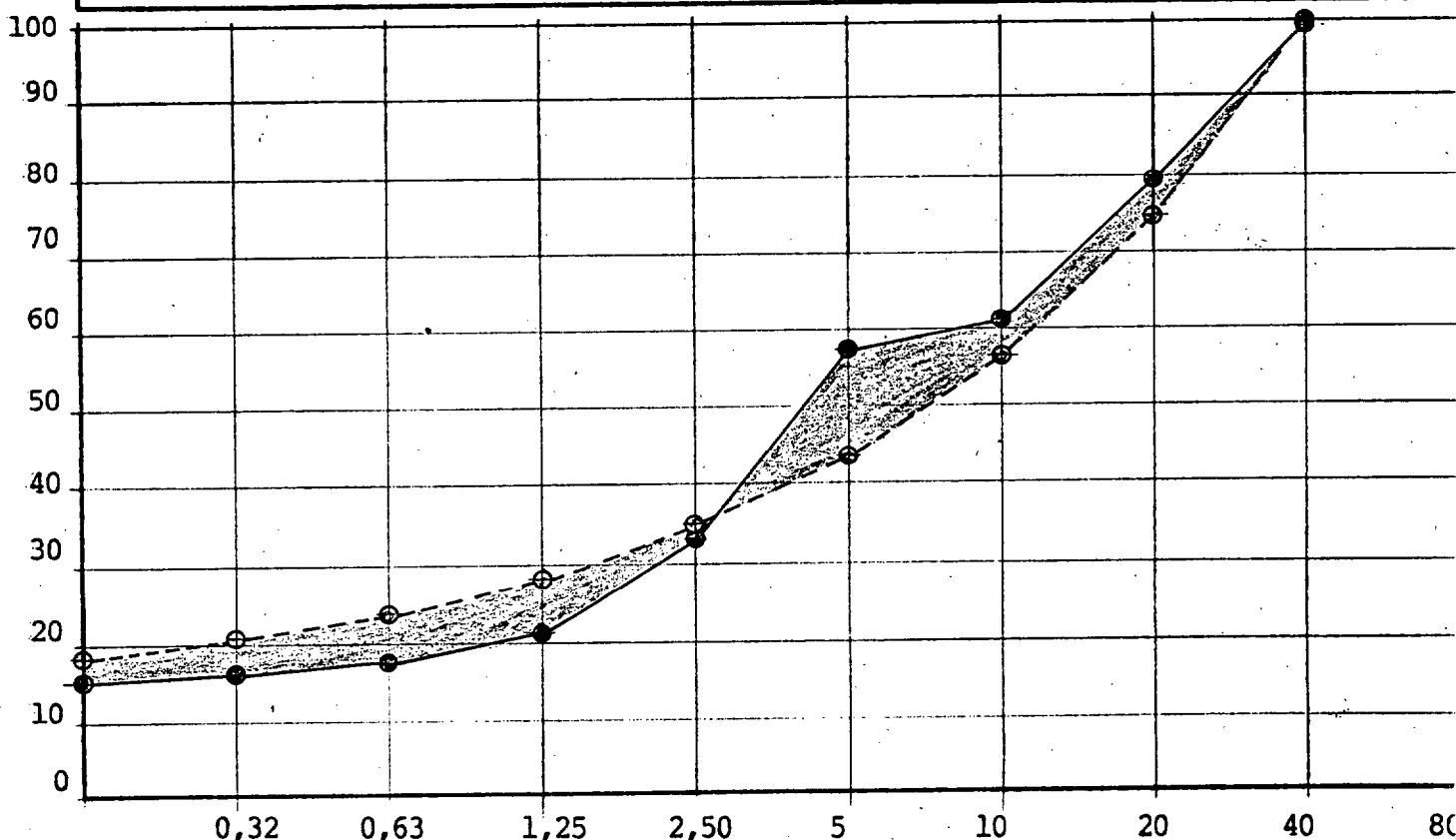
TAMIZ	% RETEN. °
80	0
40	0,52
20	20,47
10	38,60
5	42,40
2,5	67,18
1,25	78,93
0,63	82,43
0,32	83,73
0,16	84,82

modulo granulométrico = 4,99

OBSERVACIONES

PESO ESPECIFICO OBTENIDO : 2.241 kgs/m^3

En la curva de composición se aprecia defecto de retenciones entre tamices 5 y 10 mm, por haber prescindido de ésta fracción 5-10.



directe

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-2D AMASADA N° : 1	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 26/4/84
--	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	-	2,23	-	0,81	1,48

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de Mezcla obtenido: 51,689 ls Incremento Real Mezcla: 3,3% Peso Medio Probeta Seca: 11,125Kg Peso Medio Probeta Saturada: 12,045Kg Absorción: 8,26% $\frac{f_{cm9}}{f_{cm28}} = 0,62$ $\frac{f_{cm28}}{f_{cm90}} = 0,75$
CEMENTO PA-350	ISLAS - CESA 29-2-84	16,000	
ARENA	-	-	
	ARICAN 0/5	47,700	
GRAVA	-	-	
	ARICAN 10/20	16,400	
	ARICAN 20/40	29,250	
AGUA	-	11,250	

Temperatura Agua: 21°C	Temperatura Sala: 22°C	Temperatura Hgón.: 22°C
------------------------	------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 7 cms
------------------------	-----------------------------

Densidad Seca Media: 2,099 Kg/dm ³ Porosidad Aparente : 17,3%

itacte

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ARTº67º-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-2D AMASADA Nº : 2	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 26/4/84
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 -	Arena 2 2,23	5-10 -	10-20 0,81	20-40 1,48
--------------------------	--------------	--------------	-----------------	-----------	---------------	---------------

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de Mezcla Obtenido: 52, 129 ls Incremento Real Mezcla: 4'2% $\frac{f_{cm7}}{f_{cm28}} = 0,68$ $\frac{f_{cm28}}{f_{cm90}} = 0,70$
CEMENTO PA-350	ISLAS - CESA 29-2-84	16,000	
ARENA	-	-	
	ARICAN 0/5	49,900	
GRAVA	-	-	
	ARICAN 10/20	16,400	
	ARICAN 20/40	29,250	
AGUA	-	11,250	

Temperatura Agua: 22°C	Temperatura Sala: 22°C	Temperatura Hgón.:
------------------------	------------------------	--------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 7cms
------------------------	----------------------------

--

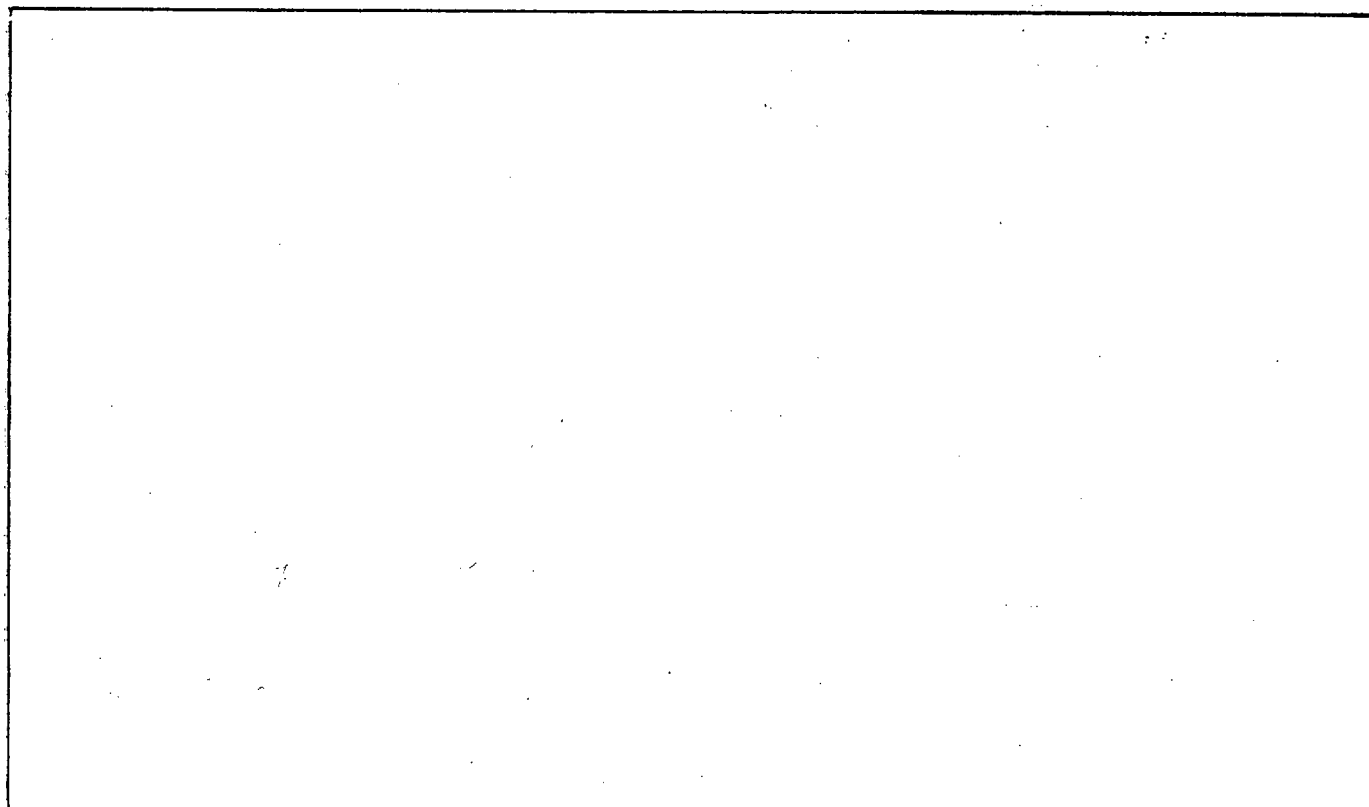
ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-2D AMASADA N° : 3	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 26/4/84
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 —	Arena 2 2,23	5-10 —	10-20 0,81	20-40 1,48
--------------------------	--------------	--------------	-----------------	-----------	---------------	---------------

CEMENTO PA-350	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de Mezcla Obtenido: 51,689 ls Incremento Real Mezcla: 3'3% $\frac{f_{cm7}}{f_{cm28}} = 0,63; \frac{f_{cm28}}{f_{cm90}} = 0,80$
	ISLAS - CESA 29-2-84	16,000	
ARENA	—	—	
	ARICAN 0/5	47,700	
GRAVA	—	—	
	ARICAN 10/20	16,400	
	ARICAN 20/40	29,250	
AGUA	—	11,250	

Temperatura Agua: 22°C	Temperatura Sala: 22°C	Temperatura Hgón.: 23°C
------------------------	------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 7 cms
------------------------	-----------------------------



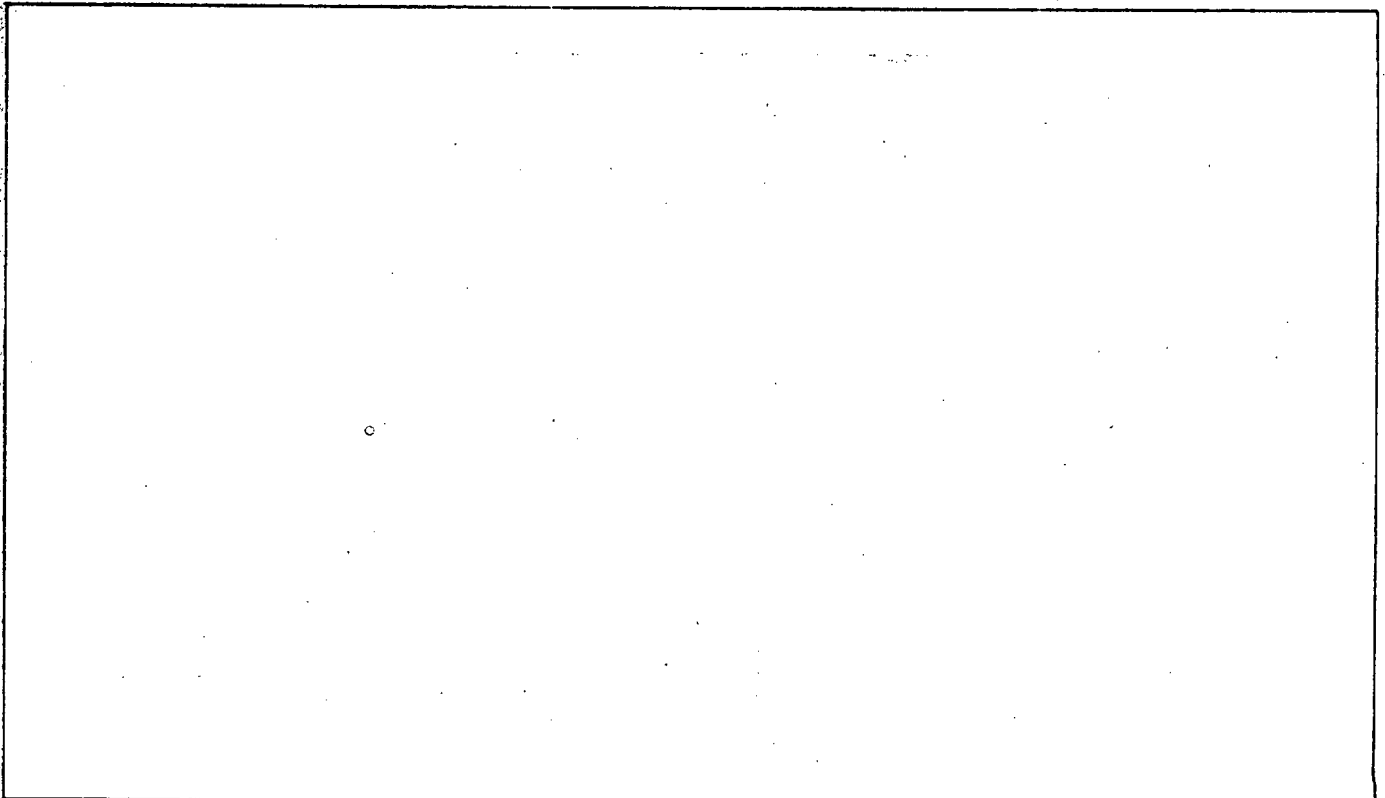
ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-2D AMASADA N° : 4	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 26/4/84
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 -	Arena 2 2,23	5-10 -	10-20 0,81	20-40 1,48
--------------------------	--------------	--------------	-----------------	-----------	---------------	---------------

CEMENTO PA-350	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de Mezcla Obtenido: 51,689 ls incremento Real Mezcla: 3,3% $\frac{f_{cm7}}{f_{cm28}} = 0,63; \frac{f_{cm28}}{f_{cm30}} = 0,78$
	ISLAS - CESA 29-2-84	16,000	
ARENA	-	-	
	ARICAN 0/5	47,700	
GRAVA	-	-	
	ARICAN 10/20	16,400	
	ARICAN 20/40	29,250	
AGUA	-	11,250	

Temperatura Agua: 21°C	Temperatura Sala: 22°C	Temperatura Hgón.: 23°C
------------------------	------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 8 cms
------------------------	-----------------------------



DOSIFICACION.

ARENA AMARILLA... $m_1 = 1,06$

ARIDO 5 - 10 ... $m_2 = 5,68$... mt_2 modificado = 2,98

ARIDO 10 - 20 ... $m_3 = 6,76$... mt_3 modificado = 3,95

ARIDO 20 - 40 ... $m_4 = 7,76$... mt_4 Bolomey = 4,99

Cantidad de Cemento: 320 kg/m^3 ; Consistencia Blanda : Agua=200l

Porcentaje de Cemento: $t_0 = 12,51 \%$

Volumen real de áridos + cemento = 825 ls.

$$t_0 + t_1 + t_2 + t_3 = 100 \frac{7,76 - 4,99}{7,76 - 3,95} = 72,9 \%; \quad t_4 = 27,10 \%;$$

$$t_0 + t_1 + t_2 = 72,9 \frac{6,76 - 3,95}{6,76 - 2,98} = 54,14 \%; \quad t_3 = 18,76 \%;$$

$$t_1 = \frac{54,14(5,68 - 2,98) - 12,51 \times 5,68}{5,68 - 1,06} = 16,26\%; \quad t_2 = 25,37 \%;$$

CEMENTO: $825 \times 0,1251 = 103,20 \text{ ls}$; $\times 3,10 = 320 \text{ kg}$.

ARENA 1: $825 \times 0,1626 = 134,14 \text{ ls}$; $\times 2,80 = 376 \text{ kg}$.

5-10 : $825 \times 0,2537 = 209,30 \text{ ls}$; $\times 2,68 = 561 \text{ kg}$.

10-20 : $825 \times 0,1876 = 154,77 \text{ ls}$; $\times 2,68 = 415 \text{ kg}$.

20-40 : $825 \times 0,2710 = 223,57 \text{ ls}$; $\times 2,68 = 599 \text{ kg}$.

ARIDO MEZCLA

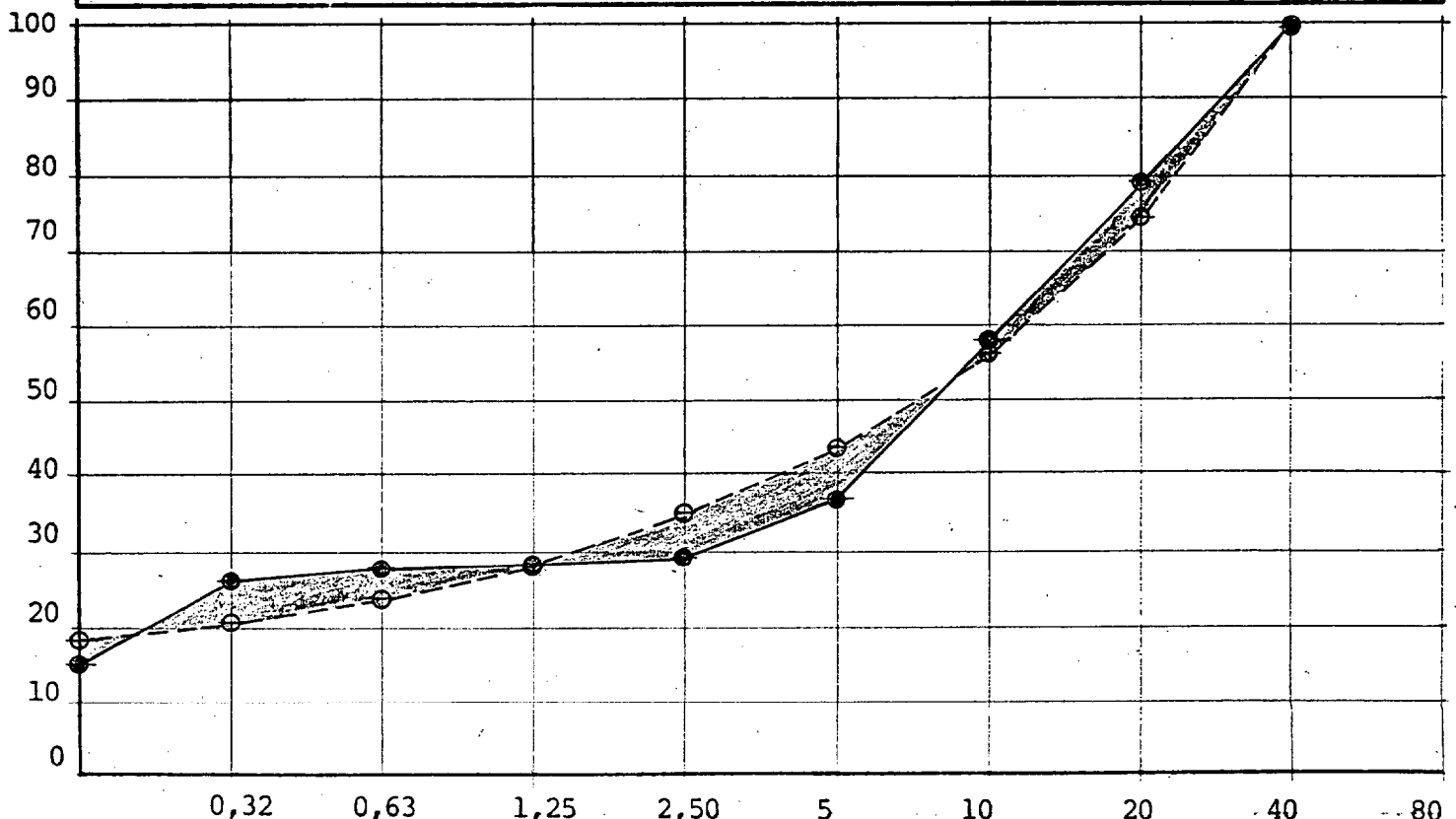
TAMIZ	% RETEN. °
80	0
40	0,51
20	20,32
10	41,94
5	63,24
2,5	70,64
1,25	71,41
0,63	72,07
0,32	73,85
0,16	84,69

modulo granulométrico = 4,99

OBSERVACIONES

Peso específico obtenido: 2.271 kg/m^3

En la amasada de prueba se apreció una notable indocilidad de la masa, así como un descenso propio de consistencia seca, por lo que se ha procedido a efectuar las correcciones reflejadas en pág.



DOSIFICACION.

ARENA AMARILLA..... $m_1 = 1,06$
 ARIDO 5-10 $m_2 = 5,68$... mt_2 modificado = 2,98
 ARIDO 10-20..... $m_3 = 6,76$... mt_3 modificado = 3,95
 ARIDO 20-40 $m_4 = 7,76$... mt_4 Bolomey = 4,99
 Cantidad de Cemento : 320 kg/m^3 ; Consistencia Blanda: Agua=210 ls
 Porcentaje de Cemento: $t_0=12,66\%$
 Volumen real de áridos + cemento =815 ls.

$t_1 = 16,00\%$; corrección : +5% = 21 % ; $t_2 = 25,48\%$;
 $t_3 = 18,76\%$; $t_4 =27,10\%$;corrección: -5% = 22,10% ;

CEMENTO: $815 \times 0,1266 = 103,17 \text{ ls}$; $\times 3,10 = 320 \text{ kgs}$.
 ARENA : $815 \times 0,21 = 171,15 \text{ ls}$; $\times 2,80 = 479 \text{ kgs}$.
 5-10 : $815 \times 0,2548 = 207,66 \text{ ls}$; $\times 2,68 = 556 \text{ kgs}$.
 10-20 : $815 \times 0,1876 = 152,89 \text{ ls}$; $\times 2,68 = 410 \text{ kgs}$.
 20-40 : $815 \times 0,2210 = 180,11 \text{ ls}$; $\times 2,68 = 483 \text{ kgs}$.

"Las correcciones efectuadas, si bien han ocasionado una gráfica en la que se aprecia una deficiencia de retenciones, han mejorado la docilidad para la consistencia prevista.

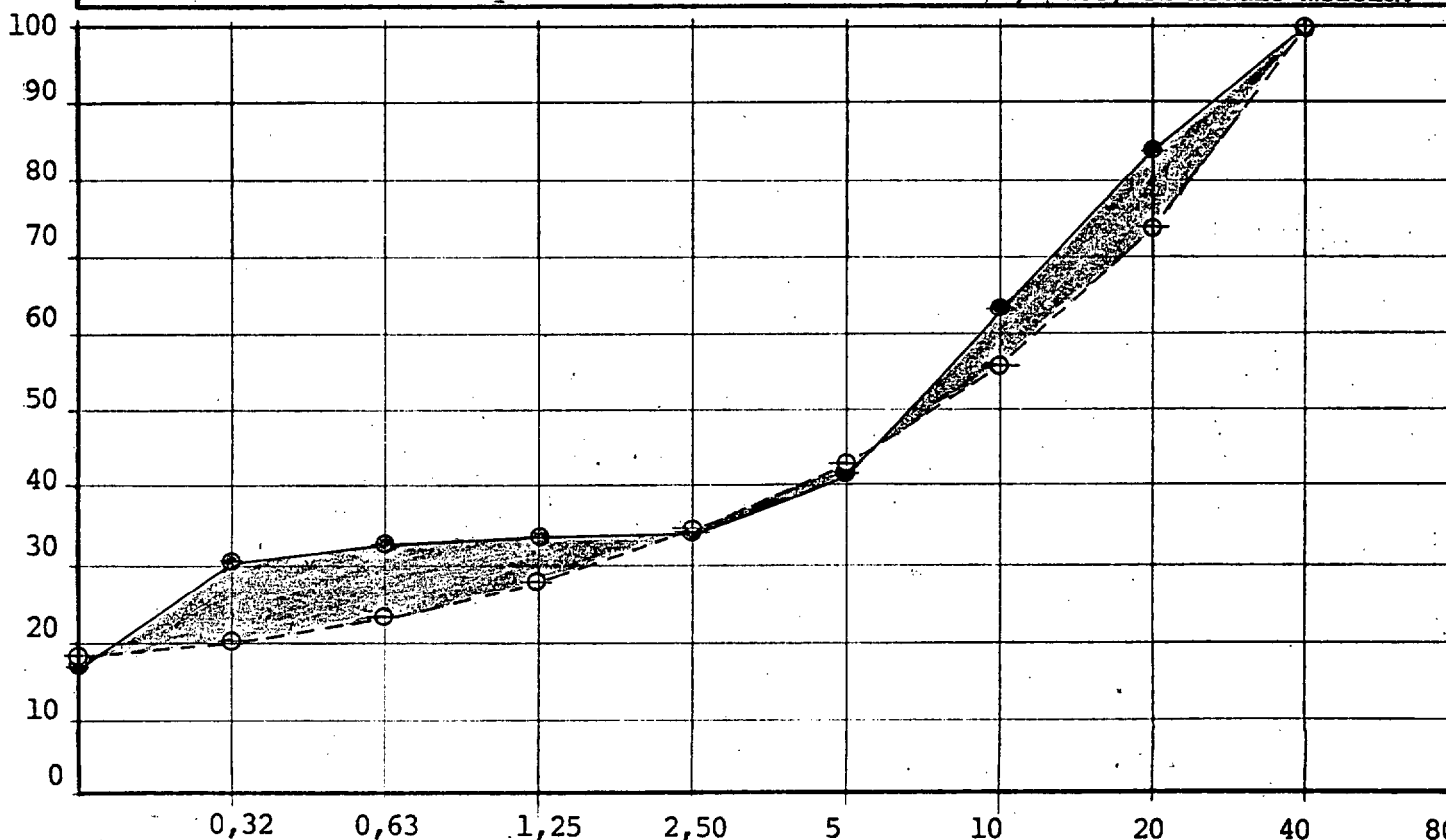
ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN. °
80	0
40	0,42
20	16,5
10	36,98
5	58,32
2,5	65,75
1,25	66,52
0,63	67,43
0,32	69,72
0,16	83,73

modulo granulométrico = 4,65

OBSERVACIONES

Se ha adoptado una relación A/C=0,65. En la amasada de prueba se detectó una deficiente trabajabilidad, debida al mayor tamaño, 20-40, por lo que se efectuó la corrección consistente en reducir un 5% dicho tamaño y añadirlo a la arena. Disminuye, pues, el módulo mezcla.



ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82.

METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242.

DOSIFICACION : A-3D' AMASADA N° : 1

LABORATORIO E.T.S.A.L.P.

FECHA ENSAYO: 11/4/84

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	1,18	—	1,38	1,02	1,22

CEMENTO PA-350	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de Mezcla Obtenido: 51,599 ls Incremento Real Mezcla : 3,2% Peso Medio Probeta Seca: 11,635 kg Peso Medio Probeta Saturada: 12,431" Absorción : 6,84% $\frac{f_{cm7}}{f_{cm28}} = 0,94$; $\frac{f_{cm28}}{f_{cm90}} = 0,75$
	ISLAS - CESA 29-2-84	16,000	
ARENA	GANDO	23,950	
	—	—	
GRAVA	ARICAN 5/10	27,800	
	ARICAN 10/20	20,500	
	ARICAN 20/40	24,150	
AGUA		10,500	

Temperatura Agua: 22°C	Temperatura Sala: 22°C	Temperatura Hgón.: 23°C
------------------------	------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL DESCENSO CONO ABRAMS: 7 cms

Densidad Seca/Mezcla = 2,194 kg/dm³

Porosidad Aparente = 15%

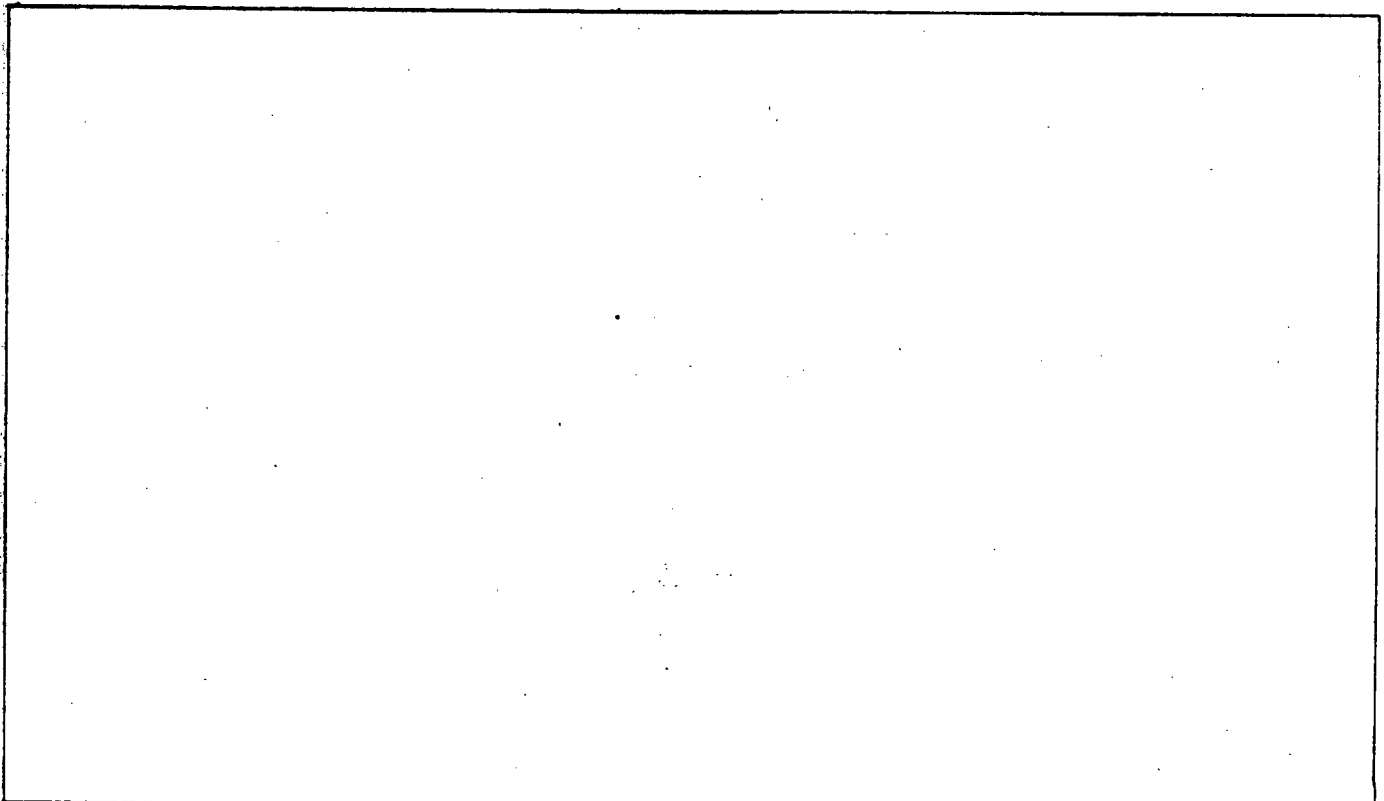
ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-3D' AMASADA N° : 2	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 11/4/84
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	1,18	-	1,38	1,02	1,22

CEMENTO PA-350	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de Mezcla Obtenido: 51,599 ls Incremento Real Mezcla: 3,2% $\frac{f_{cm7}}{f_{cm28}} = 0,94$; $\frac{f_{cm28}}{f_{cm30}} = 0,81$
	ISLAS - LEGA 29-2-84	16,000	
ARENA	GANDO	23,950	
	-	-	
GRAVA	ARICAN 5/10	27,800	
	ARICAN 10/20	20,500	
	ARICAN 20/40	24,150	
AGUA		10,500	

Temperatura Agua: 22°C	Temperatura Sala: 22°C	Temperatura Hgón.: 24°C
------------------------	------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 8 cms
------------------------	-----------------------------



ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-3D' AMASADA N° : 3	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 24/4/84
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	1.18	—	1.38	1.02	1.22

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de Mezcla Obtenido: 51,424 ls Incremento Real Mezcla: 2,8% $\frac{f_{cm7}}{f_{cm28}} = 0,69 ; \frac{f_{cm28}}{f_{cm90}} = 0,85$
	CEMENTO PA-350	ISLAS - CESA 29-2-84	
ARENA	GANDO	23,950	
	—	—	
GRAVA	ARICAN 5/10	27,800	
	ARICAN 10/20	20,500	
	ARICAN 20/40	24,150	
AGUA		10.500	

Temperatura Agua: 22°C	Temperatura Sala: 22°C	Temperatura Hgón.: 23°C
------------------------	------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 8 cms
------------------------	-----------------------------

--

ultecto

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-3D' AMASADA N° : 4	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 24/4/84
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento i	Arena 1 1,18	Arena 2 -	5-10 1,38	10-20 1,02	20-40 1,22
--------------------------	--------------	-----------------	--------------	--------------	---------------	---------------

CEMENTO PA-350	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de Mezcla Obtenido: 51,414 ls Incremento Real Mezcla: 2,8% $\frac{f_{cm7}}{f_{cm28}} = 0,72$; $\frac{f_{cm28}}{f_{cm90}} = 0,79$
	ISLAS - CESA 29-2-84	16,000	
ARENA	GANDO	23,950	
	-	-	
GRAVA	ARICAN 5/10	27,800	
	ARICAN 10/20	20,500	
	ARICAN 20/40	24,150	
AGUA		10,500	

Temperatura Agua: 21°C	Temperatura Sala: 23°C	Temperatura Hgón.: 23°C
------------------------	------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: BUENA	DESCENSO CONO ABRAMS: 7 cms
-----------------------	-----------------------------

--

arquitecto

DOSIFICACION.

ARENA AMARILLA.... $m_1 = 1,06$
 ARENA MACHAQUEO... $m_2 = 4,13$ mt_2 modificado = 2,31
 ARIDO 5-10 $m_3 = 5,68$ mt_3 modificado = 3,20
 ARIDO 10-20..... $m_4 = 6,76$ mt_4 Bolomey. = 4,17

Cantidad de Cemento : 320 kgs/m^3
 Consistencia Blanda : Agua = 225 ls
 Porcentaje de cemento: $t_0 = 12,9\%$
 Volumen real de áridos + cemento : 800 ls.

$$t_0 + t_1 + t_2 + t_3 = 100 - \frac{6,76 - 4,17}{6,76 - 3,20} = 72,70 \% ; t_4 = 27,30 \% ;$$

$$t_0 + t_1 + t_2 = 72,7 - \frac{5,68 - 3,20}{5,68 - 2,31} = 53,50 \%$$

$$t_1 = \frac{53,50 \times 1,82 - 53,28}{3,07} = 14,36\% ; t_2 = 26,24\% ; t_3 = 19,20 \% ;$$

CEMENTO: $800 \times 0,129 = 103,20 \text{ ls} ; \times 3,10 = 320 \text{ kg.}$
 ARENA 1: $800 \times 0,1436 = 114,88 \text{ ls} ; \times 2,80 = 322 \text{ kg.}$
 ARENA 2: $800 \times 0,2624 = 209,92 \text{ ls} ; \times 2,68 = 563 \text{ kg.}$
 5-10 : $800 \times 0,1920 = 153,60 \text{ ls} ; \times 2,68 = 412 \text{ kg.}$
 10-20 : $800 \times 0,2730 = 218,40 \text{ ls} ; \times 2,68 = 585 \text{ kg.}$

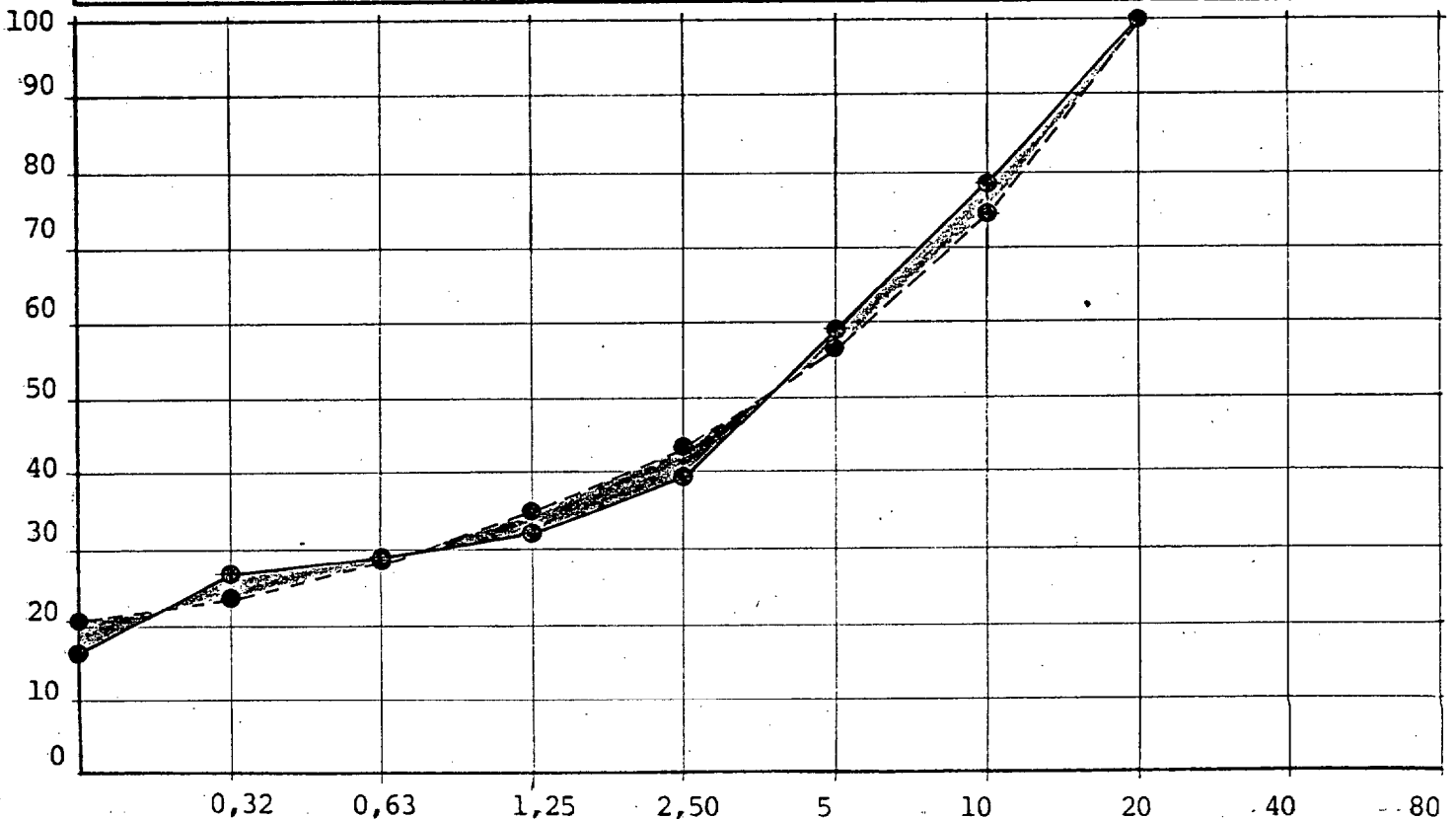
ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN.°
80	0
40	0
20	0
10	21,40
5	40,62
2,5	60,57
1,25	68,04
0,63	70,60
0,32	72,95
0,16	83,16

modulo granulométrico = 4,17

OBSERVACIONES

Peso específico obtenido : $2,202 \text{ kg/m}^3$



ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-4D. AMASADA N° :1	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 5/3/84
--	--

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	0,8	1,31	1,02	1,45	-

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de mezcla obtenido: 51,599 ls. Incremento real mezcla: 3,2% Peso Medio Probeta Secca: 11,178 Kg Peso Medio Probeta Saturada: 12,303" Absorción: 10,06% $f_{ca}/f_{ca28} = 0,69$ $f_{ca28}/f_{ca30} = 0,74$
CEMENTO PA-350	ISLAS-CESA 18.1.84	16,000	
	GANDO	14,785	
ARENA	ARICAN 0-5	27,265	
	ARICAN 5-10	19,805	
GRAVA	ARICAN 10-20	32,225	
AGUA		11,250	

Temperatura Agua: 20°C	Temperatura Sala: 21 °C	Temperatura Hgón.: -
------------------------	-------------------------	----------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 6 cms.
------------------------	------------------------------

Densidad Secca Media: 2,108 Kg/m³
 Fondeidad Agazante : 21,2%

quitecto

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-4D AMASADA N° : 2	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 27/2/84
--	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 0,8	Arena 2 1,31	5-10 1,02	10-20 1,45	20-40 -
--------------------------	--------------	----------------	-----------------	--------------	---------------	------------

	PROCEDENCIA	KGS/68 ls.	Volumen de mezcla obtenido: 67,153 ls Incremento real mezcla: 3,3% $f_{cu27}/f_{cu28} = 0,61$ $f_{cu28}/f_{cu30} = 0,80$
CEMENTO PA-350	ISLAS- CESA 18.1.84	20,956	
ARENA	GANDO	19,221	
	ARICAN 0-5	35,445	
GRAVA	ARICAN 5-10	25,747	
	ARICAN 10-20	41,893	
	-	-	
AGUA	-	14,625	

Temperatura Agua: 19°C	Temperatura Sala: 19 °C	Temperatura Hgón.: -
------------------------	-------------------------	----------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 8 cms
------------------------	-----------------------------

--

arquitecto

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-4D AMASADA N° : 3	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 27/2/84
--	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 0,8	Arena 2 1,31	5-10 1,02	10-20 1,45	20-40 -
--------------------------	--------------	----------------	-----------------	--------------	---------------	------------

	PROCEDENCIA	KGS/85 ls.	Volumen de mezcla obtenido: 67,238 ls. Incremento real mezcla: 3,4% $f_{cu7} / f_{cu28} = 0,60$ $f_{cu28} / f_{cu90} = 0,85$
CEMENTO PA-350	ISLAS- CESA 18.1.84	20,956	
	GANDO	19,221	
ARENA	ARICAN 0-5	35,445	
	ARICAN 5-10	25,747	
GRAVA	ARICAN 10-20	41,893	
	-	-	
AGUA	-	14,625	

Temperatura Agua: 19°C	Temperatura Sala: 19°C	Temperatura Hgón.:
------------------------	------------------------	--------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 8 cms.
------------------------	------------------------------

--

arquitecto

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-4D AMASADA N° : 4	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 21/2/84
--	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 0,8	Arena 2 1,31	5-10 1,02	10-20 1,45	20-40 -
--------------------------	--------------	----------------	-----------------	--------------	---------------	------------

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de mezcla obtenido: 52,044 ls. Incremento real mezcla: 4,0% $f_{cu7}/f_{cu28} = 0,61$ $f_{cu28}/f_{cu90} = 0,89$
CEMENTO PA-350	ISLAS-CESA 18.1.84	16,000	
	GANDO	14,785	
ARENA	ARICAN 0-5	27,265	
	ARICAN 5-10	19,805	
GRAVA	ARICAN 10-20	32,225	
	-	-	
	AGUA	-	
		11,250	

Temperatura Agua: 20 °C	Temperatura Sala: 20 °C	Temperatura Hgón.: -
-------------------------	-------------------------	----------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 7 cms.
------------------------	------------------------------

--

DOSIFICACION.

ARENA AMARILLA..... $m_1 = 1,06$
 ARENA MACHAQUEO..... $m_2 = 3,07$ $mt_2 = 2,31$
 ARIDO 5-10..... $m_3 = 5,68$ $mt_3 = 3,20$
 ARIDO 10-20 $m_4 = 6,76$ $mt_4 = 4,17$
 Cantidad de Cemento: 320 kgs/m^3 ; Consistencia Blanda: Agua=230ls
 Porcentaje de Cemento: 12,98%;
 Volumen real de áridos + cemento: 795 ls.;
 $t_0 + t_1 + t_2 + t_3 = 72,7 \%$; $t_4 = 27,30 \%$;
 $t_0 + t_1 + t_2 = 53,50 \%$; $t_3 = 19,20 \%$;

$$t_1 = \frac{53,5 \times 0,76 - 12,98 \times 3,07}{3,07 - 1,06} = 0,53 \%$$
; $+ 8 = 8,53\%$; $t_2 = 31,99\%$;
 CEMENTO: $795 \times 0,1298 = 103,19 \text{ ls}$; $\times 3,10 = 320 \text{ kg}$.
 ARENA 1: $795 \times 0,0853 = 67,81 \text{ ls}$; $\times 2,80 = 190 \text{ kg}$.
 ARENA 2: $795 \times 0,3199 = 254,3 \text{ ls}$; $\times 2,68 = 682 \text{ kg}$.
 5-10 : $795 \times 0,1920 = 152,64 \text{ ls}$; $\times 2,68 = 409 \text{ kg}$.
 10-20 : $795 \times 0,2730 = 217,03 \text{ ls}$; $\times 2,68 = 582 \text{ kg}$.

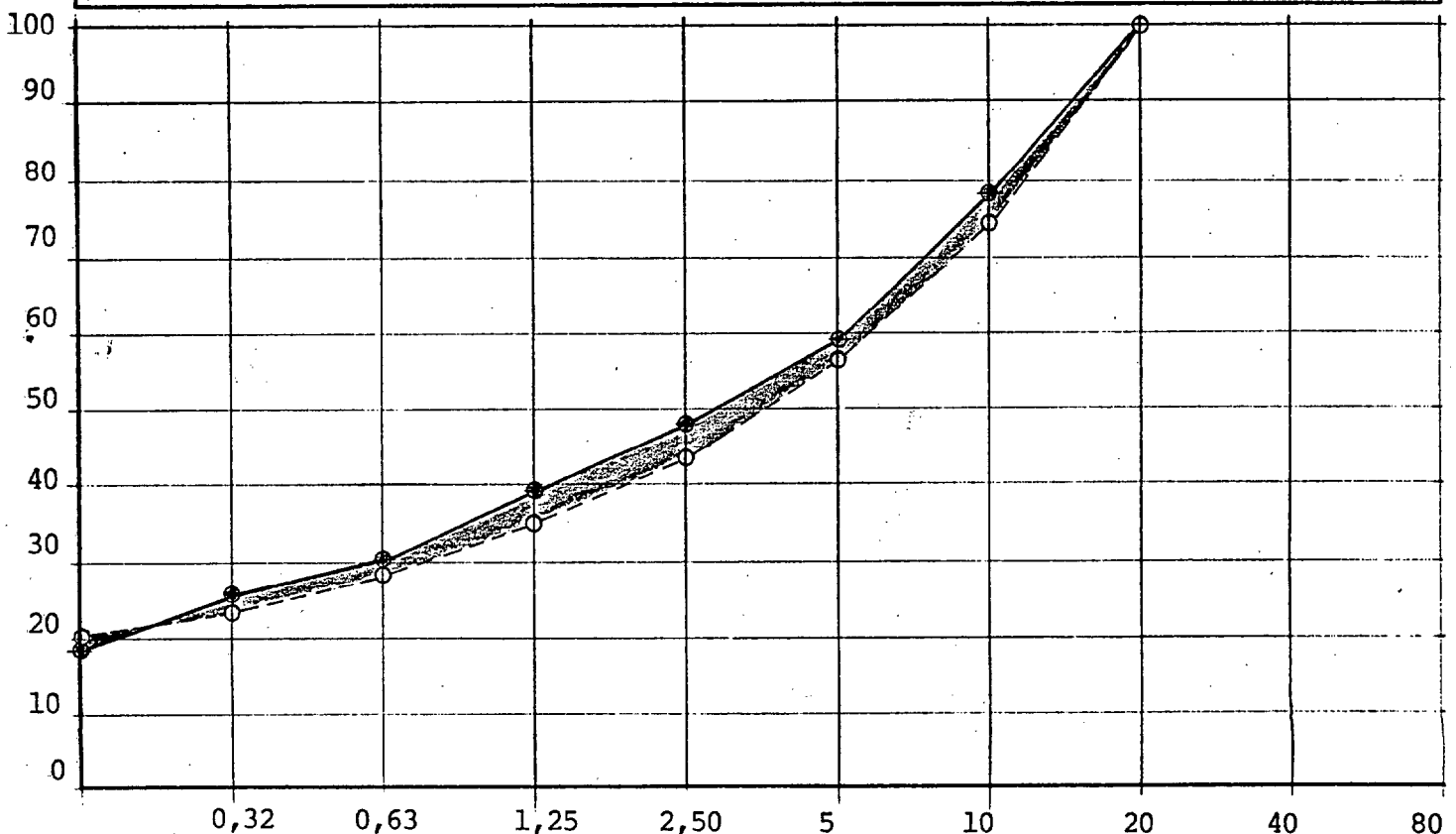
ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN. °
80	-
40	-
20	-
10	21,40
5	40,48
2,5	51,90
1,25	60,74
0,63	69,84
0,32	74,36
0,16	81,94

modulo granulométrico = 4,01

OBSERVACIONES : Peso específico obtenido: 2.183 kg/m^3 .

Al objeto de conseguir una docilidad y trabajabilidad adecuadas, se corrigieron los porcentajes de las arenas, por lo que se produce una disminución del módulo granulométrico del árido mezcla, lo que se aprecia en la gráfica adjunta.



ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-4D AMASADA N° : 1	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 22/6/84
--	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 0.47	Arena 2 1.59	5-10 1.02	10-20 1.45	20-40 —
-----------------------------	--------------	-----------------	-----------------	--------------	---------------	------------

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen Mezcla Obtenido: 51,778 ls Incremento Real Mezcla: 3.5% Peso Medio Probeta Seca: 11,198 Kg Peso Medio Probeta Saturada: 12,275" Absorción: 9.62% $f_{cu7}/f_{cu28} = 0.61$ $f_{cu28}/f_{cu90} = 0.83$
CEMENTO PA-350	ISLAS - CESA 5-6-84	16,000	
	ARENAS	9,500	
GRAVA	ARICAN 0/5	34,100	
	ARICAN 5/10	20,450	
	ARICAN 10/20	29,100	
AGUA		11,500	

Temperatura Agua: 22°C	Temperatura Sala: 23°C	Temperatura Hgón.: 23°C
------------------------	------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: BUENA	DESCENSO CONO ABRAMS: 6 cms
-----------------------	-----------------------------

Densidad Seca/Media = 2,109 Kg/dm ³ Porosidad Aparente = 20%
--

DOSIFICACION.

ARENA DE MACHAQUEOm₁ = 3,07
 ARIDO 5-10..... m₂ = 5,68...mt₂(mod.) = 3,20
 ARIDO 10-20 m₃ = 6,76...mt₃(Bolomey) = 4,17

Cantidad de Cemento: 320 kgs.;

Consistencia Blanda: Agua=250 ls/m³

Porcentaje de Cemento: t₀=13,3%;

$$t_0 + t_1 + t_2 = 100 \frac{6,76-4,17}{6,76-3,20} = 72,8\%; t_3 = 27,2\%;$$

$$t_1 = \frac{180,5 - 75,54}{2,61} = 40,2\%; t_2 = 72,8 - 13,3 - 40,2 = 19,3\%;$$

CEMENTO: 775 x 0,133 = 103,07 ls ; x 3,10 = 320 kgs.

ARENA : 775 x 0,402 = 311,55 ls ; x 2,68 = 835 kgs.

5-10 : 775 x 0,193 = 149,57 ls; x 2,68 = 401 kgs.

10-20 : 775 x 0,272 = 210,80 ls; x 2,68 = 565 kgs.

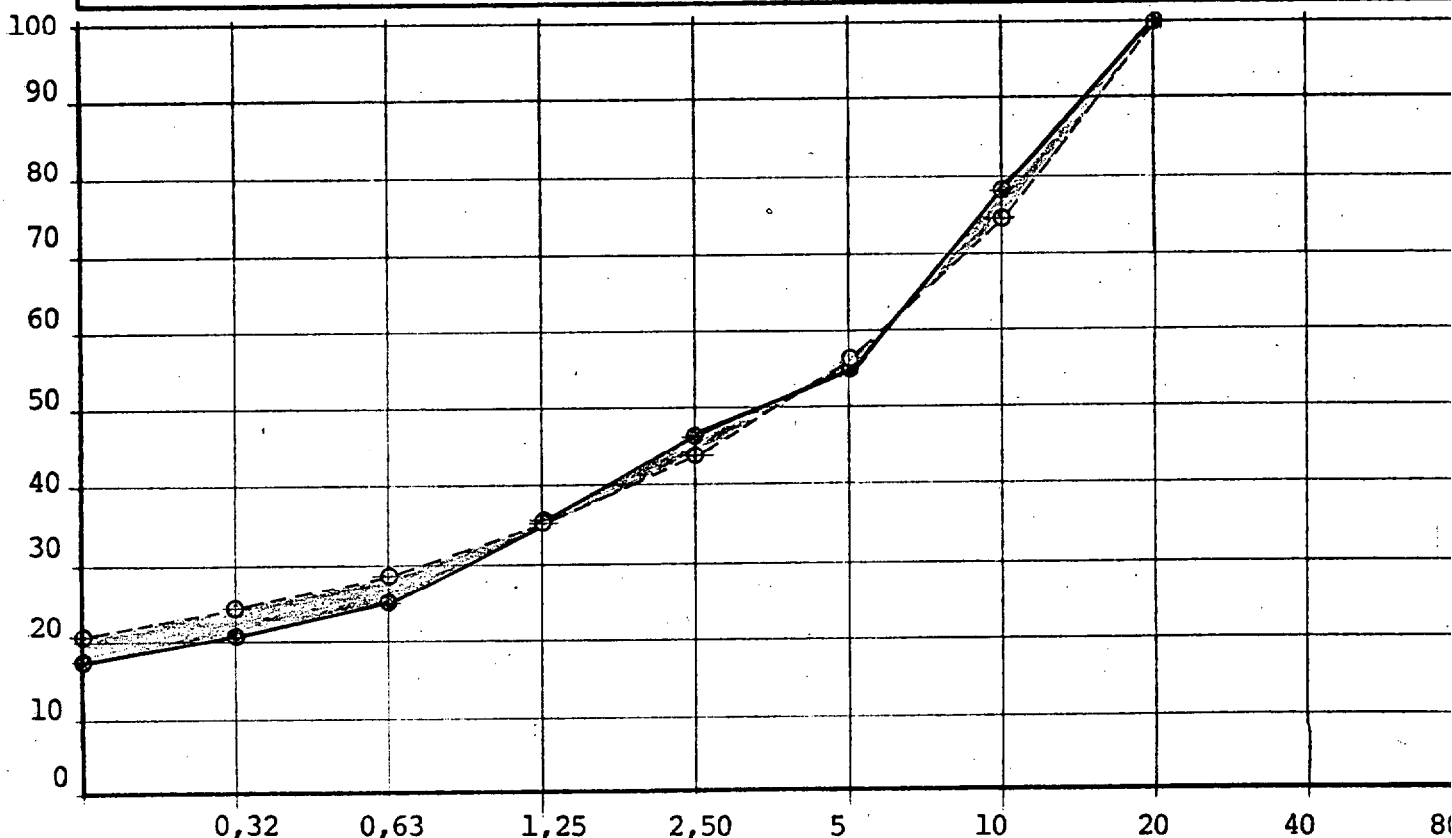
ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN.°
80	0
40	0
20	0
10	21,33
5	40,47
2,5	53,40
1,25	64,23
0,63	75,32
0,32	79,80
0,16	82,16

modulo granulométrico = 4,17

OBSERVACIONES

PESO ESPECIFICO OBTENIDO: 2.121 kgs./m³



ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-5C ¹ AMASADA N° : 1	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 7/6/84
---	--

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 —	Arena 2 1,95	5-10 0,99	10-20 1,40	20-40 —
--------------------------	--------------	--------------	-----------------	--------------	---------------	------------

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de Mezcla Obtenido: 51,630 ls Incremento Real de la Mezcla: 3,3% Peso Medio Probeta Seca: 10,805 kg Peso Medio Probeta Saturada: 11,790 kg Absorción: 9,11% $f_{cm27} / f_{cm28} = 0,58$; $f_{cm28} / f_{cm30} = 0,30$
CEMENTO	ISLAS - CESA 5-6-84	16,000	
ARENA	—		
	ARICAN 0/5	41,730	
GRAVA	ARICAN 5/10	20,045	
	ARICAN 10/20	28,245	
AGUA		12,500	

Temperatura Agua: 21°C	Temperatura Sala: 21°C	Temperatura Hgón.: 22°C
------------------------	------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: REGULAR	DESCENSO CONO ABRAMS: 8 cm
-------------------------	----------------------------

Densidad Seca Media : 2,038 Kg/dm ³ Porosidad Aparente : 18,5%
--

arquitecto

DOSIFICACION.

ARENA AMARILLA... $m_1 = 1,06$

ARIDO 5-10..... $m_2 = 5,68$... m_2 modificado =3,20

ARIDO 10-20..... $m_3 = 6,76$... m_3 Bolomey =4,17

Cantidad de Cemento:320 kgs / m^3

Consistencia Blanda: Agua = 225 ls.

Porcentaje de cemento: $t_0 = 12,9\%$

Volumen real de áridos + cemento= 800 ls.

$$t_0 + t_1 + t_2 = 100 \quad \frac{6,76 - 4,17}{6,76 - 3,20} = 72,7\%$$

$$t_1 = \frac{180,29 - 73,27}{4,62} = 23,16\%$$

$$t_2 = 36,64\% \quad ; \quad t_3 = 27,30\%$$

CEMENTO: $800 \times 0,129 = 103,22$ ls; $\times 3,10 = 320$ kg.

ARENA : $800 \times 0,2316 = 185,28$ ls; $\times 2,80 = 519$ kg.

5-10 : $800 \times 0,3664 = 293,12$ ls; $\times 2,68 = 785$ kg.

10-20 : $800 \times 0,2730 = 218,40$ ls; $\times 2,68 = 585$ kg.

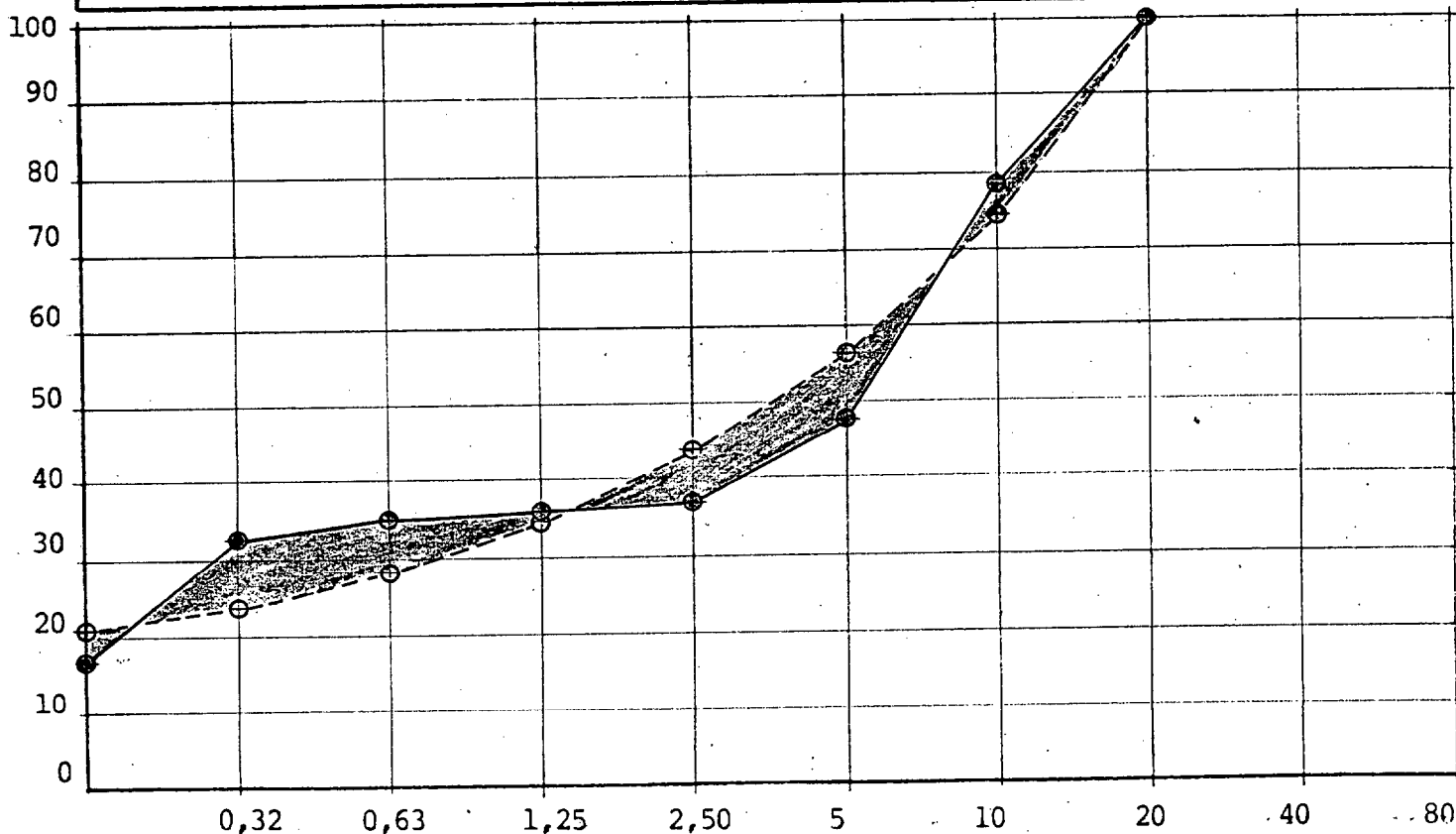
ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN.°
80	0
40	0
20	0
10	21,73
5	52,41
2,5	63,09
1,25	64,20
0,63	65,14
0,32	67,66
0,16	83,11

modulo granulométrico = 4,17

OBSERVACIONES

Peso específico obtenido: 2,209 kg/m^3



ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-6D. AMASADA N° : 1	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 9/2/84
---	--

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 1,28	Arena 2 -	5-10 1,95	10-20 1,45	20-40 -
-----------------------------	--------------	-----------------	--------------	--------------	---------------	------------

CEMENTO PA-350	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de mezcla obtenido: 51,069 ls. Incremento real mezcla: 2,1% Peso Medio Probeta Seca: 11,140 Kg Peso Medio Probeta Saturada: 12,196 Kg Absorción (UNE7.083) = 9,48% $f_{cm7} / f_{cm28} = 0,65$ $f_{cm28} / f_{cm90} = 0,79$
	ISLAS-CESA 18.1.84	16,120	
ARENA	GANDO	24,150	
	-	-	
GRAVA	ARICAN 5-10	38,000	
	ARICAN 10-20	32,200	
	-	-	
AGUA	-	11,200	

Temperatura Agua: 20 °C	Temperatura Sala: 20 °C	Temperatura Hgón.: -
-------------------------	-------------------------	----------------------

TRABAJABILIDAD: Buena	DESCENSO CONO ABRAMS: 9 cms.
-----------------------	------------------------------

Densidad Seca Media = 2,101 kg/dm³ Porosidad Aparente: 20%

quitecto

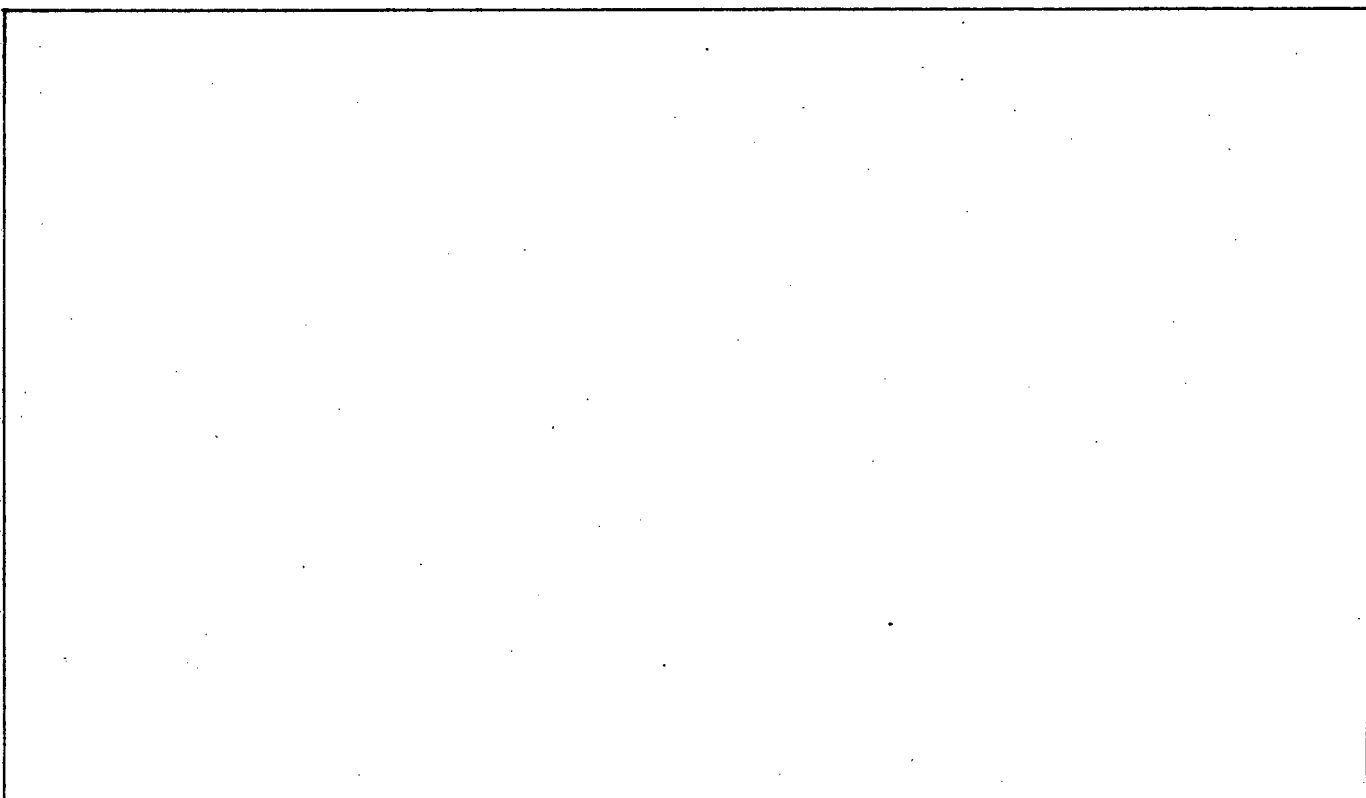
ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-6D. AMASADA N° : 2	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 14/2/84
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 1,28	Arena 2 -	5-10 1,95	10-20 1,45	20-40 -
--------------------------	--------------	-----------------	--------------	--------------	---------------	------------

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de mezcla obtenido: 51,159 ls. Incremento real mezcla: 2,3% $f_{cu\ 7} / f_{cu\ 28} = 0,64$ $f_{cu\ 28} / f_{cu\ 30} = 0,83$
CEMENTO PA-350	ISLAS-CESA 18.1.84	16,120	
ARENA	GANDO	24,150	
	-	-	
GRAVA	ARICAN 5-10	38,000	
	ARICAN 10-20	32,200	
	-	-	
AGUA	-	11,250	

Temperatura Agua: 20°C	Temperatura Sala: 21 °C	Temperatura Hgón.: -
------------------------	-------------------------	----------------------

TRABAJABILIDAD: Buena	DESCENSO CONO ABRAMS: 9 cms
-----------------------	-----------------------------



sujecto

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ARTº67º-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-6D. AMASADA Nº : 3	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 16/2/84
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 1,28	Arena 2 -	5-10 1,95	10-20 1,45	20-40 -
--------------------------	--------------	-----------------	--------------	--------------	---------------	------------

CEMENTO PA-350	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de mezcla obtenido: 51,424 ls. Incremento real mezcla: 2,8% $f_{cm3} / f_{cm28} = 0,65$ $f_{cm28} / f_{cm30} = 0,60$
	ISLAS-CESA 18.1.84	16,120	
ARENA	GANDO	24,150	
	-	-	
GRAVA	ARICAN 5-10	38,000	
	ARICAN 10-20	32,200	
	-	-	
AGUA		11,250	

Temperatura Agua: 20°C	Temperatura Sala: 20 °C	Temperatura Hgón.: -
------------------------	-------------------------	----------------------

TRABAJABILIDAD: Buena	DESCENSO CONO ABRAMS: 8 cms.
-----------------------	------------------------------

--

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-6D AMASADA N° : 4	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 20/2/84
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 1,28	Arena 2 -	5-10 1,95	10-20 1,45	20-40 -
-----------------------------	--------------	-----------------	--------------	--------------	---------------	------------

CEMENTO PA-350	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de mezcla obtenido: 51,599 ls Incremento real mezcla:3,2% $f_{cu9}/f_{cu28} = 0,62$ $f_{cu28}/f_{cu90} = 0,93$
	ISLAS-CESA 18.1.84	16,120	
ARENA	GANDO	24,150	
	-	-	
GRAVA	ARICAN 5-10	38,000	
	ARICAN 10-20	32,225	
	-	-	
AGUA	-	11,250	

Temperatura Agua: 20 °C	Temperatura Sala: 20 °C	Temperatura Hgón.: -
-------------------------	-------------------------	----------------------

TRABAJABILIDAD: Buena	DESCENSO CONO ABRAMS: 9 cms
-----------------------	-----------------------------

--

DOSIFICACION.

ARENA AMARILLA..... $m_1 = 1,06$

ARIDO 5-10..... $m_2 = 5,68$ $mt_2 = 3,38$

Cantidad de Cemento: 320 kg/m^3

Consistencia Blanda: Agua=260 ls.

Porcentaje de Cemento : $t_0 = 13,49\%$;

$$t_1 = \frac{100(5,68 - 3,38) - 13,49 \times 5,68}{5,68 - 1,06} = 33,19 \%$$

$$t_2 = 100 - 33,19 - 13,49 = 53,32 \%$$

CEMENTO: $765 \times 0,1349 = 103,19 \text{ ls.}; \times 3,10 = 320 \text{ kg.}$

ARENA 1: $765 \times 0,3319 = 253,90 \text{ ls.}; \times 2,80 = 711 \text{ kg.}$

5-10 : $765 \times 0,5332 = 407,89 \text{ ls.}; \times 2,68 = 1.093 \text{ kg.}$

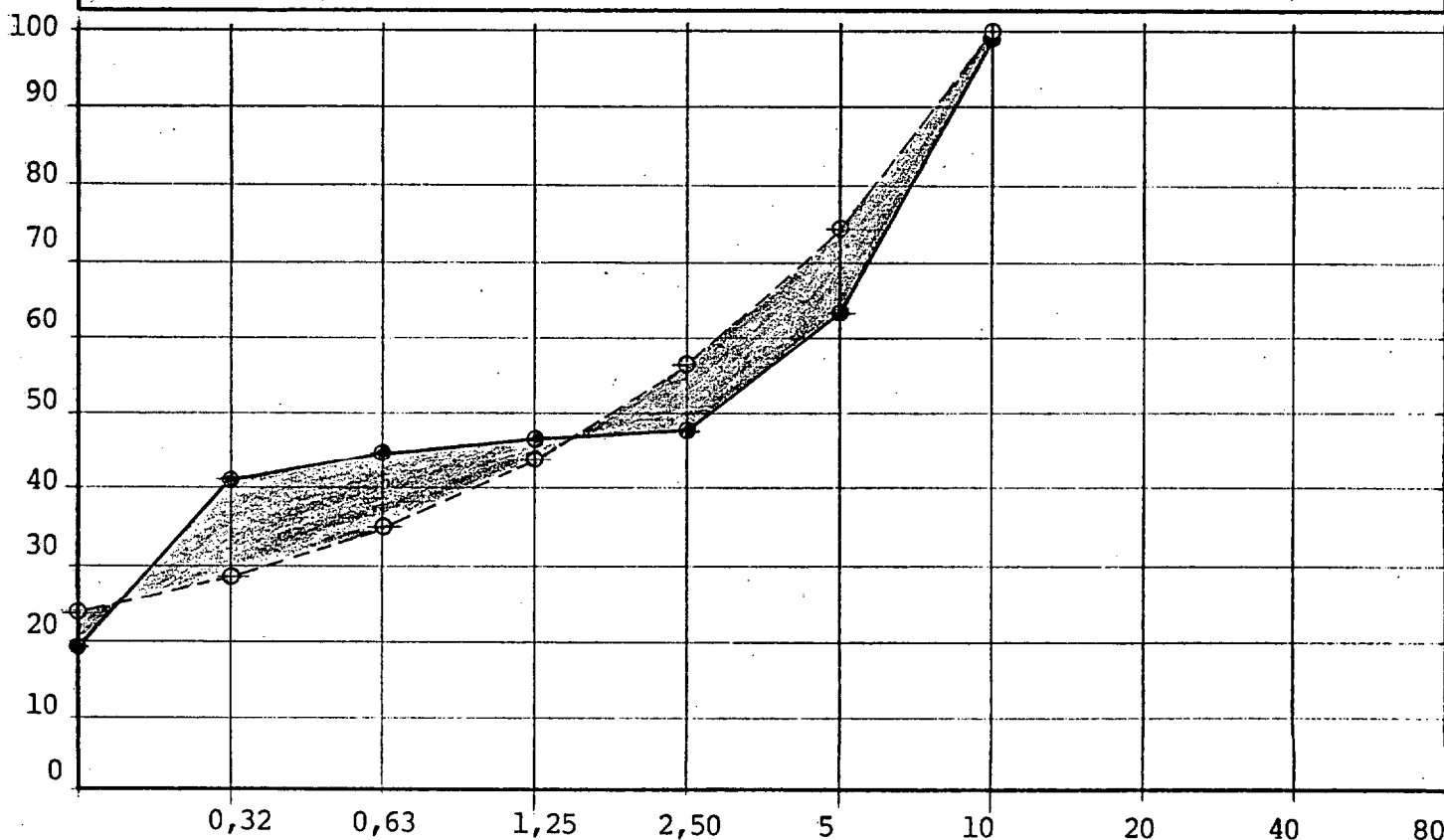
ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN. °
80	0
40	0
20	0
10	1,06
5	36,79
2,5	52,25
1,25	53,39
0,63	55,05
0,32	58,66
0,16	80,80

modulo granulométrico = 3,38

OBSERVACIONES

Peso específico obtenido: 2.124 kgs./m^3



ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-8D AMASADA N° : 1	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 15/5/84
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 1,76	Arena 2 -	5-10 2,71	10-20 -	20-40 -
-----------------------------	--------------	-----------------	--------------	--------------	------------	------------

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de mezcla obtenido: 51,249 ls Incremento real mezcla: 3,5% Peso Medio Probeta Seca: 10,854 kg Peso Medio Probeta Saturada: 11,734 kg Absorción: 8,06% $f_{cm7}/f_{cm28} = 0,65$ $f_{cu28}/f_{cm30} = -$
CEMENTO PA-350	ISLAS-CESA 29.2.84	16,000	
ARENA	GANDO	35,550	
	-	-	
GRAVA	ARICAN 5-10	54,650	
	-	-	
	-	-	
AGUA		13,000	

Temperatura Agua: 22°C	Temperatura Sala: 22 °C	Temperatura Hgón.: 23°C
------------------------	-------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: Normal	DESCENSO CONO ABRAMS: 7 cms.
------------------------	------------------------------

Densidad Seca Media: 2,047 Kg/dm ³ Porosidad Aparente : 17,7%

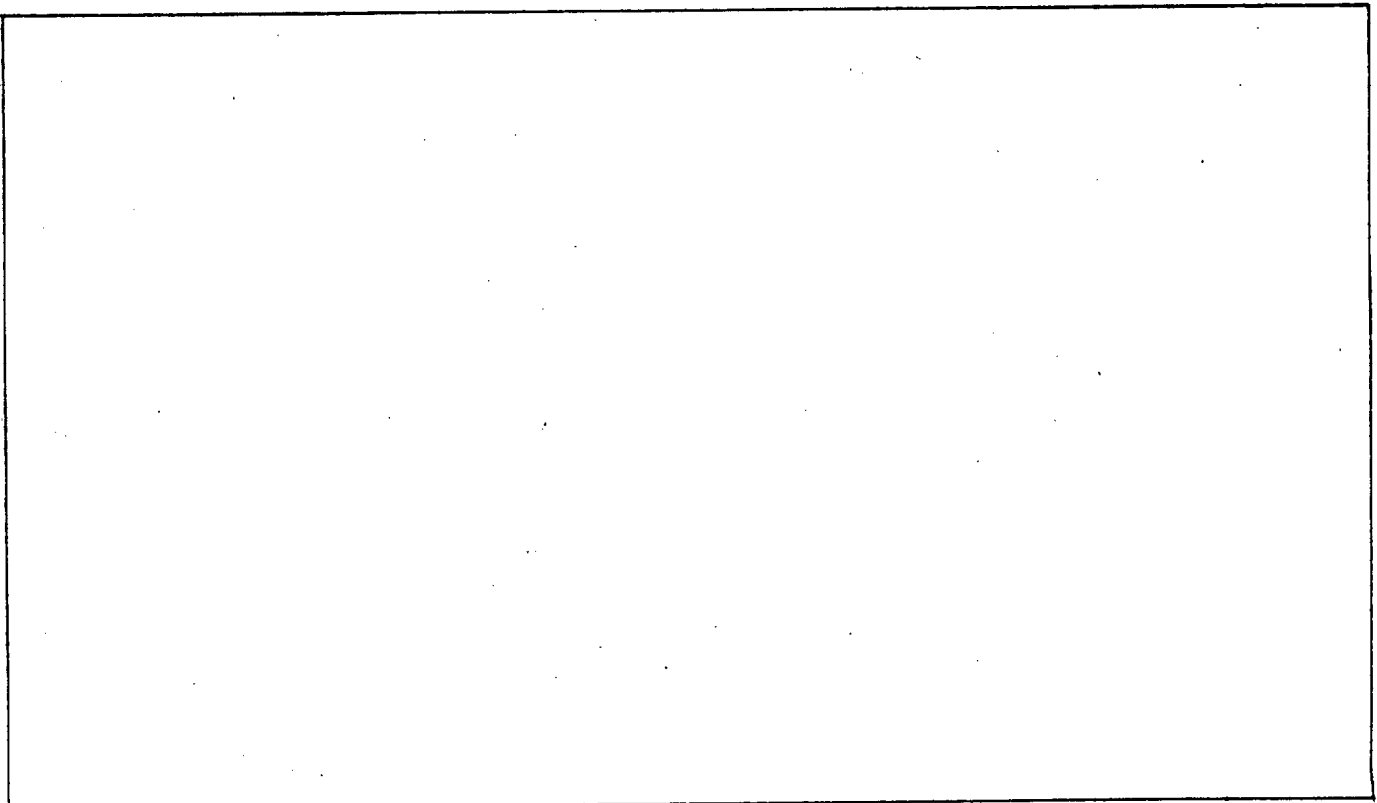
ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-8D AMASADA N° : 2	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 15/5/84
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 1,76	Arena 2 -	5-10 2,71	10-20 -	20-40 -
-----------------------------	--------------	-----------------	--------------	--------------	------------	------------

CEMENTO PA-350	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de mezcla obtenido: 52,129 ls Incremento real mezcla: 4,1% $f_{cm7}/f_{cm28} = 0,67$ $f_{cm28}/f_{cm90} = 0,87$
	ISLAS- CESA 29: 2 84	16,000	
ARENA	GANDO	35,550	
	-	-	
GRAVA	ARICAN 5-10	54,650	
	-	-	
	-	-	
AGUA		13,000	

Temperatura Agua: 22°C	Temperatura Sala: 22 °C	Temperatura Hgón.: 23 °C
------------------------	-------------------------	--------------------------

TRABAJABILIDAD: Normal	DESCENSO CONO ABRAMS: 8 cms.
------------------------	------------------------------



directo

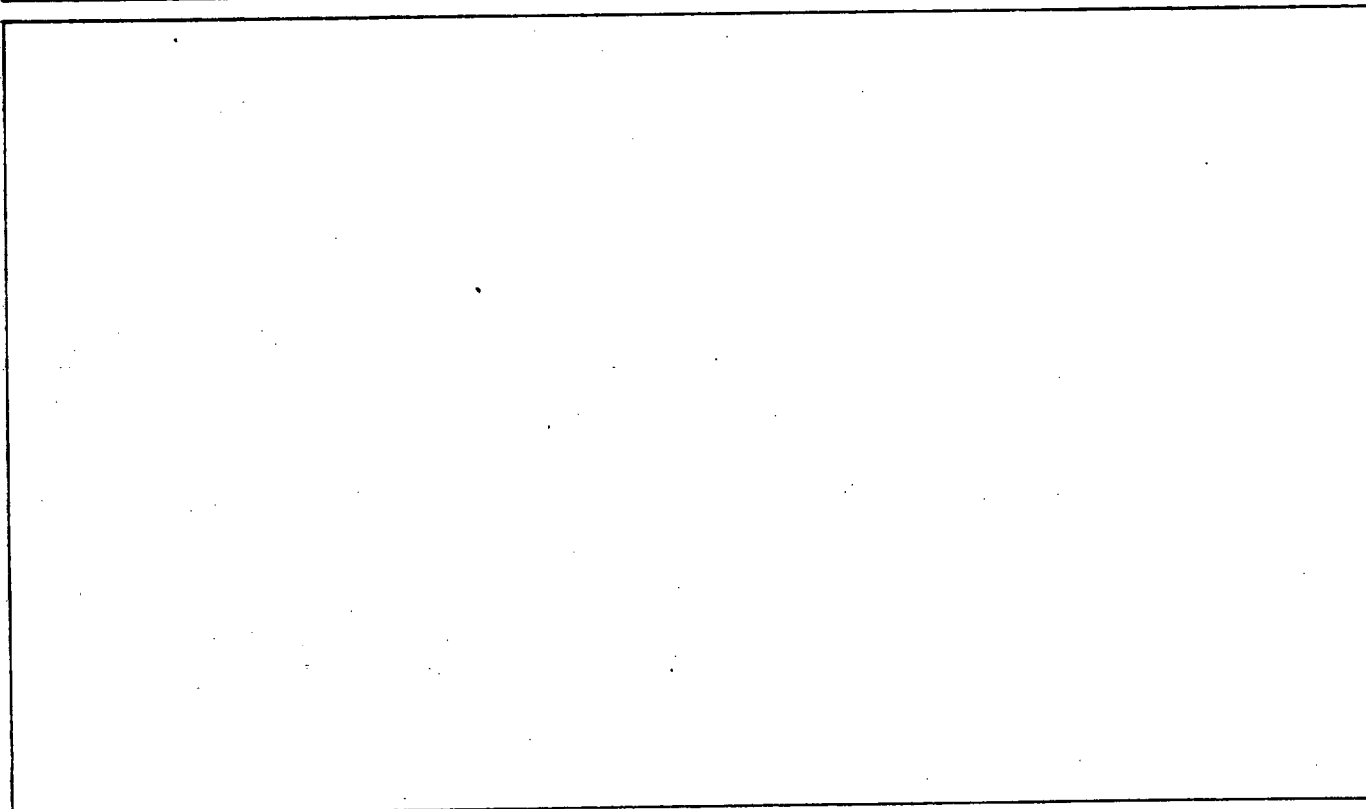
ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-8D AMASADA N° : 3	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 18/5/84
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	1,76	-	2,71	-	-

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de mezcla obtenido: 51,424 ls. Incremento real mezcla: 2,8% $f_{cm7}/f_{cm28} = 0,63;$ $f_{cm28}/f_{cm90} = -$
CEMENTO	ISLAS - CESA 29.2.84	16,000	
ARENA	GANDO	35,550	
	-	-	
GRAVA	ARICAN 5-10	54,650	
	-	-	
	-	-	
AGUA		13,000	

Temperatura Agua: 21 °C	Temperatura Sala: 22 °C	Temperatura Hgón.: 22°C
-------------------------	-------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: Normal	DESCENSO CONO ABRAMS: 9 cms
------------------------	-----------------------------



ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A- 8D AMASADA N° : 4	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 21/5/84
--	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 1,76	Arena 2 -	5-10 2,71	10-20 -	20-40 -
-----------------------------	--------------	-----------------	--------------	--------------	------------	------------

CEMENTO	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de mezcla obtenido: 51,779 ls Incremento real mezcla:3,5% $f_{cm7}/f_{cm28} = 0,63$ $f_{cm28}/f_{cm90} = 0,84$
	ISLAS - CESA 29.2.84	16,000	
ARENA	GANDO	35,550	
	-	-	
GRAVA	ARICAN 5-10	54,650	
	-	-	
	-	-	
AGUA		13,000	

Temperatura Agua: 22 °C	Temperatura Sala: 22 °C	Temperatura Hgón.: 22 °C
-------------------------	-------------------------	--------------------------

TRABAJABILIDAD: Normal	DESCENSO CONO ABRAMS: 9 cms
------------------------	-----------------------------

--

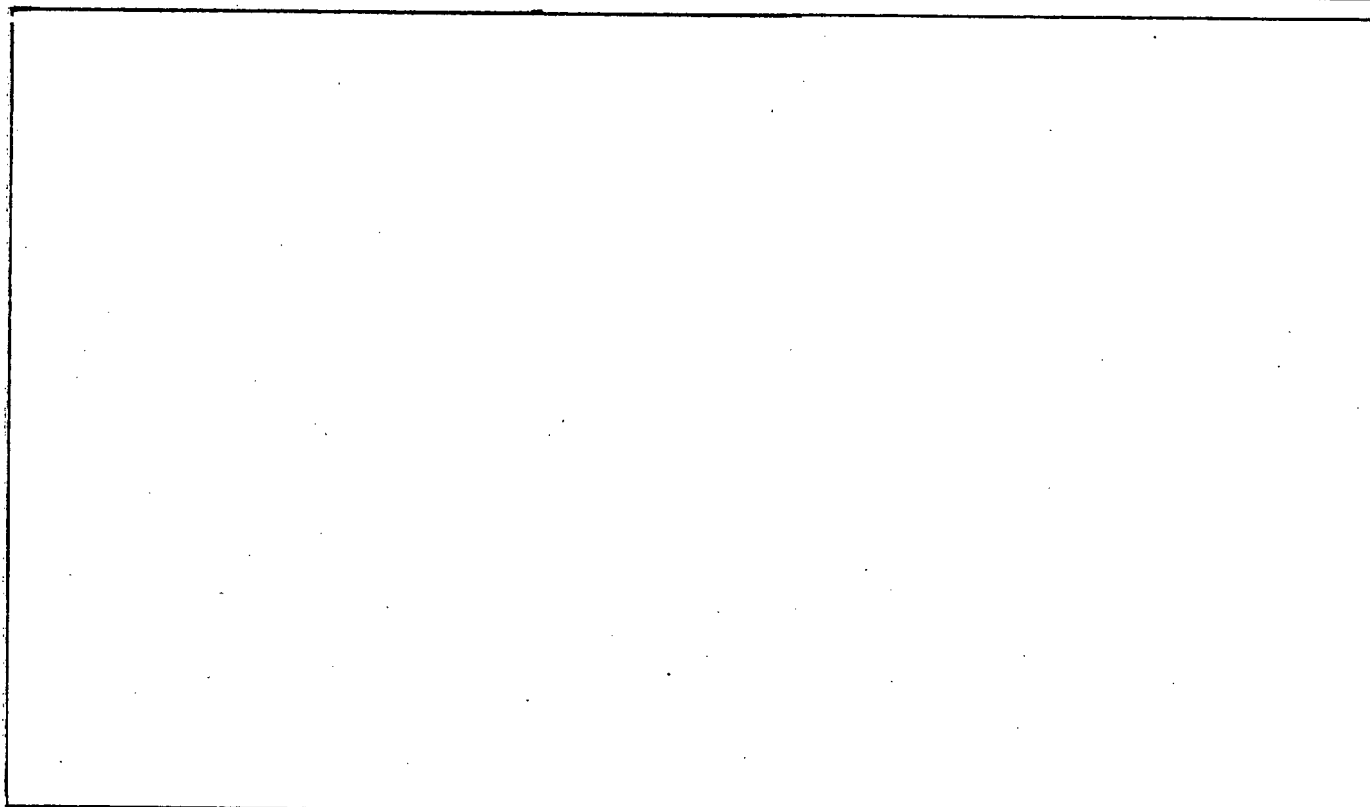
ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : A-6D' AMASADA N° : 1 - ÚNICA	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 26/2/85
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	1,77	-	2,71	-	-

CEMENTO	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de Mezcla Obtenido: 50,834 ls Incremento Real Mezcla: 1,8% $f_{cm7} / f_{cm28} = 0,63$ $f_{cm28} / f_{cm30} = 0,84$
	ISLAS - CESA 18-12-84	16.000	
ARENA	GANDO	35,650	
GRAVA	ARICAN 5-10	54,650	
AGUA		12.000	

Temperatura Agua: 18,3°C	Temperatura Sala: 18,3°C	Temperatura Hgón.: 19,7°C
--------------------------	--------------------------	---------------------------

TRABAJABILIDAD: BUENA	DESCENSO CONO ABRAMS: 6 cms
-----------------------	-----------------------------



DOSIFICACION.

ARENA AMARILLA.....m₁ = 1,06

ARENA MACHAQUEO.....m₂ = 4,13.....mt₂ modificado = 2,48

ARIDO 5-10..... m₃ = 5,68.... mt₃ Bolomey = 3,38

Cantidad de Cemento: 320 kgs/m³ ; Consistencia Blanda: A=192ls

Porcentaje de Cemento : t₀ = 12,39 %

Volumen real de áridos + cemento = 833 ls.

$$t_0 + t_1 + t_2 = 100 \cdot \frac{5,68 - 3,38}{5,68 - 2,48} = 72\% ; t_3 = 28\% ;$$

$$t_1 = \frac{72(4,13 - 2,48) - 12,39 \times 4,13}{4,13 - 1,06} = 22,03\% ; t_2 = 37,58\% ;$$

CEMENTO : 833 x 0,1239 = 103,2 ls ; x 3,10 = 320 kgs.

ARENA 1 : 833 x 0,220 = 183,2 ls ; x 2,80 = 513 kgs.

ARENA 2 : 833 x 0,375 = 312,3 ls ; x 2,68 = 837 kgs.

5-10 : 833 x 0,28 = 233 ls ; x 2,68 = 624 kgs.

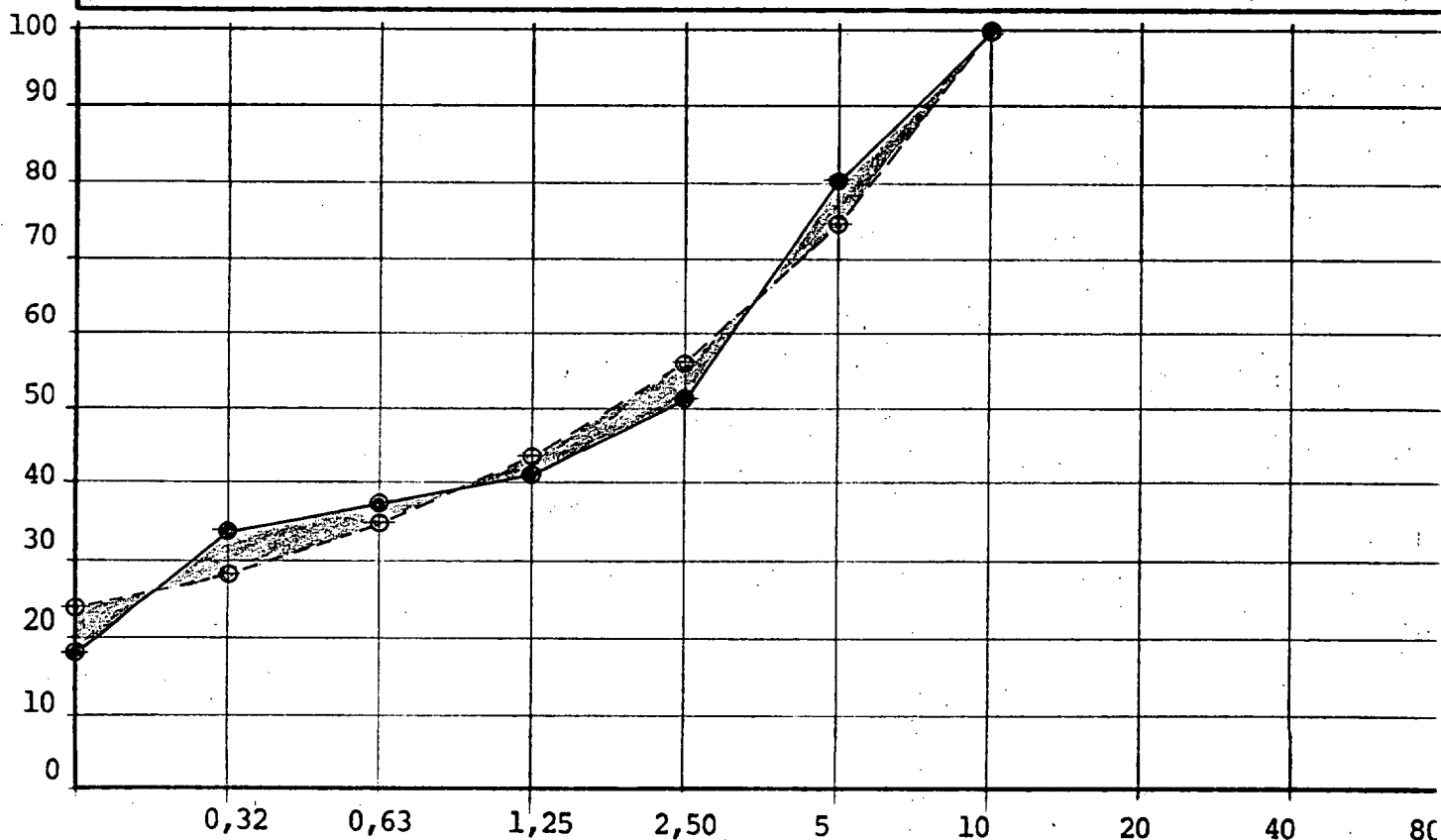
ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN. °
80	0
40	0
20	0
10	0,56
5	19,66
2,5	48,30
1,25	58,88
0,63	62,58
0,32	66,11
0,16	81,71

modulo granulométrico = 3,38

OBSERVACIONES

Peso específico obtenido : 2.294 kgs/m³



Ingeniero

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : C-100 AMASADA N° : 1	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 11, 7, 84
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	0,73	1,26	0,46	1,05	1,31

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de Mezcla Obtenido: 51,778 ls Incremento Real de la Mezcla: 5,5% Peso Medio Probeta Secca: 12,380 Kg Peso Medio Probeta Saturada: 13,375" Absorción : 8,03% $f_{cm7}/f_{cm28} = 0,67$ $f_{cm28}/f_{cm90} = 0,84$
CEMENTO	ISLAS - CESA 5-6-84	16,000	
	GANDO	14,400	
ARENA	CARRIZAL 0/5	27,350	
	CARRIZAL 5/10	15,890	
GRAVA	CARRIZAL 10/20	21,525	
	CARRIZAL 20/40	26,125	
AGUA		10,750	

Temperatura Agua: 23,3°C	Temperatura Sala: 23,6°C	Temperatura Hgón.: 25,1°C
--------------------------	--------------------------	---------------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 8,5 cms
------------------------	-------------------------------

Densidad Secca Media: 2,335 kg/cm³
 Porosidad Aparente : 18,7%

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ARTº67º-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : C-1D AMASADA Nº : 2	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 11/7/84
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	0,73	1,26	0,76	1,05	1,31

	PROCEDENCIA	KGS/cº ls.	Volumen de Mezcla Obtenido: 71,570 ls Incremento Real Mezcla : 5,2% $f_{cm7}/f_{cm28} = 0,67$ $f_{cm28}/f_{cm90} = 0,86$
CEMENTO	ISLAS - CESA 5-6-84	21,760	
ARENA	GANDO	19,584	
	CARRIZAL 0/5	37,196	
GRAVA	CARRIZAL 5/10	21,610	
	CARRIZAL 10/20	23,274	
	CARRIZAL 20/40	35,530	
AGUA		10,750	

Temperatura Agua: 23,8 ºC	Temperatura Sala: 24,0 ºC	Temperatura Hgón.: 23,1 ºC
---------------------------	---------------------------	----------------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 7 cms
------------------------	-----------------------------

--

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82.
 METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242.
 DOSIFICACION : C-1D AMASADA N° : 3

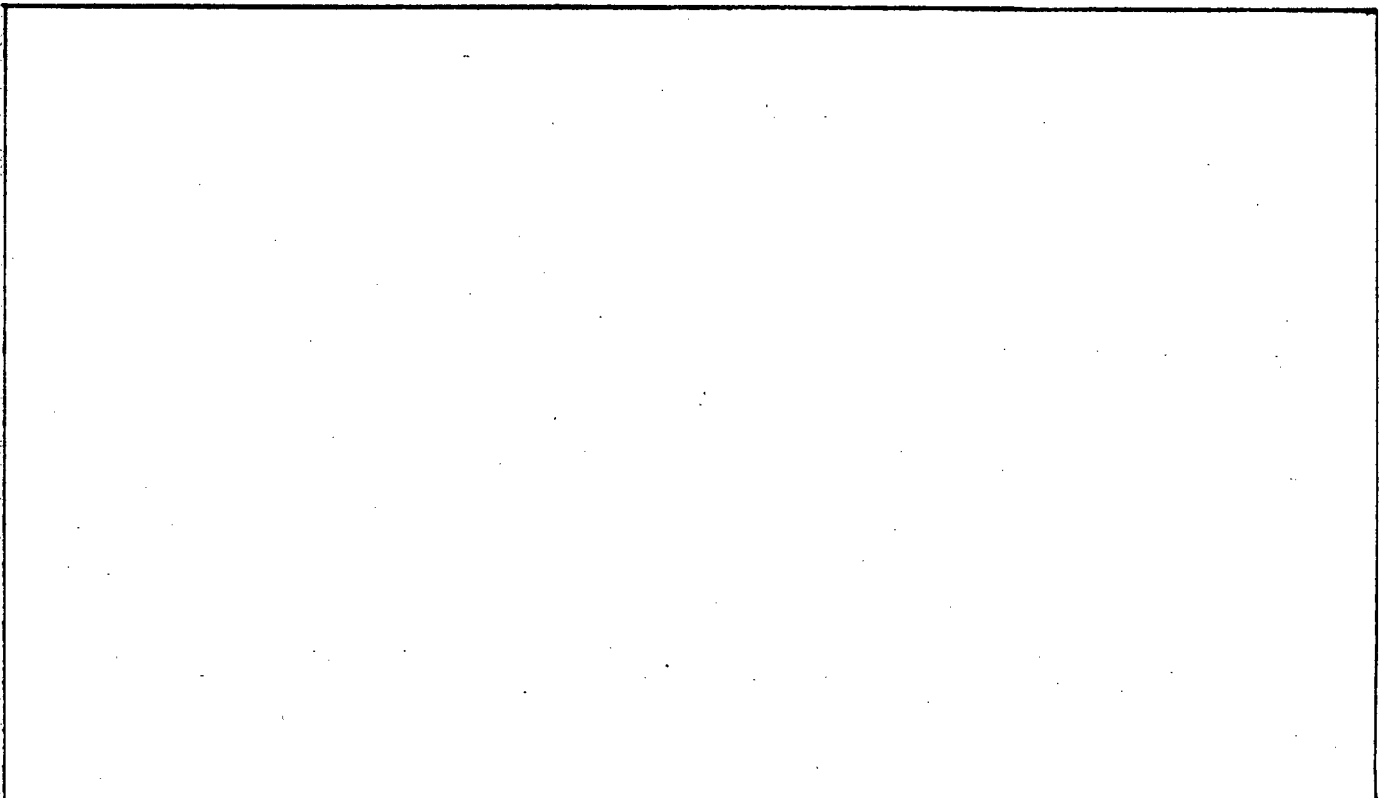
LABORATORIO E.T.S.A.L.P.
 FECHA ENSAYO: 11/7/84

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	0,73	1,26	0,76	1,05	1,31

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de Mezcla Obtenido: 52,131 ls Incremento Real Mezcla: 4,2% $f_{cm17} / f_{cm28} = 0,68$ $f_{cm28} / f_{ungo} = 0,82$
CEMENTO	ISLAS - CESA 5-6-84	16,000	
	GANDO	14,400	
ARENA	CARRIZAL 0/5	27,350	
	CARRIZAL 5/10	15,690	
GRAVA	CARRIZAL 10/20	21,525	
	CARRIZAL 20/40	26,125	
	AGUA	10,750	

Temperatura Agua: 23,8°C	Temperatura Sala: 24,0°C	Temperatura Hgón.: 25,1°C
--------------------------	--------------------------	---------------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL DESCENSO CONO ABRAMS: 6 cms



DOSIFICACION.

Arena amarilla.... $m_1=1,06$
 Arena machaqueo... $m_2=2,59$... $mt_2=2,11$ (modificado).
 Arido 5-10..... $m_3=5,87$... $mt_3=2,98$ "
 Arido 10-20..... $m_4=7,04$... $mt_4=3,95$ "
 Arido 20-40..... $m_5=7,95$... $mt_5=4,99$ (Bolomey).
 Cantidad Cemento:320 kg/m³;Consistencia Blanda:210ls
 Porcentaje de Cemento: $t_0=12,66\%$.
 $t_0+t_1+t_2+t_3+t_4 =73,64\%$; $t_5=21,3\%$;
 $t_0+t_1+t_2+t_3=56,0\%$; $t_4=17,6\%$;
 $t_0+t_1+t_2=43,0\%$; $t_3=12,9\%$; $t_1=7,9\%$; $t_2=22,4\%$.
 $t'_1=12,9\%$; $t'_0 =12,7\%$;Agua=215 ls.
 Arena 1=295kg; Arido 10-20 =433 kg;
 Arena 2=548kg; Arido 20-40 =525 kg;
 Arido 5-10=320kg.

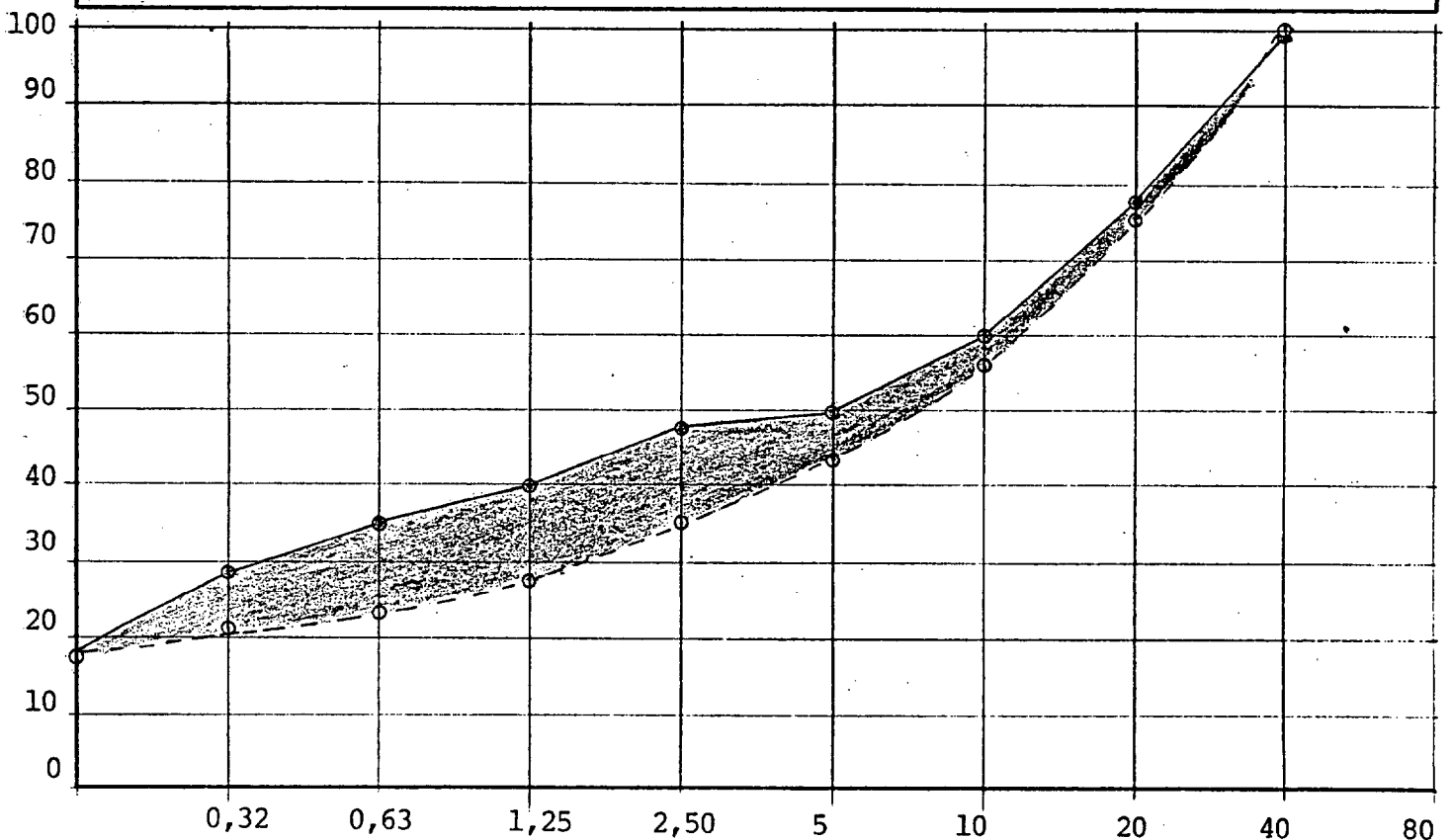
ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN.°
80	0
40	0,38
20	22,4
10	39,5
5	48,7
2,5	51,6
1,25	58,5
0,63	65,6
0,32	71,8
0,16	82,7

modulo granulométrico = 4,41

OBSERVACIONES :Peso específico obtenido:2.441 kg/m³

En la amasada de prueba se ha obtenido un cono = 4 cms apreciándose, asimismo, escasez de finos, por lo que se incrementa la arena en un 5%, y el agua en 5 ls, lo que disminuye el módulo granulométrico de la mezcla.



ultecto

DOSIFICACION.

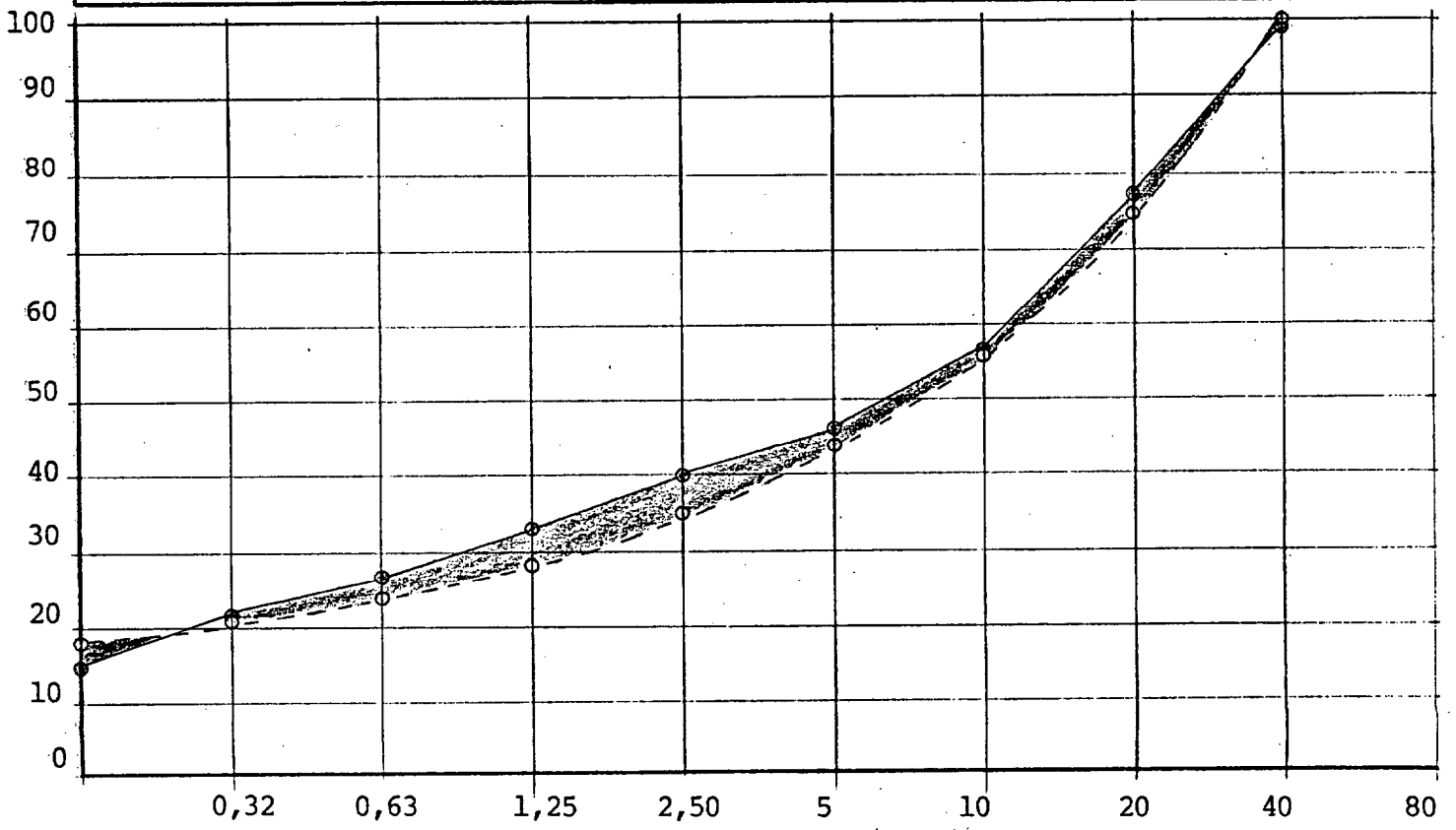
ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN. °
80	
40	
20	
10	
5	
2,5	
1,25	
0,63	
0,32	
0,16	

modulo granulométrico =

OBSERVACIONES :

Se ha ajustado, en base a la anterior, la arena en un 5% y el agua en 5% más. La curva de composición queda más ajustada a la de referencia.



uifecto

DOSIFICACION.

Arena amarilla..... $m_1=1,06$
 Arena machaqueo..... $m_2=2,59$ $mt_2=2,31$
 Arido 5-10:..... $m_3=5,87$ $mt_3=3,20$
 Arido 10-20:..... $m_4=7,04$ $mt_4=4,17$
 Cantidad de cemento: 320 kg/m³; Consistencia Blanda
 Agua: 230 ls; Porcentaje de cemento: $t_0=13,2\%$
 $t_0 + t_1 + t_2 + t_3 = 74,7\%$; $t_4=25,3\%$;
 $t_0 + t_1 + t_2 = 56\%$; $t_1 = 12,09\%$; $t_2 = 30,8 \%$.

Cemento: $780 \times 0,132 = 102,9$ ls; $\times 3,10 = 320$ kg
 Arena 1: $780 \times 0,121 = 94,38$ ls; $\times 2,80 = 264$ kg
 Arena 2: $780 \times 0,308 = 240,24$ ls; $\times 3,02 = 438$ kg
 Arido 5-10" $\times 0,186 = 145,08$ ls; $\times 3,02 = 438$ kg
 Arido 10-20 " $\times 0,253 = 197,34$ ls; $\times 3,02 = 596$ kg

Modificación:

Arena 2: $780 \times 0,238 = 185,64$ ls; $\times 3,02 = 561$ kg
 Arido 5-10:" $\times 0,26 = 202,8$ ls; $\times 3,02 = 612$ kg

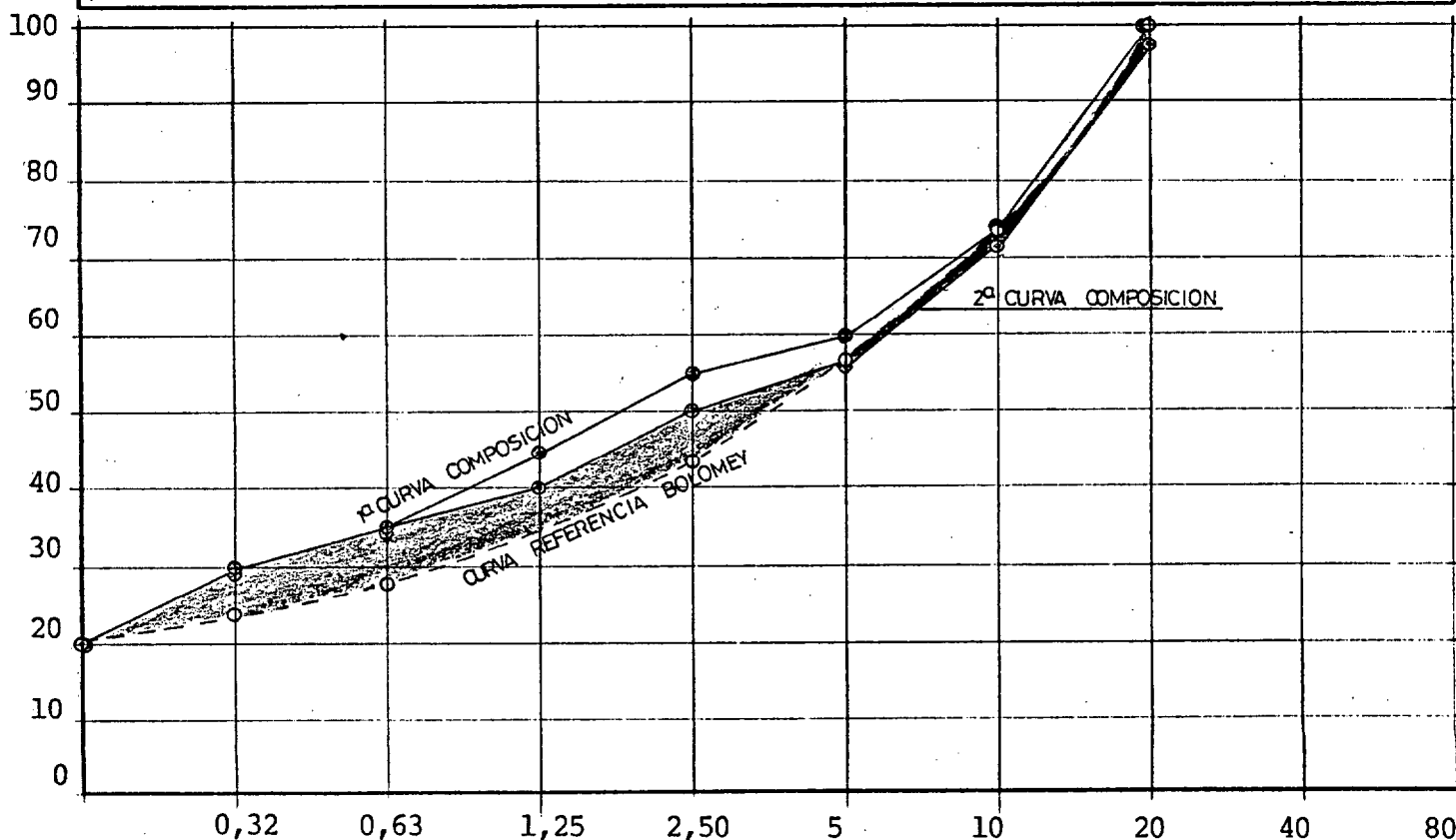
ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN. °
80	0
40	0
20	3,0
10	26,3
5	40,0
2,5	44,0
1,25	53,0
0,63	63,0
0,32	70,4
0,16	82,0

modulo granulométrico = 3,8

OBSERVACIONES: Peso específico obtenido: 2.353 kg/m³

Apreciando deficiencias de retención se procede a disminuir la arena gruesa en un 7%, incrementando la fracción 5-10 en el mismo porcentaje. $m_f=4,03$



itecto.

DOSIFICACION.

Arena de machaqueo..... $m_1=2,59$
 Arido 5-10..... $m_2=5,87$ $mt_2=3,20$ (mod)
 Arido 10-20..... $m_3=7,04$ $mt_3=4,17$ (Bolomey
 Cantidad de cemento:320 kg/m³:Consist.Blanda:250 ls
 -Porcentaje de cemento: $t_0=13,31$ %
 $t_0+t_1+t_2 =74,74$ %; $t_3=25,26$ %;
 $t_1=37,00$ % ; $t_2= 24,43$ %;
 Cemento: $775 \times 0,1331=103,15$ ls; $\times 3,10 =320$ kg
 Arena 0-5 : $775 \times 0,37 =286,7$ ls; $\times 3,02 =866$ kg
 Arido 5-10: $775 \times 0,244 =189,1$ ls; $\times 3,02 =571$ kg
 Arido 10-20: $775 \times 0,252=195,3$ ls; $\times 3,02 =590$ kg

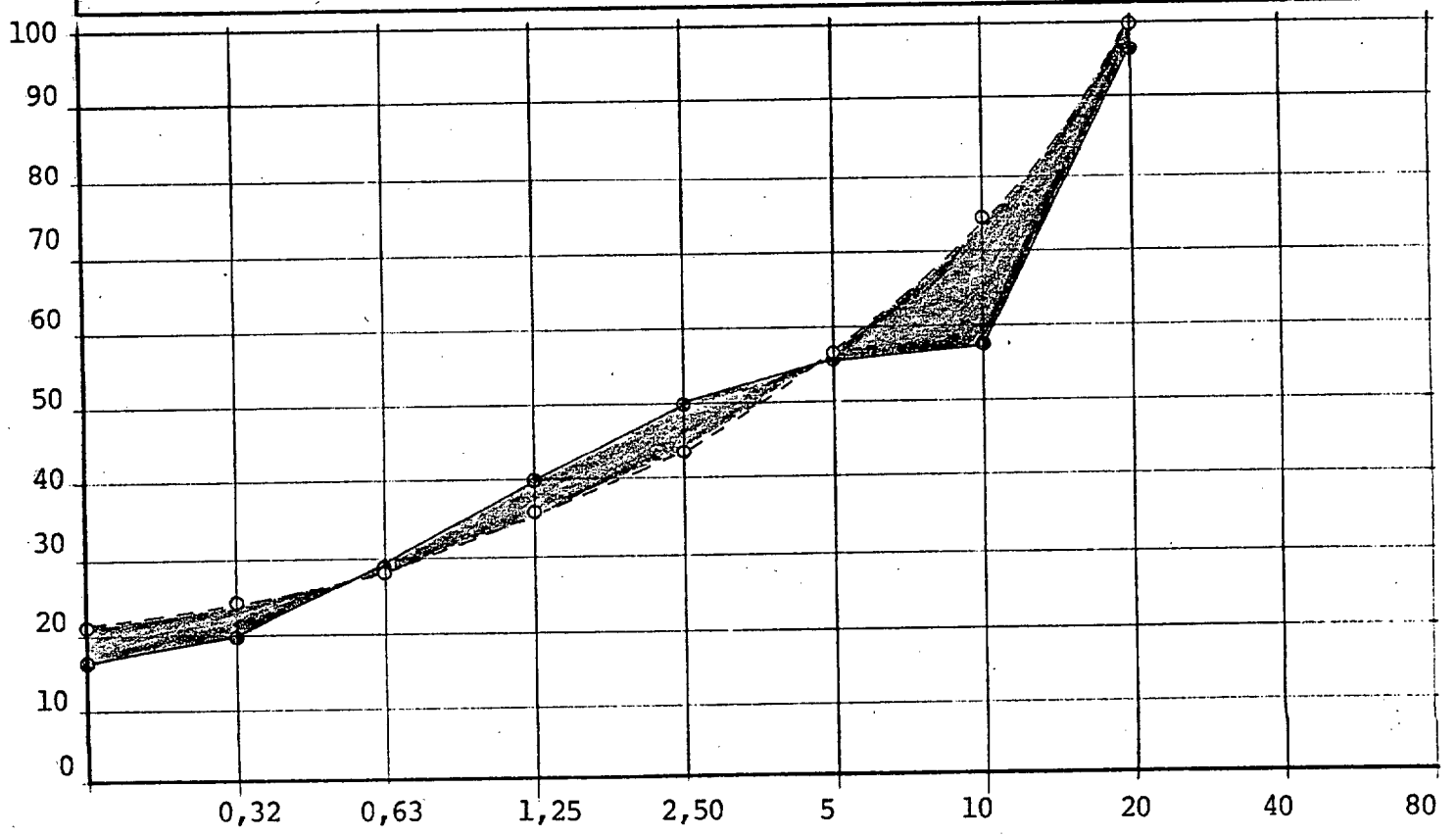
ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN.°
80	-
40	-
20	2,9
10	42,4
5	43,8
2,5	49,2
1,25	60,2
0,63	71,2
0,32	79,2
0,16	83,0

modulo granulométrico = 4,3

OBSERVACIONES :

Peso específico obtenido: 2.347 kg/m³



<p>ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : C-5D AMASADA N° : 1</p>	<p>LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 3/10/84</p>
---	--

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 -	Arena 2 1,98	5-10 1,94	10-20 1,99	20-40 -
--------------------------	--------------	--------------	-----------------	--------------	---------------	------------

CEMENTO	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	<p>Volumen de Mezcla Obtenido: 51,599 ls Incremento Real Mezcla: 3,2% Peso Medio Probeta Secca: 11,980 Kg Peso Medio Probeta Saturada: 13,135 Kg Absorción: 9,64% $f_{cm7}/f_{cm28} = 0,58$ $f_{cm28}/f_{cm90} = 0,85$</p>
	ISLAS - CESA 5-6-84	16,000	
ARENA	-		
	0/5 CARRIZAL	43,300	
GRAVA	5/10 CARRIZAL	28,550	
	10/20 CARRIZAL	29,500	
AGUA		12,500	

Temperatura Agua: 20°C	Temperatura Sala: 24°C	Temperatura Hgón.: 25°C
------------------------	------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: BUENA	DESCENSO CONO ABRAMS: 8 cms
-----------------------	-----------------------------

<p>Densidad Secca Media: 2,259 Kg/dm³ Porosidad Aparente : 21,7%</p>

Itecto

DOSIFICACION.

Arena amarilla : $m_1 = 1,06$

Arido 5-10: $m_2 = 5,87 \dots \dots \dots m_{t_2} = 3,20$ (modif.)

Arido 10-20: $m_3 = 7,04 \dots \dots \dots m_{t_3} = 4,17$ (Bolomey)

Cantidad de cemento: 320 kg/m³; Consis. Blanda: 230ls

Porcentaje de Cemento: $t_0 = 12,98\%$

$t_0 + t_1 + t_2 = 74,74\%$; $t_3 = 25,26\%$

$t_1 = 25,64\%$; $t_2 = 36,12\%$;

Cemento: $795 \times 0,1298 = 103,19$ ls; $\times 3,10 = 320$ kg.

Arena 1: $795 \times 0,2564 = 203,84$ ls; $\times 2,80 = 571$ kg

5-10 : $795 \times 0,3612 = 287,15$ ls; $\times 3,02 = 867$ kg

10-20 : $795 \times 0,2526 = 200,82$ ls; $\times 3,02 = 606$ kg

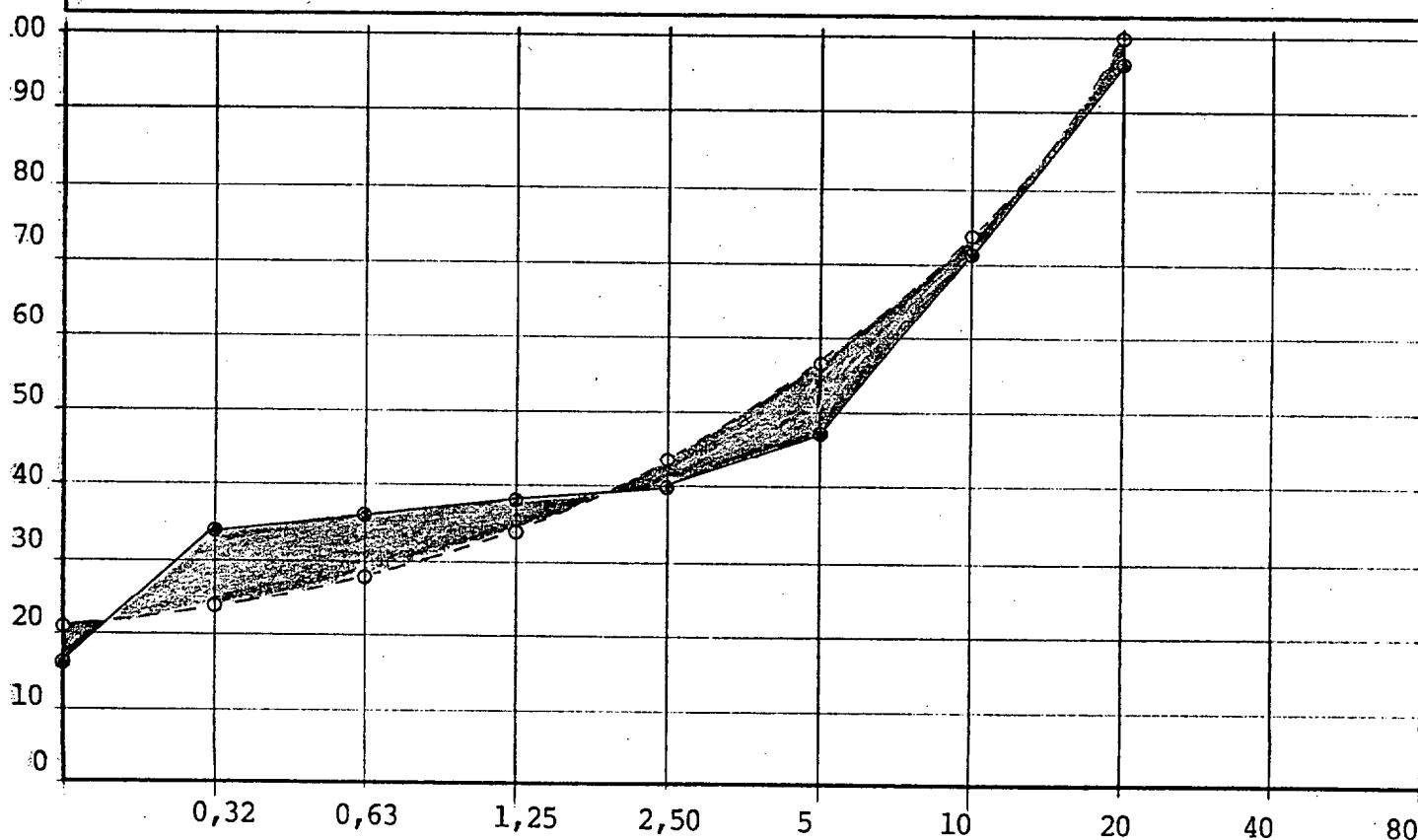
ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN.°
80	-
40	-
20	2,9
10	28,7
5	52,9
2,5	60,2
1,25	61,6
0,63	62,7
0,32	65,5
0,16	82,6

modulo granulométrico = 4,17

OBSERVACIONES :

Peso específico obtenido: 2.364 kg/m³



Recto

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : C-6D AMASADA N° : 1	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 18/10/84
---	--

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	1,42	—	2,13	1,47	—

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de Mezcla Obtenido: 51,955 ls Incremento Real Mezcla : 3,9% Peso Medio Probeta Secca: 11,920 Kg Peso Medio Probeta Saturada: 13,020 Kg Absorción: 9,22% $f_{cm7}/f_{cm28} = 0,67$ $f_{cm28}/f_{cm30} = 0,86$
CEMENTO PA-350	ISLAS - CESA 16/10/84	16,000	
ARENA	GANDO	28,550	
	—	—	
GRAVA	5/10 CARRIZAL	43,350	
	10/20 CARRIZAL	30,300	
	—	—	
AGUA		11,500	

Temperatura Agua: 20°C	Temperatura Sala: 24°C	Temperatura Hgón.: 24°C
------------------------	------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: BUENA	DESCENSO CONO ABRAMS: 8,5 cms
-----------------------	-------------------------------

Densidad Seca Media: 2,248 Kg/dm ³ Porosidad Aparente : 20,7%

<p>ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : C-6D AMASADA N° : 2</p>	<p>LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 18/10/84</p>
---	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	1.42	-	2.13	1.47	-

CEMENTO FA-350	PROCEDENCIA	KGS/28 ls.	<p>Volumen de Mezcla Obtenido: 70,510 ls Incremento Real Mezcla: 3,7%</p> <p>$f_{cm7}/f_{cm28} = 0,64$</p> <p>$f_{cm28}/f_{cm30} = 0,99$</p>
	ISLAS- CESA	21,760	
ARENA	GANDO	38,828	
	-	-	
GRAVA	5/10 CARRIZAL	58,956	
	10/20 CARRIZAL	41,208	
AGUA		15,640	

Temperatura Agua: 23°5' C	Temperatura Sala: 24°6' C	Temperatura Hgón.: 25°9' C
---------------------------	---------------------------	----------------------------

TRABAJABILIDAD: BUENA	DESCENSO CONO ABRAMS: 7 cms
-----------------------	-----------------------------

--

ultecto

DOSIFICACION.

Arena amarilla: $m_1 = 1,06$
 Arido 5-10: $m_2 = 5,87 \dots \dots \dots m_2 = 3,38$ (Bolomey)
 Cantidad de cemento: 320 kg/m³. Consistencia: Bl. 260 ls
 Porcentaje de cemento: $t_0 = 13,49 \%$

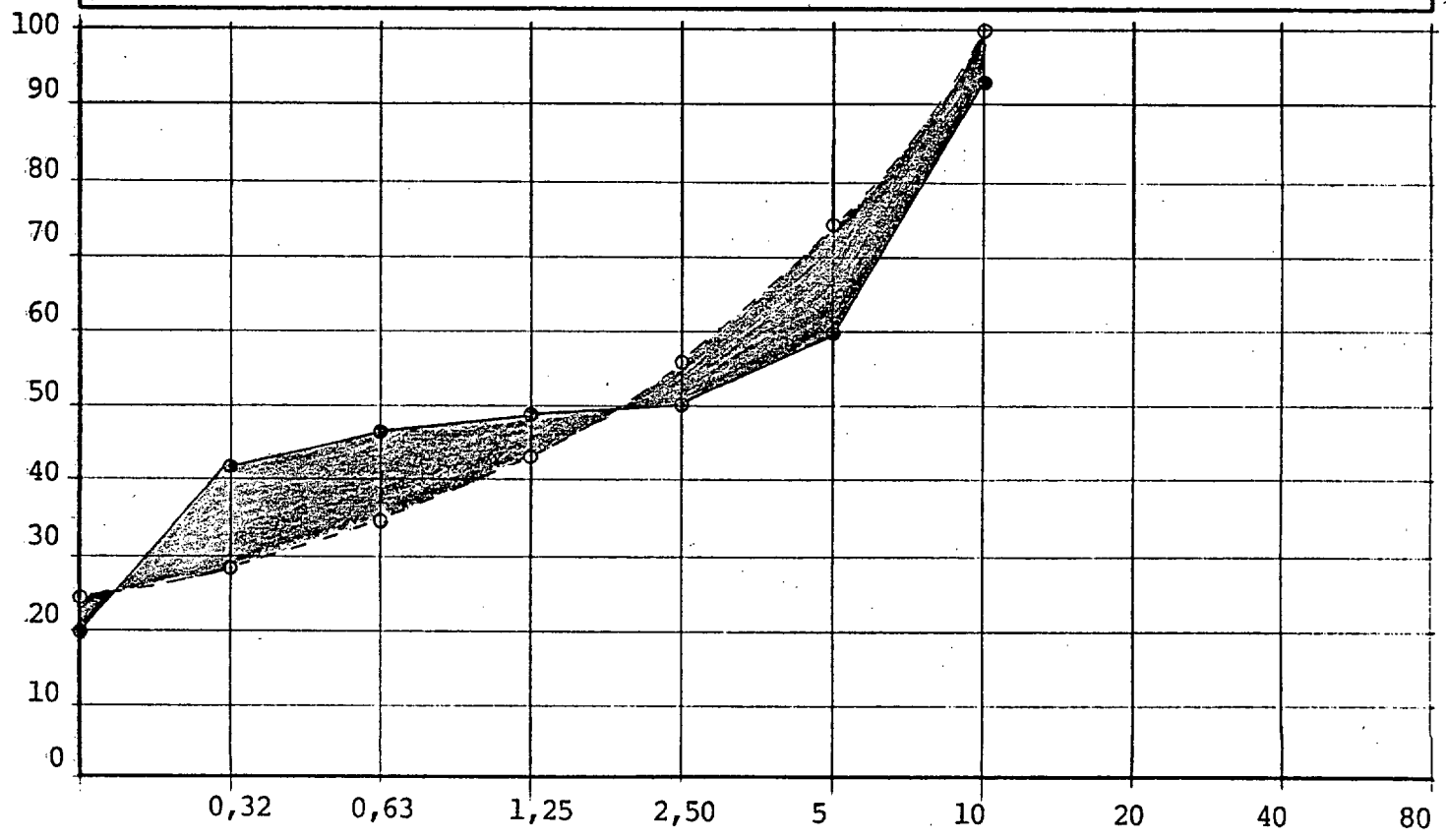
$$t_1 = \frac{100(5,87 - 3,38) - 13,49 \times 5,87}{5,87 - 1,06} = 35,30\%; \quad t_2 = 51,21\%$$

Cemento: $765 \times 0,1349 = 103,19$ ls; $\times 3,10 = 320$ kg
 Arena: $765 \times 0,3530 = 270$ ls; $\times 2,80 = 756$ kg
 Arido 5-10: $765 \times 0,5121 = 391,7$ ls; $\times 3,02 = 1.183$ kg

ARIDO MEZCLA	
TAMIZ	% RETEN.°
80	-
40	-
20	-
10	7,1
5	39,5
2,5	49,7
1,25	51,6
0,63	53,0
0,32	56,8
0,16	80,4
modulo granulométrico = 3,38	

OBSERVACIONES :

Peso Especifico Obtenido: 2.259 kg/m³



itacte

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : C-8D AMASADA Nº : 1	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 8/10/84
--	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	1,88	-	2,90	-	-

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de Mezcla Obtenido: 52,308 ls Incremento Real Mezcla: 4,6% Peso Medio Probeta Secca: 11,410 Kg Peso Medio Probeta Saturada: 12,570" Absorción: 10,1% $f_{cm7} / f_{cm28} = 0,65$ $f_{cm28} / f_{cm90} = 0,85$
CEMENTO PA-350	ISLAS - CESA 5-6-84	16,000	
ARENA	GANDO	37,800	
	-	-	
GRAVA	5/10 CARRIZAL	59,150	
AGUA		13,000	

Temperatura Agua: 21°C	Temperatura Sala: 24°C	Temperatura Hgón.: 25°C
------------------------	------------------------	-------------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 6 cms
------------------------	-----------------------------

Densidad Secca Media: 2,152 Kg/dm³ Porosidad Aparente : 21,8%
--

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : C-8D AMASADA N° : 2	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 8/10/84
--	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	1,88	—	2,30	—	—

	PROCEDENCIA	KGS/... ls.	Volumen de Mezcla Obtenido: 71,217 ls Incremento Real Mezcla: 1,7% $\frac{f_{cm7}}{f_{cm28}} = 0,65$ $\frac{f_{cm28}}{f_{cm90}} = 0,90$
CEMENTO PA-350	ISLAS - CESA 5-6-84	22,080	
ARENA	GANDO	52,164	
	—	—	
GRAVA	5/10 CARRIZAL	81,627	
AGUA		17,940	

Temperatura Agua: 23,6°C	Temperatura Sala: 23,6°C	Temperatura Hgón.: 25,0°C
--------------------------	--------------------------	---------------------------

TRABAJABILIDAD: BUENA	DESCENSO CONO ABRAMS: 8 cms
-----------------------	-----------------------------

--

DOSIFICACION.

Arena amarilla: $m_1=1,06$
 Arena machaqueo: $m_2=2,59$ $mt_2=2,31$ (modificado)
 Arido 5-10 : $m_3=6,00$ $mt_3=3,20$ (modificado)
 Arido 10-20 : $m_4=7,00$ $mt_4=4,17$ (Bolomey)
 Cantidad de cemento: 320 kg/m³. Agua: 230 ls
 Porcentaje de cemento: $t_0=12,98$ %;
 $t_0+t_1+t_2+t_3=74,47$ %; $t_4=25,52$;
 $t_0+t_1+t_2=56,5$ %; $t_3=17,97$;
 $t_1=11,62$ %; $t_2=31,9$ %.

Cemento: 795 x 0,1298 =103,19ls;x3,10 =320 kg
 Arena : 795 x 0,116 = 92,22ls;x2,80 =258 kg
 Arena 1: 795 x 0,319 =253,6 ls;x3,02 =766 kg
 Arido 5-10:795 x 0,179 =142,3 ls;x2,79 =397 kg
 ARido 10-20:" x 0,255 =202,7 ls;x 2,79=566 kg

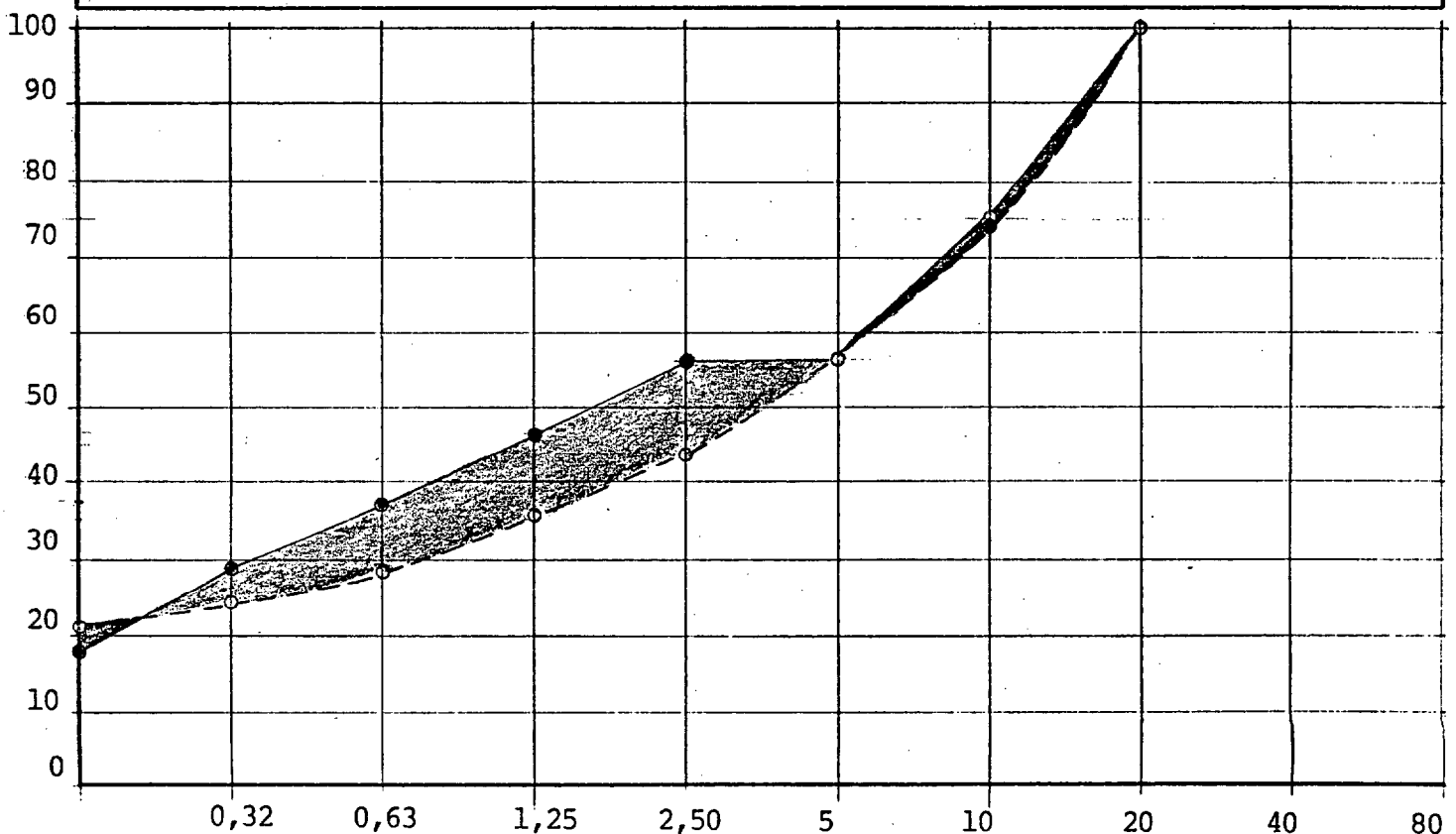
ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN.°
80	0
40	0
20	0
10	25,5
5	43,4
2,5	43,8
1,25	53,0
0,63	62,6
0,32	70,8
0,16	81,8

modulo granulométrico = 3,81

OBSERVACIONES

Para una amasada de 50 ls se obtuvo 70,15 ls, lo que supone un 40% de incremento real de la mezcla. Se ha de humedecer previamente el picón al objeto de impedir la rápida absorción del agua de la amasada.



fecte

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : F-4D AMASADA N° :	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 22/10/84
--	--

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento	Arena 1	Arena 2	5-10	10-20	20-40
	1	0,64	1,75	1,83	2,57	

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	
CEMENTO	ISLAS - CESA 16-10-84	16,000	Pzso Medio Probeta Seca: 9,707 Kg Pzso Medio Probeta Saturada: 10,790 Kg Absorción: 11,15% $f_{cm7} / f_{cm28} = 0,63$ $f_{cm28} / f_{cm90} = 0,93$
	GANDO	9,200	
ARENA	0/5 CARBIZAL	27,300	
	5/10 PICÓN	20,150	
GRAVA			
AGUA		11,500	

Temperatura Agua: 24,2°C	Temperatura Sala: 24,5°C	Temperatura Hgón.: 26,4°C
--------------------------	--------------------------	---------------------------

TRABAJABILIDAD: BUENA	DESCENSO CONO ABRAMS: 2 cms
-----------------------	-----------------------------

Densidad Seca Media: 1,831 Kg/dm³
 Porosidad aparente : 20,4%

Nota. -
 Se ha comprobado, tras varios ensayos, la imposibilidad de obtener una masa cohesiva con consistencia blanda, para este tipo de arido.

arquitecto

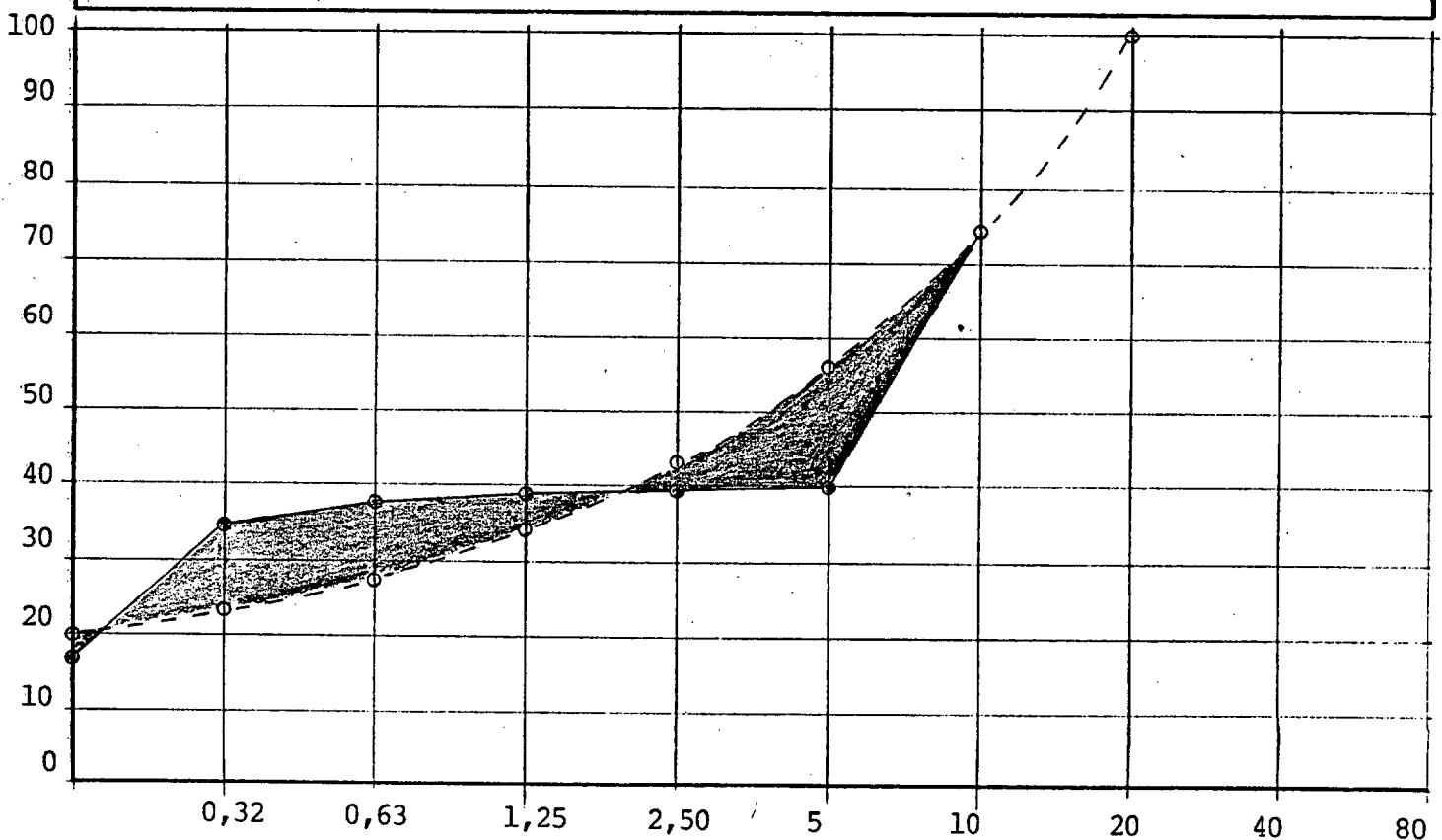
DOSIFICACION.

Arena amarilla: $m_1=1,06$
 Arido 5-10: $m_2=6,00 \dots \dots m_2=3,20$ (modificado)
 Arido 10-20: $m_3=7,00 \dots \dots m_3=4,17$ (Bölomey).
 Cantidad de cemento: 320 kg/m³. Agua: 230 ls.
 Porcentaje de cemento: $t_0 = 12,98 \%$
 $t_0+t_1+t_2 = 74,47 \%$; $t_1=26,44 \%$; $t_2=35,05\%$; $t_3=25,53\%$
 Cemento: $795 \times 0,1298 = 103,19$ ls; $\times 3,10 = 320$ kg;
 Arena l: $795 \times 0,2644 = 210,19$ ls; $\times 2,80 = 589$ kg;
 Arido 5-10: $795 \times 0,3505 = 278,65$ ls; $\times 2,79 = 777$ kg;
 Arido 10-20: $795 \times 0,2553 = 202,96$ ls; $\times 2,79 = 566$ kg;

ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN.º
80	0
40	0
20	0
10	25,5
5	60,5
2,5	60,5
1,25	61,1
0,63	61,9
0,32	64,8
0,16	82,4
modulo granulométrico = 4,17	

OBSERVACIONES : Para una amasada de 50 ls, se ha obtenido 71 ls, lo que supone un incremento real de la mezcla del 42%. Se humedece previamente el picón para impedir la rápida absorción del agua de amasado.



ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82.
METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242.
DOSIFICACION : P-60 AMASADA N° : 1

LABORATORIO E.T.S.A.L.P.
FECHA ENSAYO: 5/11/84

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 1,46	Arena 2	5-10 3,58	10-20 1,23	20-40
--------------------------	--------------	-----------------	---------	--------------	---------------	-------

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Volumen de Mezcla Obtenido: 50 ls (efectuandose reduccion 42% de sus componentes). Peso Medio Probeta Secca: 9,027 Kg Peso Medio Probeta Saturada: 10,045 " Absorción: 11,27% $\frac{f_{CUM}}{f_{CUMEB}} = 0,74$ $\frac{f_{CUMEB}}{f_{CAM90}} = 0,76$
CEMENTO	ISLAS - CESA 16-10-84	16,000	
ARENA	GANDO	24,520	
GRAVA	5/10 PICÓN	27,215	
	10/20 PICÓN	15,935	
AGUA		11,500	

Temperatura Agua: 23,5°C	Temperatura Sala: 23,3°C	Temperatura Hgón.: 24,6°C
--------------------------	--------------------------	---------------------------

TRABAJABILIDAD: NORMAL	DESCENSO CONO ABRAMS: 2 cms
------------------------	-----------------------------

Densidad Secca Media: 1,702 Kg/dm³
Porosidad Aparente: 19,3%

DOSIFICACION.

Arena amarilla: $m_1 = 1,06$
 Arido 5-10: $m_2 = 6,00 \dots \dots \dots m_{t_2} = 3,38$
 Cantidad de cemento: 320 kg/m³; Agua: 260 ls;
 Porcentaje de cemento: $t_0 = 13,49\%$
 $100(6,00 - 3,38) - 13,39 \times 6,00$
 $t_1 = \frac{\dots \dots \dots}{6,00 - 1,06} = 36,65\%$
 Cemento: $765 \times 0,1349 = 103,19 \text{ ls}; \times 3,10 = 320 \text{ kg}$
 Arena : $765 \times 0,3665 = 280,37 \text{ ls}; \times 2,80 = 785 \text{ kg}$
 Arido 5-10: $765 \times 0,4986 = 381,42 \text{ ls}; \times 2,79 = 1064 \text{ kg}$

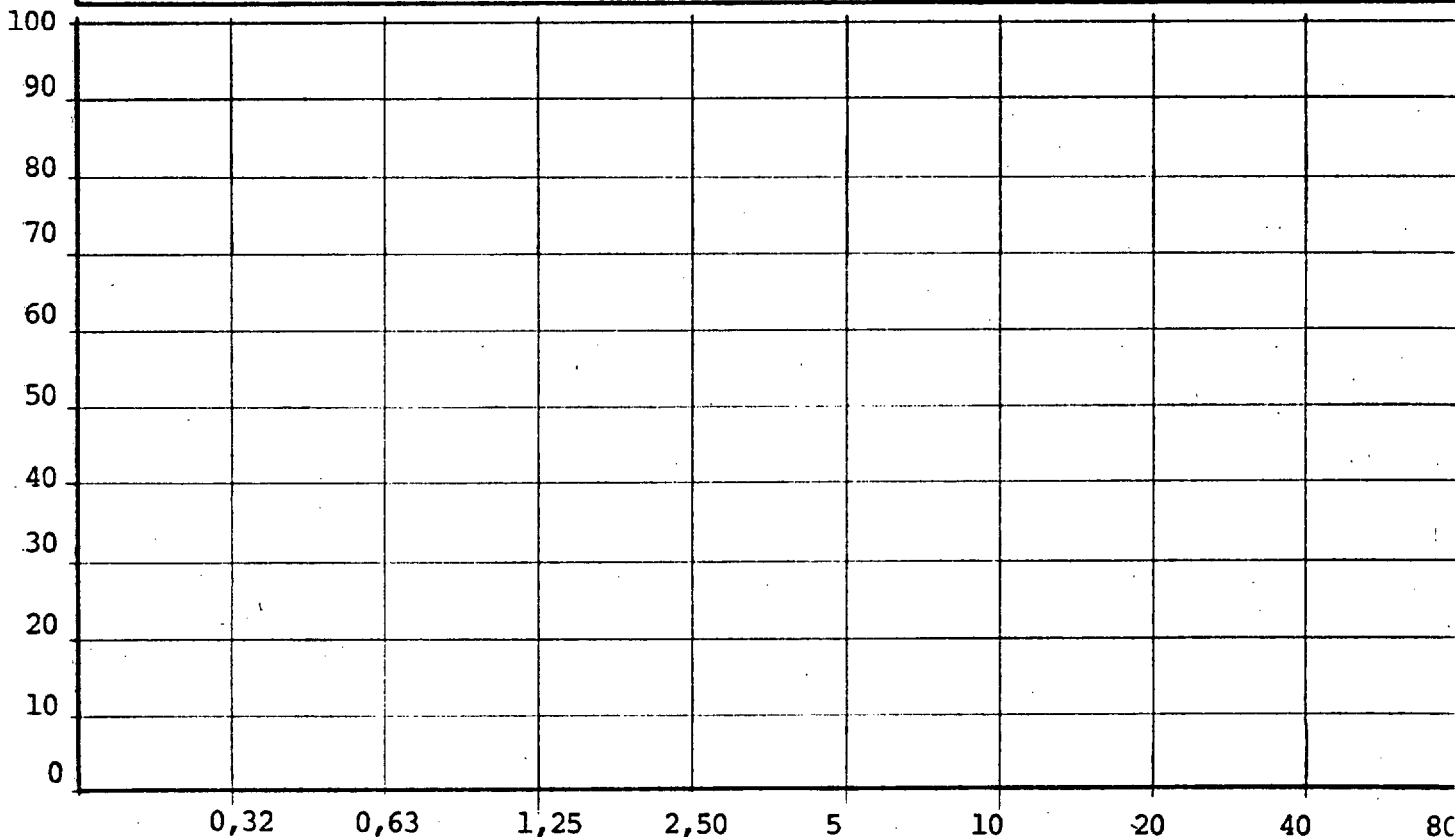
ARIDO MEZCLA

TAMIZ	% RETEN. °
80	
40	
20	
10	
5	
2,5	
1,25	
0,63	
0,32	
0,16	

modulo granulométrico =

OBSERVACIONES

Se ha practicado la corección del 40% de los componentes, que es el incremento experimentado por la masa, y se ha humedecido previamente el picón para evitar que absorba el agua de amasado.



Recto

ENSAYO PREVIO DE HORMIGON.- ART°67°-EH 82. METODOS DE ENSAYO: UNE7240 y UNE 7242. DOSIFICACION : P-8D AMASADA N° : 1	LABORATORIO E.T.S.A.L.P. FECHA ENSAYO: 8/11/84
--	---

DOSIFICACION VOLUMETRICA	Cemento 1	Arena 1 1,94	Arena 2	5-10 4,90	10-20	20-40
--------------------------	--------------	-----------------	---------	--------------	-------	-------

	PROCEDENCIA	KGS/50 ls.	Peso Medio Probeta Seca: 8,968 Kg Peso Medio Probeta Saturada: 10,154 Kg Absorción: 13,22% $f_{cu28}/f_{cu28} = 0,73$; $f_{cu28}/f_{cm90} = 0,82$
CEMENTO	ISLAS - CESA 16-10-84	16,000	
ARENA	GANDO	28,116	
GRAVA	5/10 PICÓN	38,157	
AGUA		13,000	

Temperatura Agua: 23°C	Temperatura Sala: 23°C	Temperatura Hgón.: 24,3°C
------------------------	------------------------	---------------------------

TRABAJABILIDAD: BUENA	DESCENSO CONO ABRAMS: 4 cms
-----------------------	-----------------------------

Densidad Seca Media: 1,691 Kg/dm ³ Porosidad Aparente : 22,3%

TIPO DE GRAVA: FONOLITA DE MACHAQUEO TIPO DE ARENA: AMARILLA DE PLAYA
 TAMAÑOS: 5/10, 10/20, 20/40 FONOLITA DE MACHAQUEO
 PROCEDENCIA : ARICAN PROCEDENCIA : GANDO/ARICAN

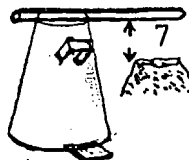
LABORATORIO E.T.S.A.L.P
 FECHA DE ENSAYO: Mar. 84
 ENSAYO N°: A-1D

carlos guigou fernandez
arquitecto

RELACION A/C= 0,64

CONSISTENCIA : BLANDA

DESCENSO MEDIO OBTENIDO
 EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS
 TIPO: P-A
 CATEGORIA: 350

ARENA 1	ARENA 2	5-10	10-20	20-40
tamaño m= 1,06	tamaño m= 4,13	m= 5,68	m= 6,76	m= 7,76
m _t = -	m _t = 2,11	m _t = 2,98	m _t = 3,95	m _t = 4,99
p _e = 2,80	p _e = 2,68	p _e = 2,68	p _e = 2,68	p _e = 2,68
d _{ap} = 1,384	d _{ap} = 1,471	d _{ap} = 1,383	d _{ap} =	d _{ap} = 1,357

DOSIFICACION COMPONENTES POR M ³		
	PESOS	VOL.AP.
CEMENTO :	320 Kg	291 Ls
ARENA 1 :	229 Kg	165 Ls
ARENA 2 :	403 Kg	274 Ls
ARIDO 5-10 :	289 Kg	209 Ls
ARIDO 10-20 :	410 Kg	296 Ls
ARIDO 20-40 :	600 Kg	442 Ls

AMASADAS				AMASADAS				AMASADAS			
1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°
29,3 T (165,8)	26,9 T (152,2)	27,5 T (155,6)	26,6 T (150,5)	43,6 T (246,7)	40,3 T (228,0)	48,1 T (272,2)	45,3 T (256,3)	50,0 T (282,9)	53,4 T (302,2)	58,1 T (328,7)	57,9 T (327,6)
30,8 T (174,3)	25,7 T (145,4)	28,6 T (161,8)	28,9 T (163,5)	45,4 T (256,9)	39,7 T (224,6)	41,9 T (237,1)	37,4 T (211,6)	59,5 T (336,7)	50,5 T (285,7)	58,7 T (332,1)	59,0 T (333,9)
				49,0 T (277,3)	39,7 T (224,6)	46,0 T (260,3)	39,8 T (225,2)				
170,0	148,8	158,7	157	260,3	225,7	256,5	231,0	309,8	293,9	330,4	330,7

OBSERVACIONES: Se apreció forma de rotura anormal a 28 días en probetas de 3° y 4° amasadas.

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 7 DIAS: 158,6 kp/cm²
 RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 28 DIAS: 243,3 kp/cm²
 RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 90 DIAS: 316,2 kp/cm²

TIPO DE GRAVA: FONOLITA-MACHAQUEO

TIPO DE ARENA: AMARILLA DE PLAYA
FONOLITA MACHAQUEO

LABORATORIO E.T.S.A.L.P

FECHA DE ENSAYO: Jun. 84

ENSAYO N°: A-1D'

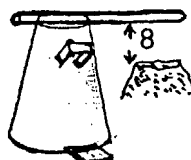
PROCEDENCIA : ARICAN

PROCEDENCIA : GANDO/ ARICAN

RELACION A/C= 0,64

CONSISTENCIA : Blanda

DESCENSO MEDIO OBTENIDO
EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS

TIPO: P-A
CATEGORIA: 350

ARENA 1	ARENA 2	5-10	10-20	20-40
tamaño	tamaño			
m= 1,06	m= 3,07	m= 5,68	m= 6,76	m= 7,76
m _t = -	m _t = 2,11	m _t = 2,98	m _t = 3,95	m _t = 4,99
p _e = 2,80	p _e = 2,68	p _e = 2,68	p _e = 2,68	p _e = 2,68
d _{ap} = 1,384	d _{ap} = 1,47	d _{ap} = 1,383	d _{ap} = 1,383	d _{ap} = 1,357

DOSIFICACION COMPONENTES POR M³

	PESOS	VOL.AP.
CEMENTO :	320 Kg	- Ls
ARENA 1 :	116 Kg	84,0 Ls
ARENA 2 :	505 Kg	344,0 Ls
ARIDO 5-10 :	289 Kg	209,0 Ls
ARIDO 10-20 :	410 Kg	296,0 Ls
ARIDO 20-40 :	600 Kg	442,0 Ls

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
36,0 T (203,7)			
34,3 T (194,0)			
53,0 T (299,9)			
198,8			

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
51,1 T (289,1)			
52,6 T (297,6)			
53,0 T (299,9)			
295,5			

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
70,5 T (398,9)			
60,0 T (339,5)			
369,2			

OBSERVACIONES:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 7 DIAS:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 28 DIAS:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 90 DIAS:

TIPO DE GRAVA: FONOLITA-MACHAQUEO

TIPO DE ARENA: FONOLITA DE MACHAQUEO

LABORATORIO E.T.S.A.L.P

FECHA DE ENSAYO: May/84

PROCEDENCIA : ARICAN

PROCEDENCIA : ARICAN

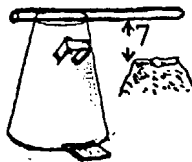
ENSAYO N°: A-2D

carlos gulgou fernández
arquitecto

RELACION A/C= 0,70

CONSISTENCIA : Blanda

DESCENSO MEDIO OBTENIDO
EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS

TIPO: P-A
CATEGORIA: 350

ARENA 1

ARENA 2

5-10

10-20

20-40

tamaño

tamaño

$m = -$

$m = 4,13$

$m = -$

$m = 6,76$

$m = 7,76$

$m_t = -$

$m_t = -$

$m_t = -$

$m_t = 3,95$

$m_t = 4,99$

$p_e = -$

$p_e = 2,68$

$p_e = -$

$p_e = 2,68$

$p_e = 2,68$

$d_{ap} = -$

$d_{ap} = 1,471$

$d_{ap} = -$

$d_{ap} = 1,383$

$d_{ap} = 1,357$

DOSIFICACION COMPONENTES POR M³

PESOS

VOL.AP.

CEMENTO : 320 Kg - Ls

ARENA 1 : - Kg - Ls

ARENA 2 : 954 Kg 649 Ls

ARIDO 5-10 : - Kg - Ls

ARIDO 10-20: 328 Kg 237 Ls

ARIDO 20-40: 585 Kg 431 Ls

AMASADAS

1° 2° 3° 4°



25,7 T 24,2 T 25,8 T 27,1 T
(145,4) (136,9) (146,0) (153,3)



27,8 T 25,1 T 26,9 T 26,9 T
(157,3) (142,0) (152,2) (152,2)

AMASADAS

1° 2° 3° 4°



43,2 T 37,9 T 44,0 T 43,6 T
(244,5) (214,4) (249,0) (246,7)



43,0 T 37,4 T 41,2 T 43,6 T
(243,3) (211,6) (233,1) (246,7)

AMASADAS

1° 2° 3° 4°



56,5 T 52,5 T 50,9 T 59,0 T
(319,7) (297,0) (288,0) (333,9)



60,0 T 56,0 T 52,5 T 51,2 T
(339,5) (316,9) (297,0) (289,7)

OBSERVACIONES: Se aprecia roturas por aplastamiento del tercio superior, por posible exceso de licuación en el proceso de pica-do.

151,3 139,4 149,1 152,7

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 7 DIAS: 148,1

244,2 213,5 235,0 242,3

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 28 DIAS: 233,7

329,6 306,9 292,5 311,8

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 90 DIAS: 310,2

TIPO DE GRAVA FONOLITA -MACHAQUEO

TIPO DE ARENA: AMARILLA DE PLAYA

LABORATORIO E.T.S.A.L.P

FECHA DE ENSAYO: Abril/84

PROCEDENCIA : ARICAN -GC

PROCEDENCIA : GANDO -GC

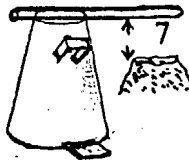
ENSAYO N°: A-3D'

carlos guigou fernandez
arquitecto

RELACION A/C= 0,65

CONSISTENCIA : Blanda

DESCENSO MEDIO OBTENIDO
EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS

TIPO: P-A
CATEGORIA: 350

ARENA 1	ARENA 2	5-10	10-20	20-40
tamaño	tamaño			
m= 1,06	m= -	m= 5,68	m= 6,76	m= 7,76
m _t = -	m _t = -	m _t = 2,98	m _t = 3,95	m _t = 4,99
p _e = 2,80	p _e = -	p _e = 2,68	p _e = 2,68	p _e = 2,68
d _{ap} = 1,384	d _{ap} = -	d _{ap} = 1,383	d _{ap} = 1,383	d _{ap} = 1,357

DOSIFICACION COMPONENTES POR M³

	PESOS	VOL.AP.
CEMENTO :	320 Kg	- Ls
ARENA 1 :	479 Kg	346 Ls
ARENA 2 :	- Kg	- Ls
ARIDO 5-10 :	556 Kg	402 Ls
ARIDO 10-20:	410 Kg	296 Ls
ARIDO 20-40:	483 Kg	356 Ls

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
45,7 T (258,6)	41,0 T (232,0)	31,7 T (179,3)	32,5 T (183,9)
42,1 T (238,2)	45,2 T (255,8)	32,9 T (186,1)	34,1 T (192,9)

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
45,5 T (257,4)	46,2 T (261,4)	47,1 T (266,5)	46,3 T (262,0)
48,2 T (272,8)	44,9 T (254,0)	46,1 T (260,9)	47,7 T (269,9)

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
60,0 T (339,5)	54,0 T (305,6)	55,5 T (314,0)	59,7 T (337,8)
63,5 T (359,3)	59,0 T (333,9)	54,1 T (306,1)	58,0 T (328,2)

OBSERVACIONES: Dispersión en rotu-
ras a 7 días por deficiente con-
fección de probetas.

46,5 T (263,1)	46,1 T (260,8)	47,7 T (269,9)	45,4 T (256,9)
248,4	243,9	182,7	188,4

46,5 T (263,1)	46,1 T (260,8)	47,7 T (269,9)	45,4 T (256,9)
264,4	258,7	265,7	262,9

46,5 T (263,1)	46,1 T (260,8)	47,7 T (269,9)	45,4 T (256,9)
349,4	319,7	310,0	333,0

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 7 DIAS: 215,8

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 28 DIAS: 262,9

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 90 DIAS: 328,0

TIPO DE GRAVA: FONOLITA DE MACHAQUEO
 TAMAÑOS: 5-10/10-20
 PROCEDENCIA :ARICAN- GRAN CANARIA

TIPO DE ARENA: AMARILLA DE PLAYA
 ARTIFICIAL DE MACHAQUEO
 PROCEDENCIA : GANDO/ ARICAN

LABORATORIO E.T.S.A.L.P
 FECHA DE ENSAYO: Mar/84
 ENSAYO N°: A-4D

RELACION A/C= 0,7

CONSISTENCIA : BLANDA

DESCENSO MEDIO OBTENIDO
 EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS
 TIPO: P-A
 CATEGORIA: 350

ARENA 1	ARENA 2	5-10	10-20	20-40
tamaño m= 1,06	tamaño m= 4,13	m= 5,68	m= 6,76	m=
m _t =	m _t = 2,31	m _t =3,20	m _t = 4,17	m _t =
P _e =2,8	P _e = 2,68	P _e =2,68	P _e = 2,68	P _e =
d _{ap} =1,384	d _{ap} =1,471	d _{ap} = 1,383	d _{ap} = 1,383	d _{ap} =

DOSIFICACION COMPONENTES POR M³

	PESOS	VOL.AP.
CEMENTO :	320 Kg	291 Ls
ARENA 1 :	322 Kg	233 Ls
ARENA 2 :	563 Kg	383 Ls
ARIDO 5-10	412 Kg	297 Ls
ARIDO 10-20	585 Kg	423 Ls
ARIDO 20-40:	- Kg	- Ls

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
31,5T (178,2)	27,7 T (156,7)	28,9 T (163,5)	28,7 T (162,4)
32,8T (185,6)	26,8 T (151,6)	28,2 T (159,6)	-

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
47,8 T (270,5)	44,8 T (253,5)	50,0 T (282,9)	48,0 T (271,6)
45,2 T (255,8)	42,7 T (241,6)	45,3 T (256,3)	46,6 T (263,7)
46,7 T (264,3)	46,0 T (260,3)	46,7 T (264,3)	47,1 T (266,5)
181,9	154,1	161,5	
263,5	251,8	267,8	267,2

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
61,5T (348,0)	55,2 T (312,4)	56,5T (319,7)	52,0 T (294,3)
65,0T (367,8)	56,3T (318,6)	55,0 T (311,2)	54,0 T (305,6)
357,9	315,5	315,5	300,0

OBSERVACIONES: Se observa formas de rotura anormales en probetas a 28 días.

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
 A 7 DIAS: 165,8 kp/cm²

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
 A 28 DIAS: 262,6 kp/cm²

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
 A 90 DIAS: 322,2 kp/cm²

TIPO DE GRAVA: FONOLITA MACHAQUEO

TIPO DE ARENA: AMARILLA DE PLAYA

FONOLITA DE MACHAQUEO

LABORATORIO E.T.S.A.L.P

FECHA DE ENSAYO: Jun/84

ENSAYO N°: A-4D'

PROCEDENCIA : ARICAN-GC

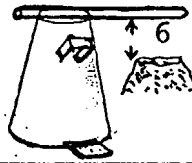
PROCEDENCIA : GANDO- ARICAN

Carlos guilgou fernández
arquitecto

RELACION A/C= 0,71

CONSISTENCIA : Blanda

DESCENSO MEDIO OBTENIDO
EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS

TIPO: P-A
CATEGORIA: 350

ARENA 1	ARENA 2	5-10	10-20	20-40
tamaño	tamaño			
$m = 1,06$	$m = 3,07$	$m = 5,68$	$m = 6,76$	$m = -$
$m_t = -$	$m_t = 2,31$	$m_t = 3,20$	$m_t = 4,17$	$m_t = -$
$p_e = 2,80$	$p_e = 2,68$	$p_e = 2,68$	$p_e = 2,68$	$p_e = -$
$d_{ap} = 1,384$	$d_{ap} = 1,47$	$d_{ap} = 1,383$	$d_{ap} = 1,383$	$d_{ap} = -$

DOSIFICACION COMPONENTES POR M³

	PESOS	VOL.AP.
CEMENTO :	320 Kg	- Ls
ARENA 1 :	190 Kg	137 Ls
ARENA 2 :	682 Kg	464 Ls
ARIDO 5-10 :	409 Kg	296 Ls
ARIDO 10-20:	582 Kg	421 Ls
ARIDO 20-40:	- Kg	- Ls

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
29,5T (166,9)			
29,5 T (166,9)			
166,9			

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
48,4 T (273,9)			
46,2T (261,4)			
49,5T (280,1)			
271,8			

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
60,0 T (339,5)			
55,5 T (314,1)			
326,8			

OBSERVACIONES:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 7 DIAS:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 28 DIAS:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 90 DIAS:

TIPO DE GRAVA: FONOLITA DE MACHAQUEO TIPO DE ARENA: FONOLITA DE MACHAQUEO

LABORATORIO E.T.S.A.L.P

FECHA DE ENSAYO: Feb. 85

PROCEDENCIA : ARICAN- GC

PROCEDENCIA : ARICAN- GC

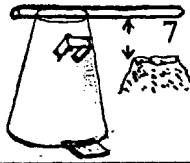
ENSAYO N°: A-5D'

Carlos Guigou Fernández
arquitecto

RELACION A/C= 0,75

CONSISTENCIA : Blanda

DESCENSO MEDIO OBTENIDO EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS

TIPO: P-A
CATEGORIA: 350

ARENA 1

ARENA 2

5-10

10-20

20-40

tamaño

tamaño

$m = 3,07$

$m = -$

$m = 5,68$

$m = 6,76$

$m = -$

$m_t = -$

$m_t = -$

$m_t = 3,20$

$m_t = 4,17$

$m_t = -$

$p_e = 2,68$

$p_e = -$

$p_e = 2,68$

$p_e = 2,68$

$p_e = -$

$d_{ap} = 1,47$

$d_{ap} = -$

$d_{ap} = 1,383$

$d_{ap} = 1,383$

$d_{ap} = -$

DOSIFICACION COMPONENTES POR M³

	PESOS	VOL.AP.
CEMENTO :	320 Kg	- Ls
ARENA 1 :	835 Kg	568 Ls
ARENA 2 :	- Kg	- Ls
ARIDO 5-10 :	401 Kg	290 Ls
ARIDO 10-20:	565 Kg	408 Ls
ARIDO 20-40:	- Kg	- Ls

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
26,3 T (148,9)			
25,3 T (143,2)			
24,8 T (140,3)			
144,0			

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
41,2T (248,7)			
40,2T (247,5)			
40,6 T (246,8)			
247,6			

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
48,3 T (273,4)			
47,0 T (266,0)			
269,7			

OBSERVACIONES:

Se observa rotura por aplastamiento del tercio superior en probeta a 7 días por confección deficiente.

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 7 DIAS: 144 kp/cm²

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 28 DIAS: 248 kp/cm²

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 90 DIAS: 270 kp/cm²

TIPO DE GRAVA: FONOLITA DE MACHAQUEO
 TAMAÑOS: 5-10,10-20.
 PROCEDENCIA : ARICAN-GRAN CANARIA

TIPO DE ARENA: AMARILLA DE PLAYA
 PROCEDENCIA : GANDO -GRAN CANARIA

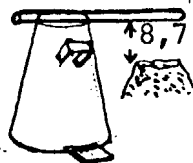
LABORATORIO E.T.S.A.L.P
 FECHA DE ENSAYO: Feb/84
 ENSAYO N°: A-6D

carlos gilgou fernández
arquitecto

RELACION A/C= 0,7

CONSISTENCIA : BLANDA

DESCENSO MEDIO OBTENIDO
 EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS

TIPO: P-A
 CATEGORIA: 350

ARENA 1	ARENA 2	5-10	10-20	20-40
tamaño m= 1,06	tamaño m=	m= 5,68	m=6,76	m=
m _t =	m _t =	m _t =3,20	m _t =4,17	m _t =
p _e = 2,80	p _e =	p _e =2,68	p _e = 2,68	p _e =
d _{ap} = 1,384	d _{ap} = -	d _{ap} =1,383	d _{ap} = 1,383	d _{ap} = -

DOSIFICACION COMPONENTES POR M³

	PESOS		VOL.AP.	
CEMENTO :	320 Kg		291 Ls	
ARENA 1 :	519 Kg		375 Ls	
ARENA 2 :	- Kg		- Ls	
ARIDO 5-10 :	785 Kg		568 Ls	
ARIDO 10-20:	585 Kg		423 Ls	
ARIDO 20-40:	- Kg		- Ls	

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
27,7 T (156,7)	32,1 T (181,6)	29,7 T (168,10)	28,8 T (162,9)
29,3 T (165,8)	32,2 T (182,2)	30,1 T (170,3)	-

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
44,4 T (251,2)	50,9T (288)	46,5T (263,1)	45,9 T (259,7)
43,0 T (243,3)	50,2T (284)	46,0T (260,3)	47,2T (267,1)

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
55,5 T (314,1)	56,0 T (317,0)	58,0 T (328,0)	50,0 T (282,9)
	56,8 T (321,4)	56,5T (319,7)	

OBSERVACIONES:

Aplastamiento en el tercio superior de probetas a 90 días por excesiva licuación durante el picado.

161,2	181,9	169,2	

44,3T (250,6)	49,6T (280,7)	44,4T (251,2)	46,7T (264,2)
248,3	284,2	258,2	263,6

	319,2	323,9	

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
 A 7 DIAS: 170,7 kp/cm²

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
 A 28 DIAS: 263,5 kp/cm²

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
 A 90 DIAS: 309,5 kp/cm²

TIPO DE GRAVA: FONOLITA DE MACHAQUEO TIPO DE ARENA: AMARILLA DE PLAYA

LABORATORIO E.T.S.A.L.P

PROCEDENCIA : ARICAN- GRAN CANARIA PROCEDENCIA : GANDO- GRAN CANARIA

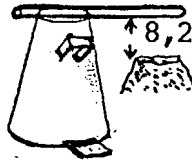
FECHA DE ENSAYO: 15/5/84

ENSAYO N°: A-8D

RELACION A/C= 0,81

CONSISTENCIA : BLANDA

DESCENSO MEDIO OBTENIDO EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS

TIPO: P-A
CATEGORIA: 350

ARENA 1	ARENA 2	5-10	10-20	20-40
tamaño	tamaño			
m= 1,06	m=	m= 5,68	m=	m=
m _t = -	m _t =	m _t = 3,38	m _t =	m _t =
P _e = 2,80	P _e =	P _e = 2,68	P _e =	P _e =
d _{ap} = 1,384	d _{ap} =	d _{ap} = 1,383	d _{ap} =	d _{ap} =

DOSIFICACION COMPONENTES POR M³

	PESOS	VOL.AP.
CEMENTO :	320 Kg	- Ls
ARENA 1 :	711 Kg	514 Ls
ARENA 2 :	- Kg	- Ls
ARIDO 5-10 :	1.093 Kg	790 Ls
ARIDO 10-20:	Kg	Ls
ARIDO 20-40:	Kg	Ls

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
23,0 T (130,1)	23,6 T (133,5)	23,8 T (134,6)	22,2 T (125,6)
22,7 T (128,4)	23,1 T (130,7)	22,3 (126,2)	22,9 T (129,6)
129,2	132,1	130,4	127,6

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
34,8 T (196,9)	34,7 T (196,3)	36,8 T (208,2)	37,3 T (211,1)
36,0 T (203,7)	34,8 T (196,9)	37,4 T (211,6)	33,2 T (187,9)
34,8 T (196,9)	34,6 T (195,8)	35,4 T (200,3)	37,4 T (211,6)
199,2	196,3	206,7	203,5

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
47,0 T (266,0)	40,0 T (226,3)	40,0 T (226,3)	44,5 T (251,8)
38,5 T (217,9)	39,5 T (223,5)	49,0 T (277,3)	41,5 T (234,8)
	224,9		243,3

OBSERVACIONES:

Se aprecia rotura anormal de probetas de 2° y 3° amasadas. Dispersión excesiva en roturas a 90 días.

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 7 DIAS: 129,8 kp/cm²

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 28 DIAS: 201,4 kp/cm²

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 90 DIAS: 234,1 kp/cm²

TIPO DE GRAVA: FONOLITA MACHAQUEO TIPO DE ARENA: AMARILLA DE PLAYA

LABORATORIO E.T.S.A.L.P

PROCEDENCIA : ARICAN - GC

PROCEDENCIA : GANDO -GC

FECHA DE ENSAYO: Feb/85

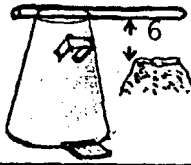
ENSAYO N°: A- 8D'

Rios Guilgou Ferrández
Quilcasto

RELACION A/C= 0,75

CONSISTENCIA : BLANDA

DESCENSO MEDIO OBTENIDO
EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS.

TIPO: P-A
CATEGORIA: 350

ARENA 1	ARENA 2	5-10	10-20	20-40
tamaño	tamaño			
m = 1,06	m = --	m = 5,68	m = --	m = --
m _t = -	m _t = --	m _t = 3,38	m _t = --	m _t = -
p _e = 2,80	p _e = -	p _e = 2,68	p _e = -	p _e = -
d _{ap} = 1,384	d _{ap} = -	d _{ap} = 1,383	d _{ap} = --	d _{ap} = --

DOSIFICACION COMPONENTES POR M³

	PESOS	VOL.AP.
CEMENTO :	320 Kg	- Ls
ARENA 1 :	713 Kg	515 Ls
ARENA 2 :	- Kg	- Ls
ARIDO 5-10 :	1.093Kg	790 Ls
ARIDO 10-20:	- Kg	- Ls
ARIDO 20-40:	- Kg	-- Ls

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
28,5 T (161,3)			
25,8 T (146,0)			
27,7 T (153,9)			

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
43,8T (247,9)			
43,6 T (246,7)			
44,9 T (254,1)			

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
52,4T (296,5)			
51,6T (292,0)			

OBSERVACIONES:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 7 DIAS: 154,0 Kp/cm²

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 28 DIAS: 250 Kp/cm²

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 90 DIAS: 294 Kp/cm²

TIPO DE GRAVA: BASALTO MACHAQUEO

TIPO DE ARENA: AMARILLA DE PLAYA
BASALTO DE MACHAQUEO

LABORATORIO E.T.S.A.L.P

PROCEDENCIA : CARRIZAL -- GC

PROCEDENCIA : GANDO/ CARRIZAL

FECHA DE ENSAYO: Jul/84

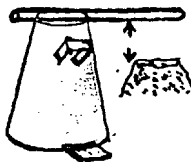
ENSAYO N°: C-1D

Iris gulgou fernandez gultaco

RELACION A/C= 0,67

CONSISTENCIA : BLANDA

DESCENSO MEDIO OBTENIDO
EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS

TIPO: P-A
CATEGORIA: 350

ARENA 1	ARENA 2	5-10	10-20	20-40
tamaño	tamaño			
m = 1,06	m = 2,59	m = 5,87	m = 7,04	m = 7,95
m _t = -	m _t = 2,11	m _t = 2,98	m _t = 3,95	m _t = 4,99
p _e = 2,80	p _e = 3,02	p _e = 3,02	p _e = 3,02	p _e = 3,02
d _{ap} = 1,384	d _{ap} = 1,501	d _{ap} = 1,402	d _{ap} = 1,414	d _{ap} = 1,380

DOSIFICACION COMPONENTES POR M³

	PESOS	VOL.AP.
CEMENTO :	320 Kg	290,9 Ls
ARENA 1 :	295 Kg	213,1 Ls
ARENA 2 :	548 Kg	365,1 Ls
ARIDO 5-10 :	320 Kg	222,2 Ls
ARIDO 10-20:	433 Kg	306,2 Ls
ARIDO 20-40:	525 Kg	380,4 Ls

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
33,7 T (190,7)	31,5 T (178,3)	32,7 T (185,1)	
32,9 T (186,1)	30,7 T (173,8)	31,4 T (177,7)	
188,4	176,1	181,4	

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
43,0 T (243,3)	46,1 T (260,9)	46,4 T (262,6)	
51,0 T (288,6)	47,0 T (266,0)	49,2 T (278,4)	
55,0 T (311,2)		45,0 T (254,6)	
281,0	263,5	265,2	

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
58,5 T (331,0)	53,1 T (300,5)	58,3 T (329,9)	
60,0 T (339,5)	54,2 T (306,7)	56,1 T (317,5)	
335,2	303,6	323,7	

OBSERVACIONES:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 7 DIAS: 182,0

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 28 DIAS: 270,0

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 90 DIAS: 320,8

TIPO DE GRAVA: BASALTO MACHAQUEO

TIPO DE ARENA: AMARILLA DE PLAYA
BASALTO DE MACHAQUEO

LABORATORIO E.T.S.A.L.P

FECHA DE ENSAYO: Feb/85

PROCEDENCIA : CARRIZAL - GC

PROCEDENCIA : GANDO / CARRIZAL

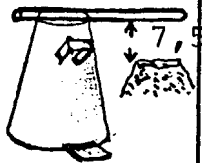
ENSAYO N°: C-4D

Carlos Guigou Fernández
Ingeniero

RELACION A/C= 0,71

CONSISTENCIA : BLANDA

DESCENSO MEDIO OBTENIDO
EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS

TIPO: P-A
CATEGORIA: 350

ARENA 1	ARENA 2	5-10	10-20	20-40
tamaño	tamaño			
m = 1,06	m = 2,59	m = 5,87	m = 7,04	m = -
m _t = -	m _t = 2,31	m _t = 3,20	m _t = 4,17	m _t = -
p _e = 1,384	p _e = 1,501	p _e = 1,402	p _e = 1,414	p _e = -
d _{ap} =	d _{ap} =	d _{ap} =	d _{ap} =	d _{ap} =

DOSIFICACION COMPONENTES POR M³

	PESOS	VOL.AP.
CEMENTO :	320 Kg	- Ls
ARENA 1 :	264 Kg	191 Ls
ARENA 2 :	561 Kg	374 Ls
ARIDO 5-10 :	612 Kg	437 Ls
ARIDO 10-20:	596 Kg	421 Ls
ARIDO 20-40:	- Kg	- Ls

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
26,7 T (151,1)			
26,9T (152,2)			
151,6			

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
44,5 T (251,8)			
44,4 T (251,2)			
251,3			

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
51,2T (289,6)			
50,8T (287,6)			
288,6			

OBSERVACIONES:

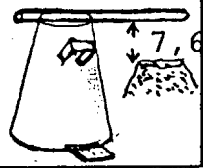
RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 7 DIAS:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 28 DIAS:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 90 DIAS:

TIPO DE GRAVA: BASALTO MACHAQUEO PROCEDENCIA : CARRIZAL_G.C.	TIPO DE ARENA: BASALTO DE MACHAQUEO PROCEDENCIA : CARRIZAL- GRAN CANARIA	LABORATORIO E.T.S.A.L.P FECHA DE ENSAYO: ENSAYO N°: C- 5D
---	---	---

RELACION A/C= 0,78
 CONSISTENCIA : BLANDA
 DESCENSO MEDIO OBTENIDO EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS TIPO: P-A CATEGORIA: 350	ARENA 1	ARENA 2	5-10	10-20	20-40
	tamaño $m =$ $m_t =$ $p_e =$ $d_{ap} =$	tamaño $m =$ $m_t =$ $p_e = 3,02$ $d_{ap} = 1,501$	$m =$ $m_t =$ $p_e = 3,02$ $d_{ap} = 1,402$	$m =$ $m_t =$ $p_e = 3,02$ $d_{ap} = 1,414$	$m =$ $m_t =$ $p_e =$ $d_{ap} =$

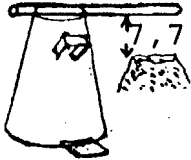
DOSIFICACION COMPONENTES POR M ³		
	PESOS	VOL.AP.
CEMENTO :	320 Kg	- Ls
ARENA 1 :	- Kg	- Ls
ARENA 2 :	866 Kg	577 Ls
ARIDO 5-10 :	571 Kg	407 Ls
ARIDO 10-20:	590 Kg	417 Ls
ARIDO 20-40:	- Kg	- Ls


























AMASADAS				AMASADAS				AMASADAS			
1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°
26,4 149,4				48,5 274,4				54,6 309,0			
26,7 151,0				42,3 239,4				53,1 300,5			
				46,5 263,1							
				150,2				259,0			
								305,0			

OBSERVACIONES:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 7 DIAS:	RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 28 DIAS:	RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 90 DIAS:
---	--	--

TIPO DE GRAVA: BASALTO MACHAQUEO PROCEDENCIA : CARRIZAL- G C	TIPO DE ARENA: AMARILLA DE PLAYA PROCEDENCIA : GANDO - GRAN CANARIA	LABORATORIO E.T.S.A.L.P FECHA DE ENSAYO: Oct. 84 ENSAYO N°: C-6D
---	--	--

RELACION A/C= 0,7 CONSISTENCIA : BIANDA DESCENSO MEDIO OBTENIDO EN CONO DE ABRAMS :		CEMENTO: DE LAS ISLAS TIPO: P-A CATEGORIA: 350	ARENA 1	ARENA 2	5-10	10-20	20-40
			tamaño m= 1,06 m _t = p _e =2,80 d _{ap} =1,384	tamaño m= m _t = p _e = d _{ap} =	m= m _t = p _e = 3,02 d _{ap} =1,402	m= m _t = p _e = 3,02 d _{ap} =1,414	m= m _t = p _e = d _{ap} =

DOSIFICACION COMPONENTES POR M ³	AMASADAS				AMASADAS				AMASADAS							
	PESOS		VOL.AP.		1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°
CEMENTO : 320 Kg	-	Ls														
ARENA 1 : 571 Kg	413	Ls	31,8	35,2	51,0	55,0			56,5	56,5						
ARENA 2 : - Kg	-	Ls	179,9	199,2	288,6	311,2			319,7	319,7						
ARIDO 5-10 : 867 Kg	618	Ls														
ARIDO 10-20: 606 Kg	429	Ls	32,7	36,7	46,0	57,3			56,2	56,6						
ARIDO 20-40: - Kg	-	Ls	185,0	207,7	260,3	324,3			318,0	320,3						
OBSERVACIONES:																
					48,5											
			182,5	203,5	274,4				274,4	317,7			318,9	320,0		
	RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 7 DIAS: 193,0				RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 28 DIAS: 296,1				RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 90 DIAS: 319,5							

TIPO DE GRAVA: BASALTO MACHAQUEO

TIPO DE ARENA: AMARILLA DE PLAYA

LABORATORIO E.T.S.A.L.P

PROCEDENCIA : CARRIZAL- G.C.

PROCEDENCIA : GANDO - GRAN CANARIA

FECHA DE ENSAYO: Oct. 84

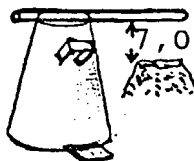
ENSAYO N°: C- 8D

Carlos gulgou fernandez
arquitecto

RELACION A/C= 0,81

CONSISTENCIA : BLANDA

DESCENSO MEDIO OBTENIDO EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS

TIPO: P-A
CATEGORIA: 350

ARENA 1

ARENA 2

5-10

10-20

20-40

tamaño

tamaño

$m = 1,06$

$m =$

$m = 5,87$

$m =$

$m =$

$m_t =$

$m_t =$

$m_t = 3,38$

$m_t =$

$m_t =$

$p_e = 2,80$

$p_e =$

$p_e = 3,02$

$p_e =$

$p_e =$

$d_{ap} = 1,384$

$d_{ap} =$

$d_{ap} = 1,402$

$d_{ap} =$

$d_{ap} =$

DOSIFICACION COMPONENTES POR M³

PESOS

VOL.AP.

CEMENTO : 320 Kg Ls

ARENA 1 : 756 Kg 546. Ls

ARENA 2 : Kg Ls

ARIDO 5-10 : 1.183 Kg 844 Ls

ARIDO 10-20: Kg Ls

ARIDO 20-40: Kg Ls

AMASADAS

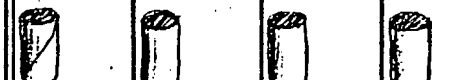
AMASADAS

AMASADAS

1° 2° 3° 4°

1° 2° 3° 4°

1° 2° 3° 4°



25,3 27,4
143,1 155,3

44,3 43,7
250,7 247,3

47,8 46,3
270,5 262,0



25,5 27,0
144,3 152,8

45,0 44,2
254,6 250,1

44,5 46,3
251,8 262,0



44,7
252,9

44,7
252,9

44,7
252,9

143,7 154,1

252,7 248,7

261,1 262,0

OBSERVACIONES:

Aplastamiento tercio superior en probeta 1ª amasada

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 7 DIAS: 148,9

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 28 DIAS: 251

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 90 DIAS: 261,6

TIPO DE GRAVA: PICÓN

TIPO DE ARENA: AMARILLA DE PLAYA
BASALTO DE MACHAQUEO

LABORATORIO E.T.S.A.L.P

PROCEDENCIA : ARTENARA-G.C.

PROCEDENCIA : GANDO/ CARRIZAL. GRAN CANARIA

FECHA DE ENSAYO: Oct. 84

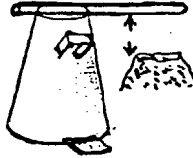
ENSAYO N°: P-4D

: arjos guigou fernández
rquitecto

RELACION A/C= 0,7

CONSISTENCIA : (x)

DESCENSO MEDIO OBTENIDO
EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS

TIPO: P-A
CATEGORIA: 350

ARENA 1

ARENA 2

5-10

10-20

20-40

tamaño

tamaño

$m = 1,06$

$m = 2,59$

$m = 6,00$

$m = 7,00$

$m =$

$m_t =$

$m_t = 2,31$

$m_t = 3,20$

$m_t = 4,17$

$m_t =$

$p_e = 2,80$

$p_e = 3,02$

$p_e = 2,79$

$p_e = 2,79$

$p_e =$

$d_{ap} = 1,384$

$d_{ap} = 1,501$

$d_{ap} = 0,745$

$d_{ap} = 0,727$

$d_{ap} =$

DOSIFICACION COMPONENTES POR M³

PESOS

VOL.AP.

CEMENTO : 320 Kg Ls

ARENA 1 : 258 Kg 186 Ls

ARENA 2 : 766 Kg 510 Ls

ARIDO 5-10 : 397 Kg 532,8 Ls

ARIDO 10-20 : 566 Kg 778,5 Ls

ARIDO 20-40 : Kg Ls

AMASADAS

1° 2° 3° 4°



29,5
166,9

AMASADAS

1° 2° 3° 4°



46,8
264,8

AMASADAS

1° 2° 3° 4°



51,4
290,9



29,5

166,9



47,2

267,1



49,5

280,1



46,3

262,1

166,9

264,6

285,5

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 7 DIAS:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 28 DIAS:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 90 DIAS:

OBSERVACIONES: La baja densidad del picón produce masas muy dóciles con consistencia seco-plástica. La consistencia blanda requiere una desmesurada cantidad de agua, dando masas sin cohesión.

TIPO DE GRAVA: PICON

TIPO DE ARENA: AMARILLA DE PLAYA

LABORATORIO E.T.S.A.L.P

PROCEDENCIA : ARTENARA-G.C.

PROCEDENCIA : GANDO_ -GRAN CANARIA

FECHA DE ENSAYO: Nov. 84

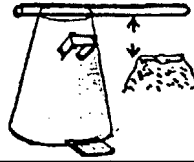
ENSAYO N°: P-6D

arlos guilgou fernández
arquitecto

RELACION A/C= 0,7

CONSISTENCIA : (x)

DESCENSO MEDIO OBTENIDO
EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS

TIPO: P-A
CATEGORIA: 350

ARENA 1	ARENA 2	5-10	10-20	20-40
tamaño	tamaño			
$m = 1,06$	$m =$	$m = 6,00$	$m = 7,00$	$m =$
$m_t =$	$m_t =$	$m_t = 3,20$	$m_t = 4,17$	$m_t =$
$p_e = 2,80$	$p_e =$	$p_e = 2,79$	$p_e = 2,79$	$p_e =$
$d_{ap} = 1,384$	$d_{ap} =$	$d_{ap} = 0,745$	$d_{ap} = 0,727$	$d_{ap} =$

DOSIFICACION COMPONENTES POR M³

	PESOS		VOL.AP.	
CEMENTO :	320	Kg		Ls
ARENA 1 :	589	Kg	425,5	Ls
ARENA 2 :		Kg		Ls
ARIDO 5-10 :	777	Kg	1042,9	Ls
ARIDO 10-20 :	566	Kg	359	Ls
ARIDO 20-40 :		Kg		Ls

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
24,8			
140,3			
24,1			
136,7			

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
35,0			
198,1			
29,3			
165,8			
34,6			
195,8			
138,5			

AMASADAS

1°	2°	3°	4°
42,4			
239,9			
239,9			

OBSERVACIONES:

Optima compacidad con consistencia seco-plástica .Disgregación con consistencia blanda.

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 7 DIAS:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 28 DIAS:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION
A 90 DIAS:

TIPO DE GRAVA: PICON

TIPO DE ARENA: AMARILLA DE PLAYA

LABORATORIO E.T.S.A.L.P

PROCEDENCIA :ARTENARA- G.C.

PROCEDENCIA : GANDO. GRAN CANARIA

FECHA DE ENSAYO: Nov. 84

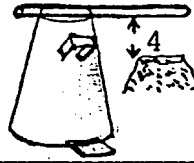
ENSAYO N°: P-8D

Iris Gilgou Fernández

RELACION A/C= 0,8

CONSISTENCIA : PLASTICA

DESCENSO MEDIO OBTENIDO EN CONO DE ABRAMS :



CEMENTO: DE LAS ISLAS

TIPO: P-A
CATEGORIA: 350

ARENA 1

tamaño

$m = 1,06$

$m_t =$

$p_e = 2,80$

$d_{ap} = 1,384$

ARENA 2

tamaño

$m =$

$m_t =$

$p_e =$

$d_{ap} =$

5-10

$m = 6,00$

$m_t = 3,38$

$p_e = 2,79$

$d_{ap} = 0,745$

10-20

$m =$

$m_t =$

$p_e =$

$d_{ap} =$

20-40

$m =$

$m_t =$

$p_e =$

$d_{ap} =$

DOSIFICACION COMPONENTES POR M³

PESOS

VOL.AP.

CEMENTO : 320 Kg Ls

ARENA 1 : 785 Kg 567 Ls

ARENA 2 : Kg Ls

ARIDO 5-10 : 1.064 Kg 1.428 Ls

ARIDO 10-20: Kg Ls

ARIDO 20-40: Kg Ls

AMASADAS

1° 2° 3° 4°



23,5
133,0

AMASADAS

1° 2° 3° 4°



32,3
182,8

AMASADAS

1° 2° 3° 4°



39,2
221,8



22,0
124,5



31,2
176,5



36,3
205,4



29,5
167,0

128,7

175,4

213,6

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 7 DIAS:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 28 DIAS:

RESISTENCIA MEDIA A COMPRESION A 90 DIAS:

5.5. - ENSAYOS DE TRACCION INDIRECTA.

La serie de ensayos a tracción indirecta del hormigón a las edades de 7, 28 y 90 días, se verificó en la prensa universal de 60 Tn de capacidad del laboratorio de la E.T.S.A.L.P. (diapositivas números 33-a y 33-b) --- siguiendo las prescripciones de la Norma NLT 309-69 "Ensayo - de resistencia a tracción indirecta de probetas cilíndricas - de hormigón hidráulico".

Las bandas interpuestas son de tablero - contrachapado, de 5 mm. de espesor.

La velocidad de carga se ha mantenido dentro de los límites prescritos de 350 ± 150 kg/seg.

La confección y curado de probetas se su jetó a idénticos criterios que para las probetas a compresión simple, dado que se obtuvieron de las mismas amasadas.

Talla

33-a
puesta en carga de probeta

Foto 9x11
Diap. 33

33-b
rotura de probeta

1) ARIDOS BASALTICOS.

DOSIFICACION		C-1D' -		TRACCION INDIRECTA		
	CARGA DE ROTURA		TENSION	fctb	fct	fctk
7 DIAS	16.380	17.280	22,93	24,19	20,03	
28 DIAS	20.380	20.680	28,53	28,95	24,43	31,2 x 0,45=
90 DIAS	20.680	20.880				14,04

DOSIFICACION		C-4D'		TRACCION INDIRECTA		
	CARGA DE ROTURA		TENSION	fctb	fct	fctk
7 DIAS	10.330	12.980	14,46	18,17	13,87	
28 DIAS	21.030	21.380	29,44	29,93	25,23	31,2 x 0,45=
90 DIAS						14,04

DOSIFICACION		C-5D		TRACCION INDIRECTA		
	CARGA DE ROTURA		TENSION	fctb	fct	fctk
7 DIAS	10.930	7.030	15,30	9,84	10,68	
28 DIAS	12.630	14.680	17,68	20,55	16,25	31,2 x 0,45=
90 DIAS	19.030	18.380	26,64	25,73	22,26	14,04

DOSIFICACION C-6D - TRACCION INDIRECTA

	CARGA DE ROTURA		TENSION		fct	fctk
			fctb			
7 DIAS	13.280	14.630	18,59	20,48	16,60	
28 DIAS	21.530	23.230	30,14	32,52	26,63	34,2 x
90 DIAS	22.930	22.530	32,10	31,54	27,05	0,45 = 15,39

2) ARIDOS FONOLITICOS.

DOSIFICACION A-1D' TRACCION INDIRECTA

	CARGA DE ROTURA		TENSION		fct	fctk
			fctb			
7 DIAS	13.030	11.430	18,24	16,00	14,55	
28 DIAS	22.930	25.930	32,10	36,30	29,07	34,2 x
90 DIAS						0,45 = 15,39

DOSIFICACION A-4D' TRACCION INDIRECTA

	CARGA DE ROTURA		TENSION		fct	fctk
			fctb			
7 DIAS	11.830	11.730	16,56	16,42	14,02	
28 DIAS	20.980	22.380	29,37	31,33	25,80	31,2 x
90 DIAS	22.830	25.230	31,96	35,32	28,59	0,45 = 14,04

DOSIFICACION A-5D' TRACCION INDIRECTA

	CARGA DE ROTURA		TENSION	fctb	fct	fctk
7 DIAS	12.520	12,770	17,53	17,87	15,04	
28 DIAS	21.230	18.630	29,72	26,08	23,71	31,2 x
90 DIAS	22.530	22.130	31,54	30,98	26,57	0,45 = 14,04

DOSIFICACION A-6D TRACCION INDIRECTA

	CARGA DE ROTURA		TENSION	fctb	fct	fctk
7 DIAS	(*)	13.680	(*)	19,15	16,28	
28 DIAS	22.780	21.030	31,89	29,44	26,06	31,2 x
90 DIAS	24.680	25.030	34,55	35,04	29,57	0,45= 14,04

(*) Ensayo Anulado.

DOSIFICACION A-8D' TRACCION INDIRECTA

	CARGA DE ROTURA		TENSION	fctb	fct	fctk
7 DIAS	12.630	12.630	17,68	17,68	15,03	
28 DIAS	20.530	19.080	28,74	26,71	23,56	
90 DIAS	21.730	21.330	30,42	29,86	25,62	

3) ARIDOS PIROCLASTICOS (PICON DE ARTENARA)

	DOSIFICACION P-4D -		TRACCION INDIRECTA			
	CARGA DE ROTURA		TENSION	fctb	fct	fctk
7 DIAS	12.830	10.930	17,96	15,30	14,13	
28 DIAS	18.980	18.130	26,57	25,38	22,07	31,2x 0,45=
90 DIAS	20.980(*)	21.730(*)	29,37	30,42	21,41	14,04

(*) Rotura a los 92 días.

	DOSIFICACION P-6D -		TRACCION INDIRECTA			
	CARGA DE ROTURA		TENSION	fctb	fct	fctk
7 DIAS	15.130	14.680	21,18	20,55	17,74	
28 DIAS	19.430	15.180	27,20	21,25	20,59	
90 DIAS	28.880	(*)	29,23	(*)	24,84	

(*) Ensayo Anulado.

	DOSIFICACION P-8D -		TRACCION INDIRECTA			
	CARGA DE ROTURA		TENSION	fctb	fct	fctk
7 DIAS	12.630	10.130	17,68	14,18	13,54	
28 DIAS	-	-	-	-	-	
90 DIAS	18.230	12.930	25,52	18,10	18,54	

5.6.- ENSAYOS DE MODULO DE DEFORMACION.

Para cada uno de los hormigones objeto de ensayo, se ha confeccionado una serie de 6 probetas, verificando ensayos de módulos de deformación de dos probetas para cada edad (7,28 y 90 días).

Aunque desde un punto de vista estricto es suficiente y correcto tomar $n=1$, se ha preferido $n=2$, ya que así se concede la oportunidad de conocer la corrección habida en la confección de las probetas y en el proceso de ensayo.

A este respecto, la Instrucción EH-88, - considera aberrantes los resultados derivados de una misma amasada, cuando la desviación de los mismos con respecto al valor medio supere el 15%.

Los ensayos se verificaron siguiendo, en lo posible, las prescripciones de la Norma ASTM C 469-65/75.

Las probetas fueron refrentadas, al igual que para los ensayos de compresión, con mortero de azufre fundido a una cara.

Se dispuso una velocidad de puesta en carga ajustada a 2,5 kg/cm²/seg.

Ante la no disponibilidad del compresómetro prescrito por la ASTM-C 469, las deformaciones se recogieron a través de palpador de carrera, con sensibilidad de

(foto nº34) en diagramas tensión-deformación dibujados por la cadena de extensometría Hewlett-Packard incorporada al módulo de mandos. Los diagramas se realizaron a escala 60 Ton/1:2.000. Las deformaciones, pues, se refieren a la longitud total de la probeta.

Foto nº 34

Diap. 34'

(*)

nº 34'. Ensayo de módulo de deformación

Habiéndose estimado, para cada hormigón y edad, la f_c por medio de las roturas a compresión simple, se realizaron dos ciclos de carga hasta 0,40 f_c , llegando, en un tercer ciclo, hasta la rotura de la probeta. Así se obtendrán también las diferencias habidas entre las resistencias a compresión simple y las correspondientes tras ensayo de módulo E_c .

(*) La Norma ASTM-C-469, prescribe el empleo de palpadores que actúen sobre una longitud no superior a los dos tercios de la longitud de la probeta.

carlos guigou fernández

ARQUITECTO

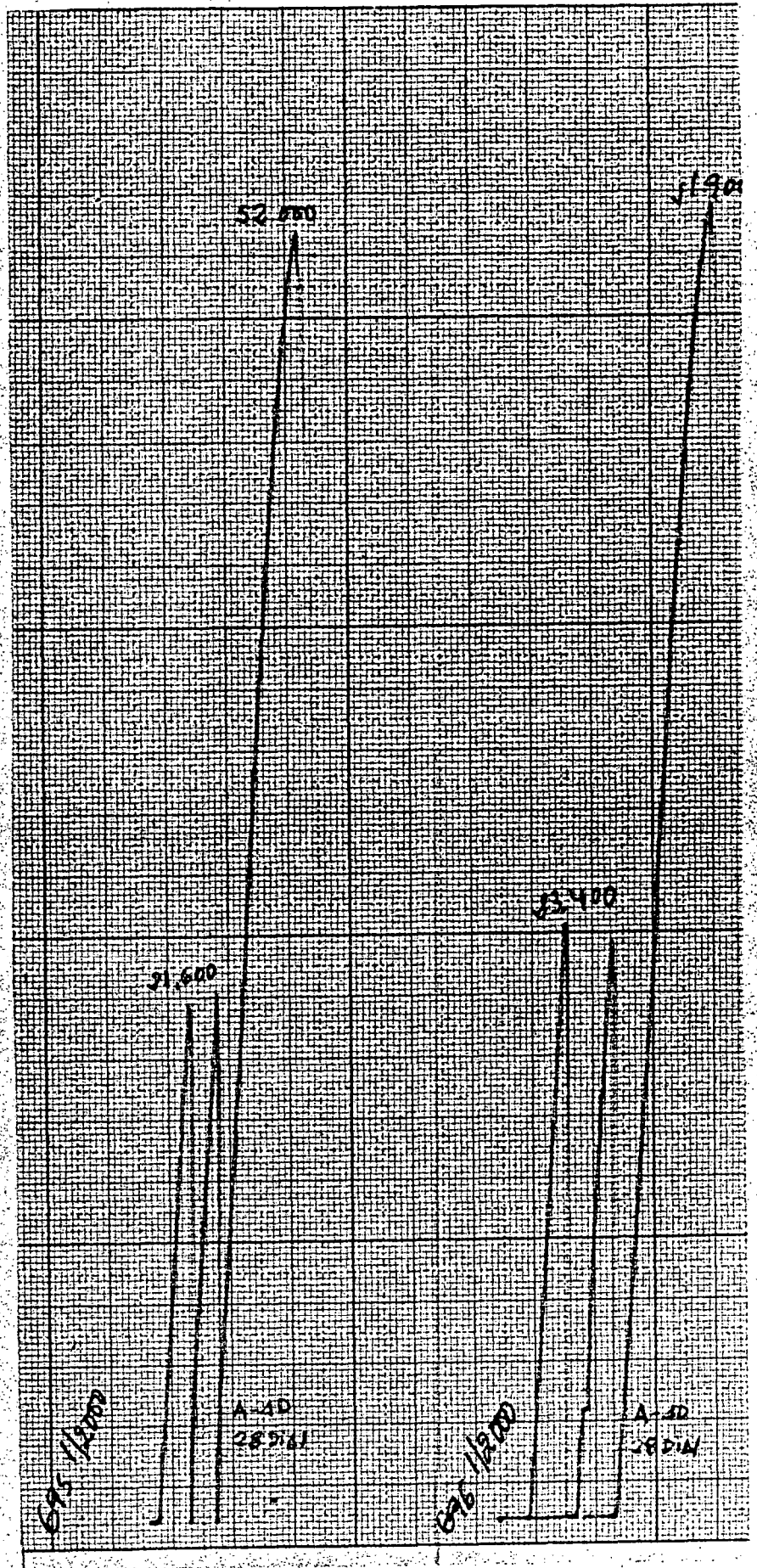
comodoro rolin, 4 b-1.º

teléfono: 228189

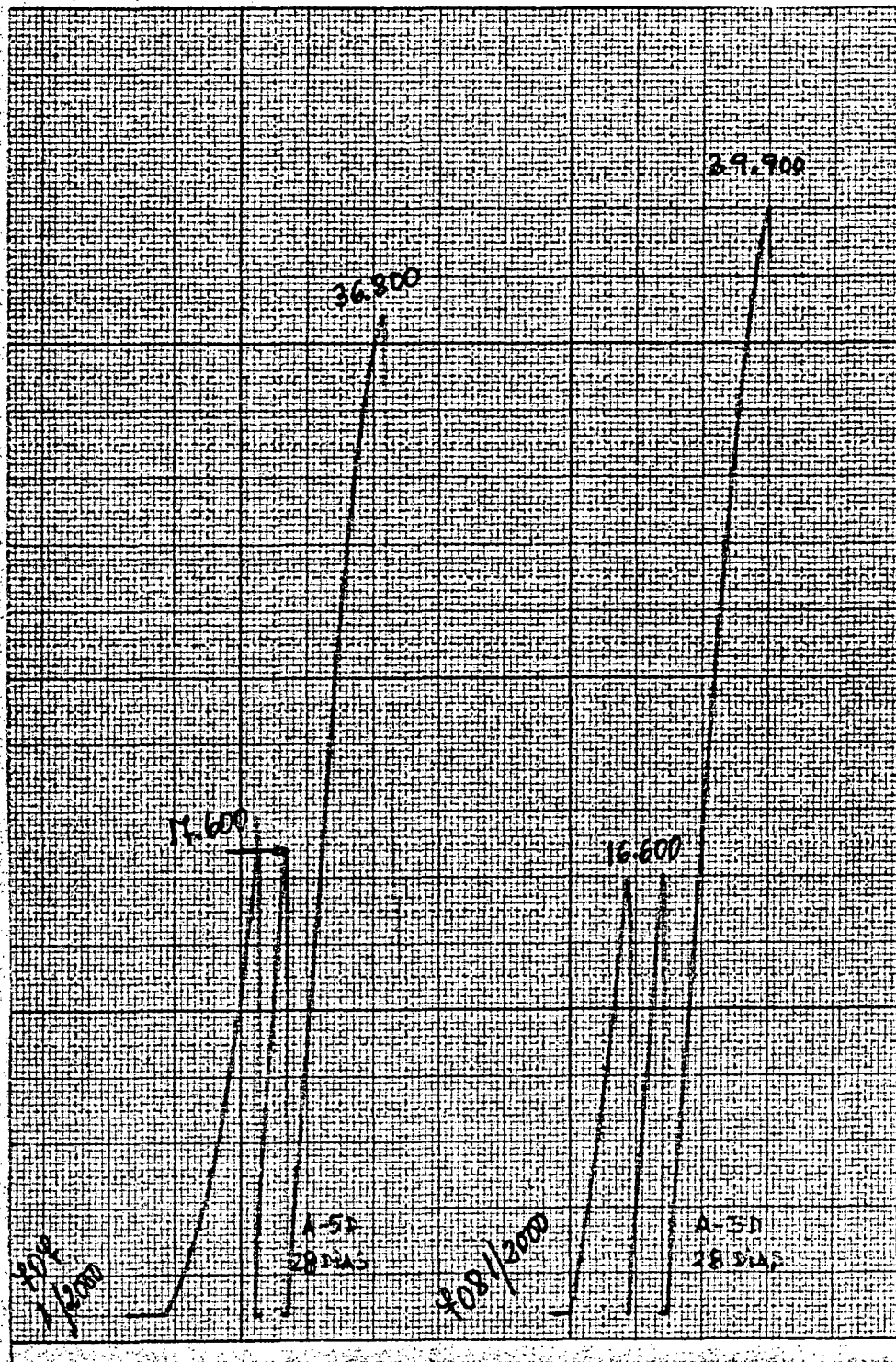
santa cruz de tenerife

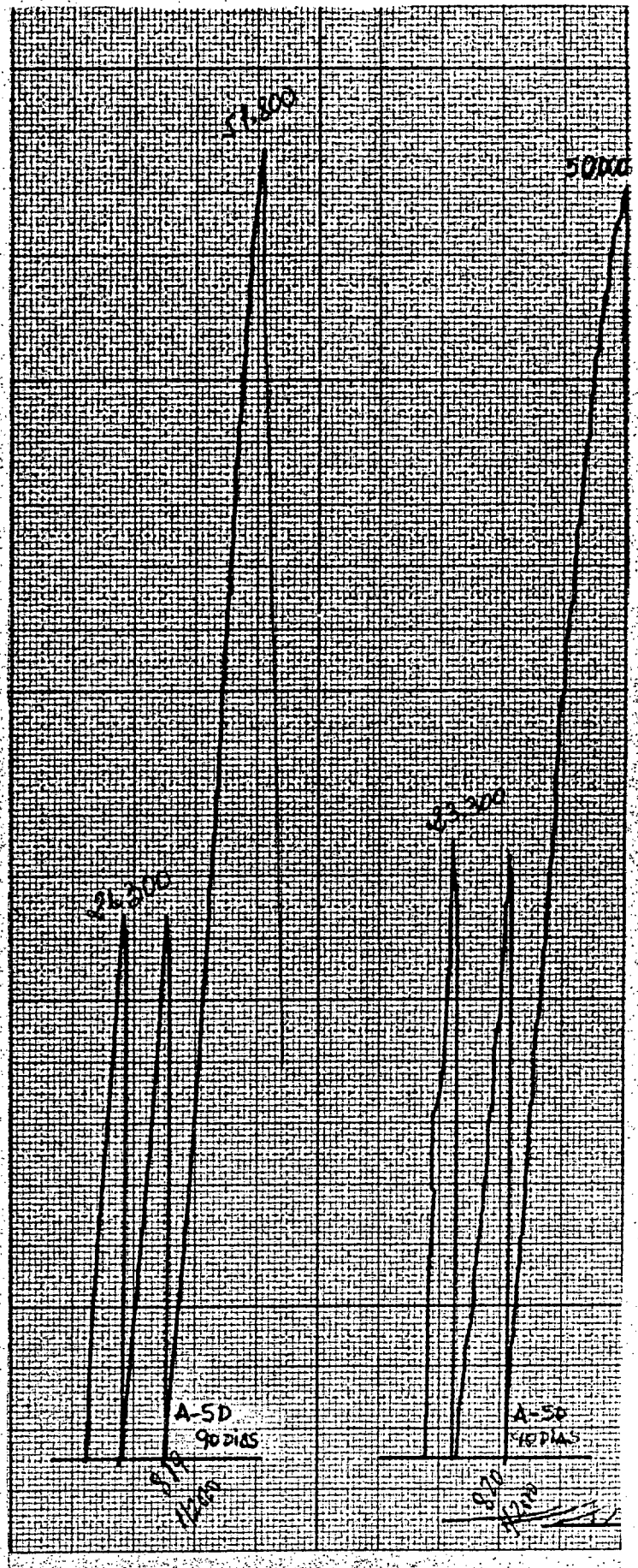
MODULO DE DEFORMACIÓN: GRAFICAS DE ENSAYOS

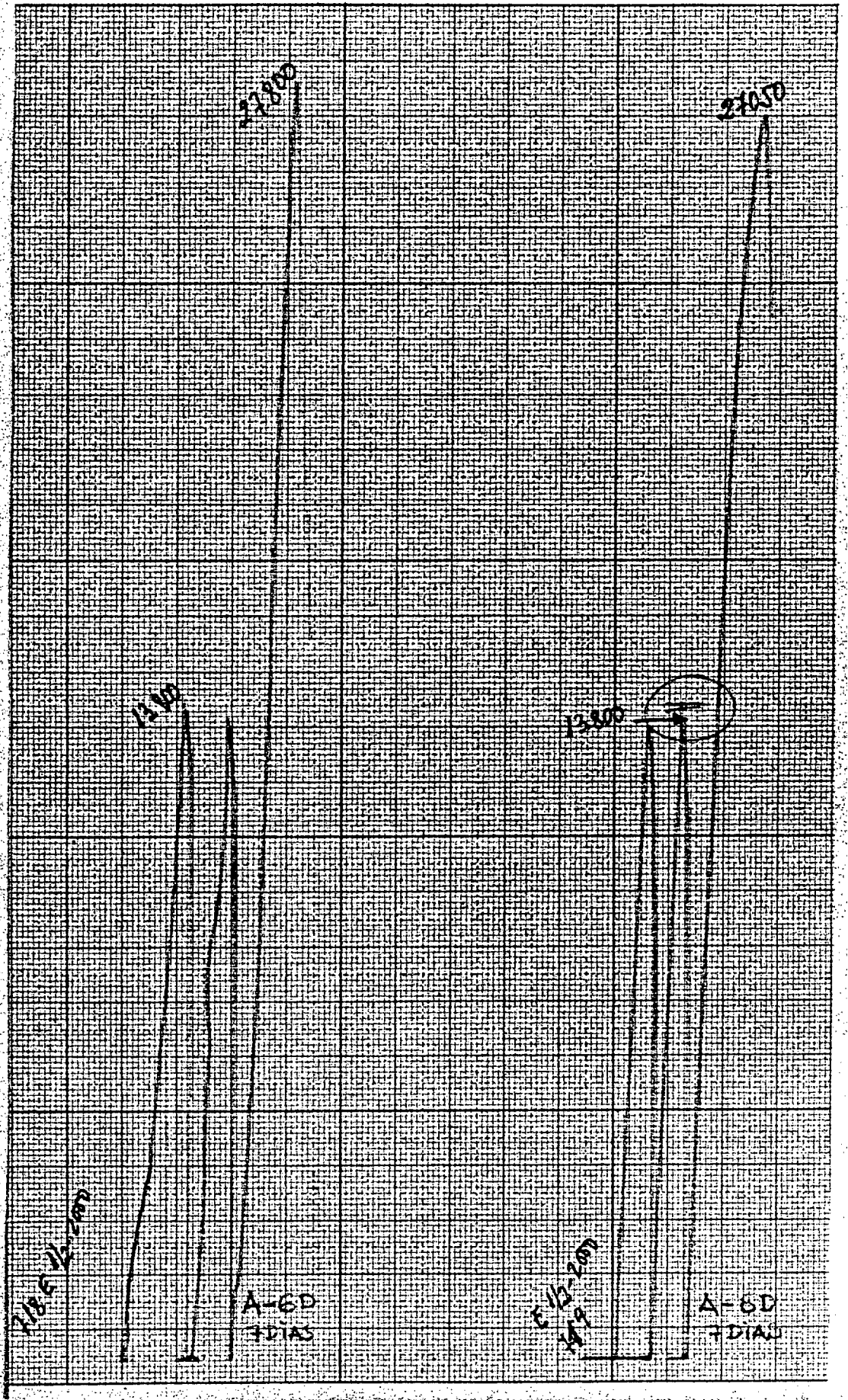
carlos guilgou fernández
arquitecto

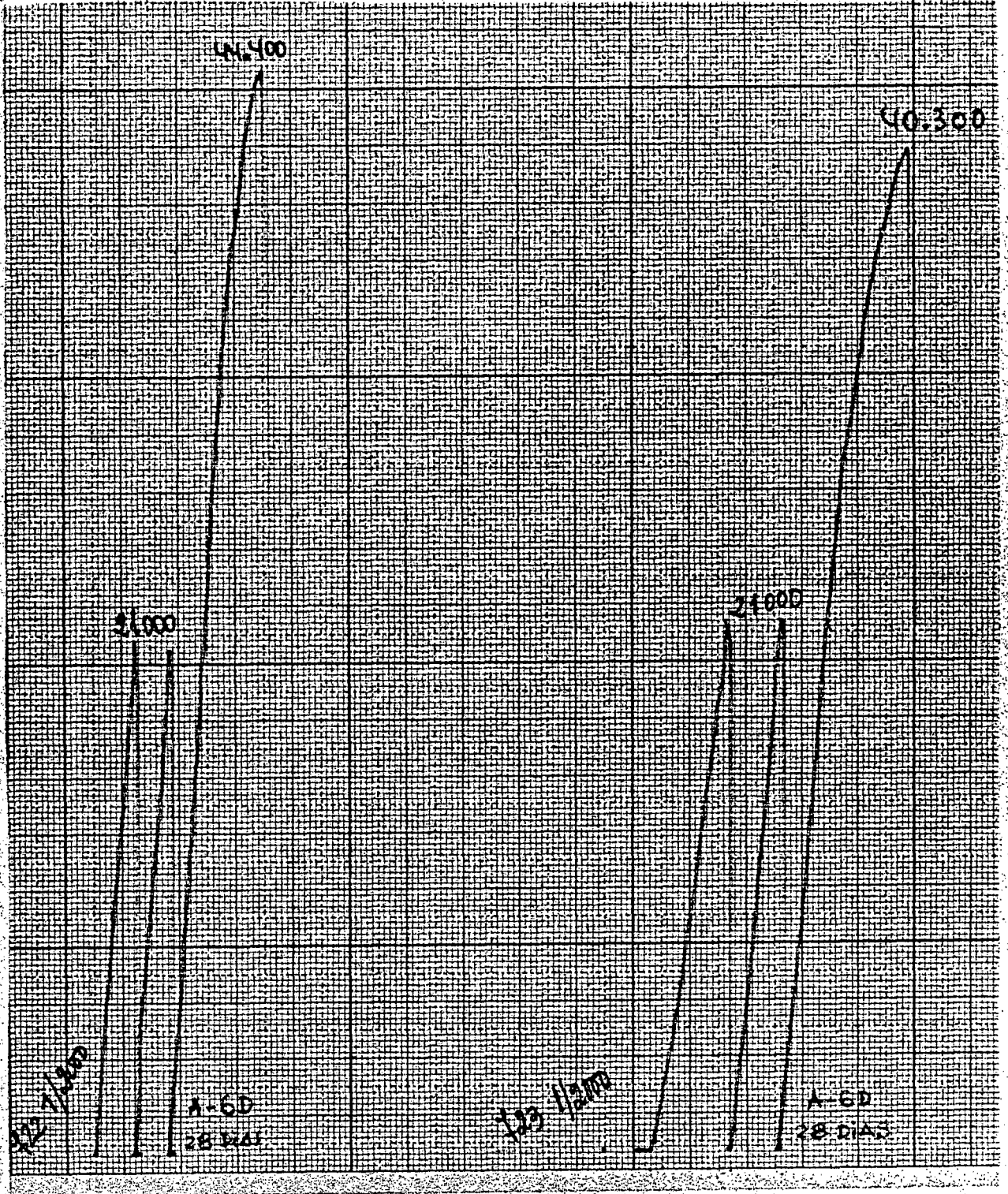


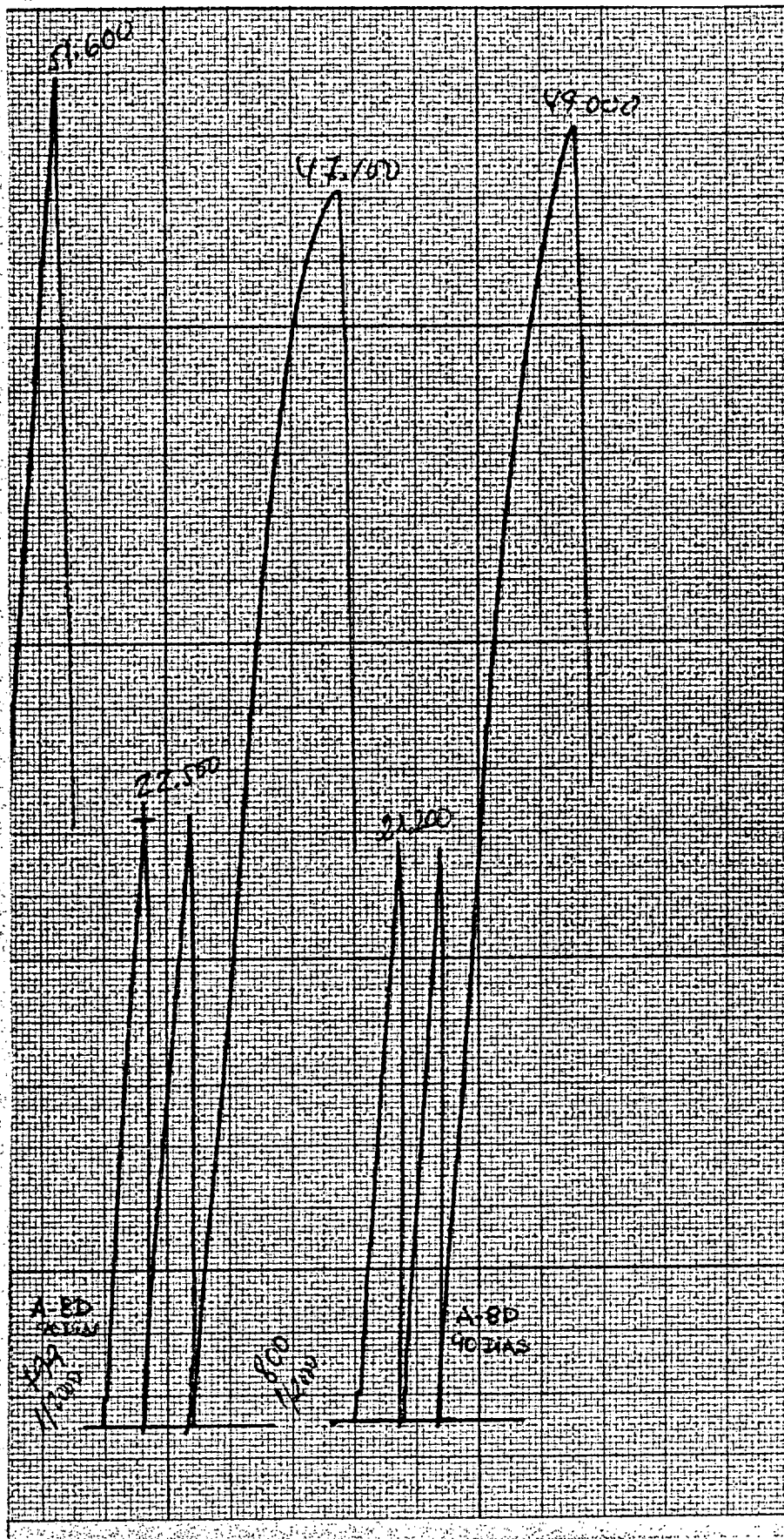
carlos guigou fernández
arquitecto



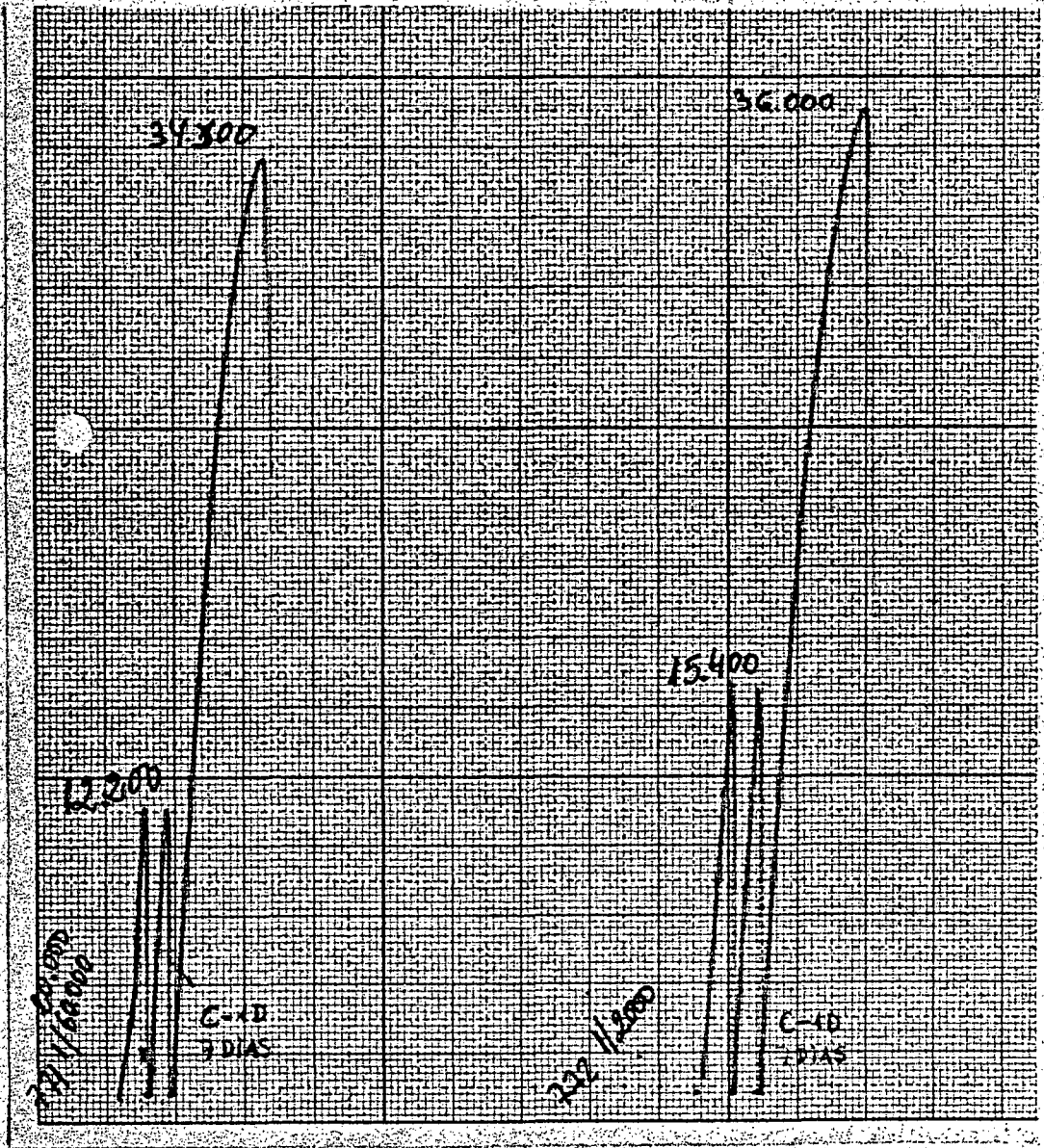




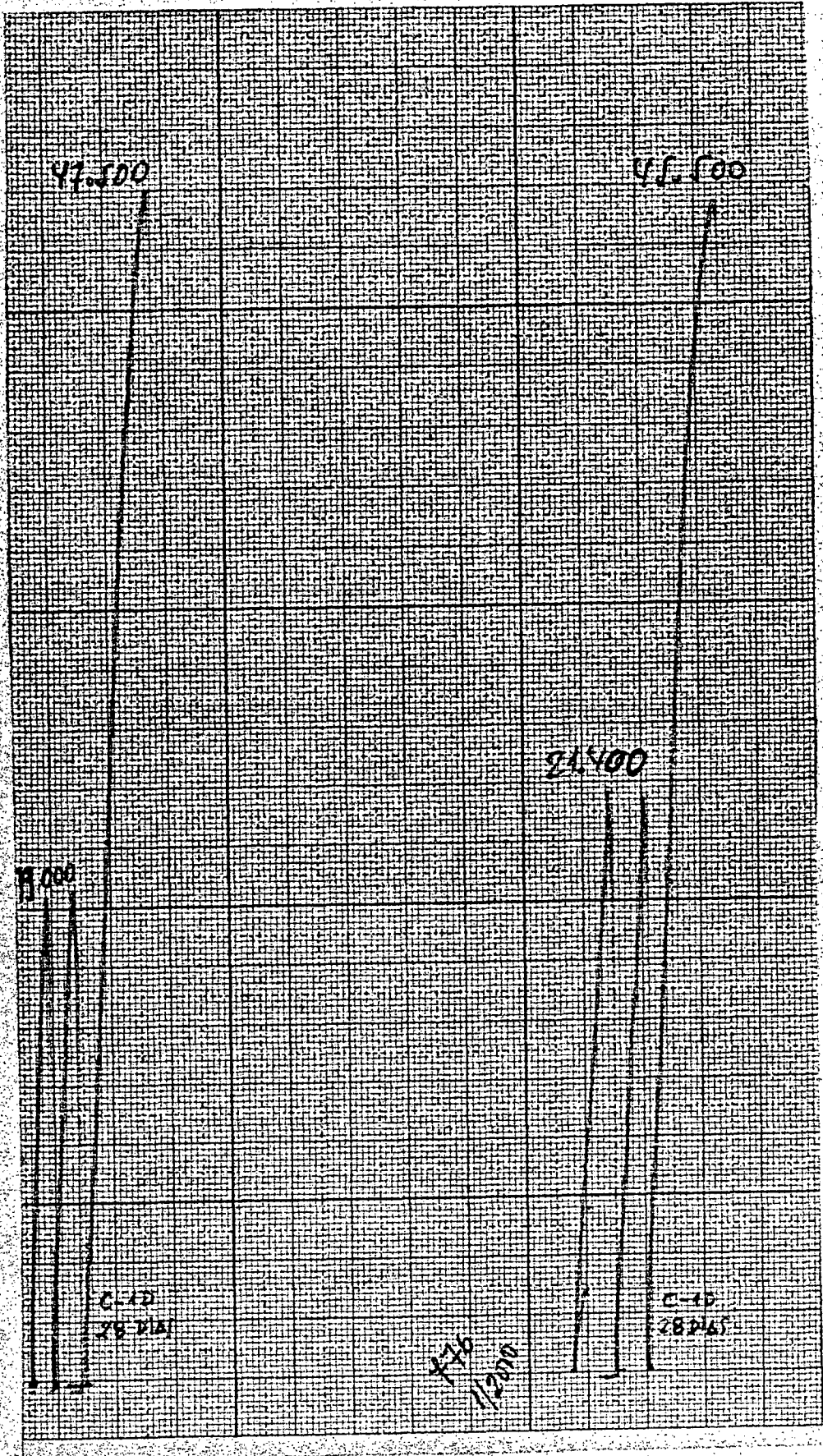


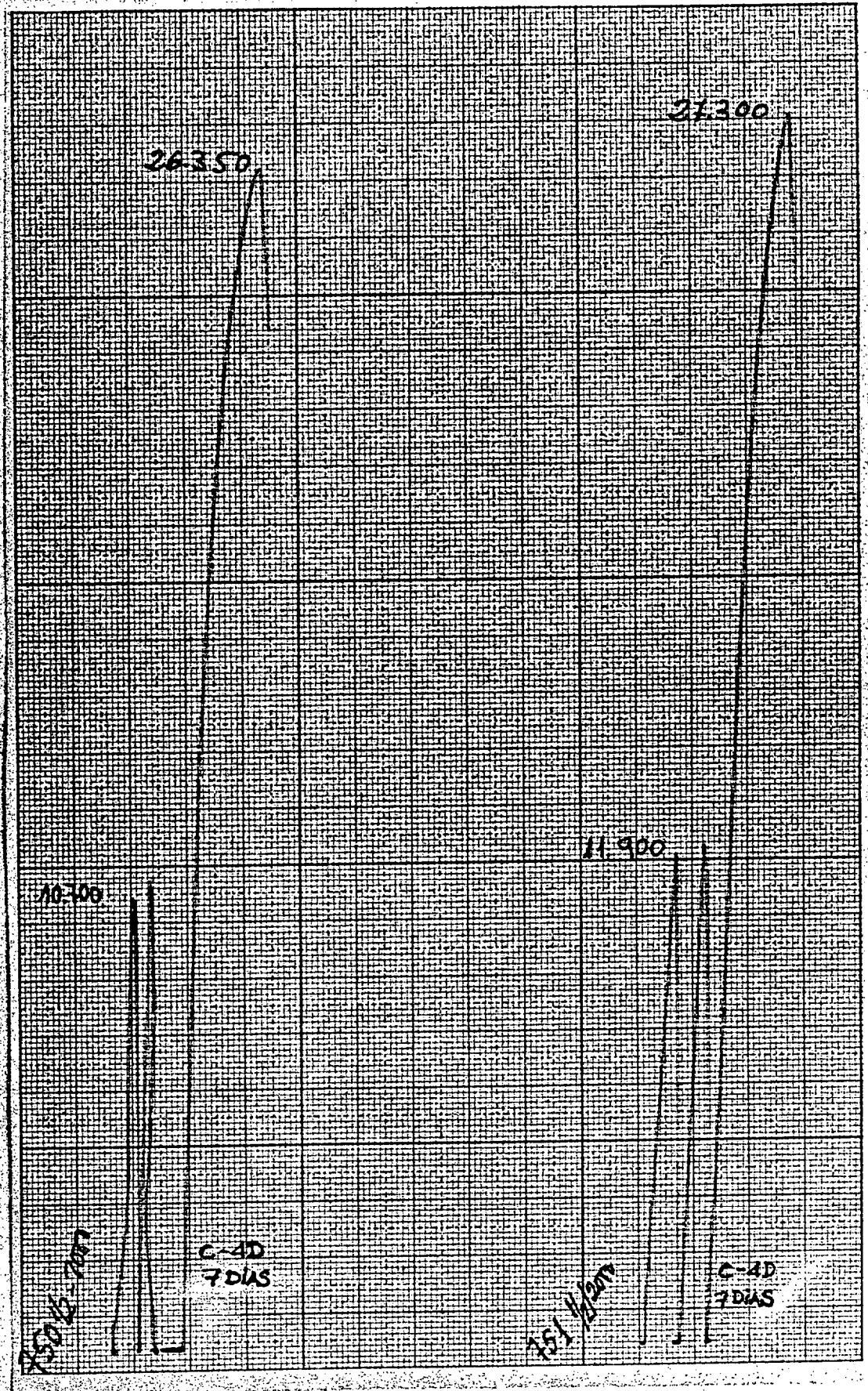


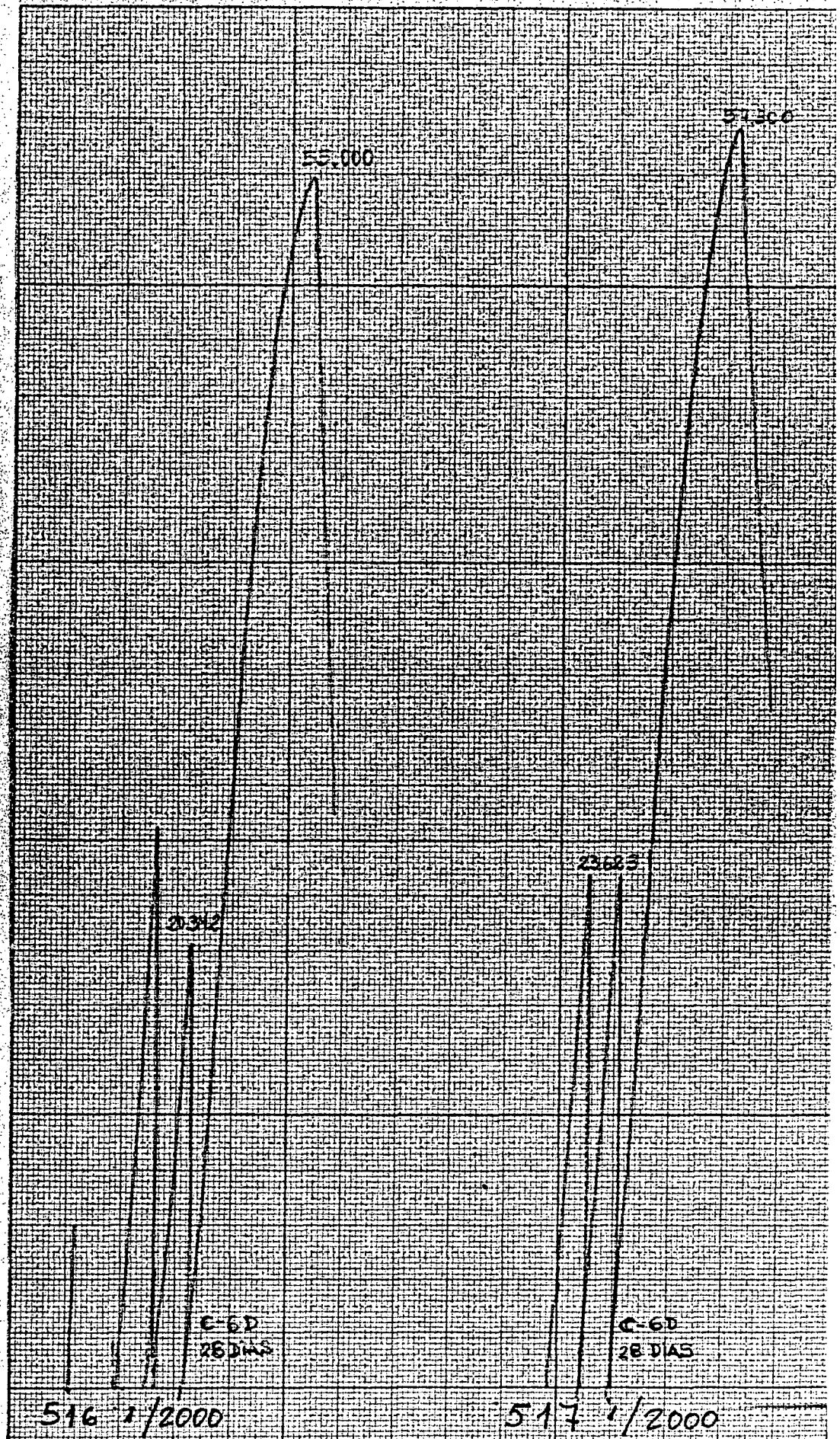
carlos guigou fernández
ARQUITECTO

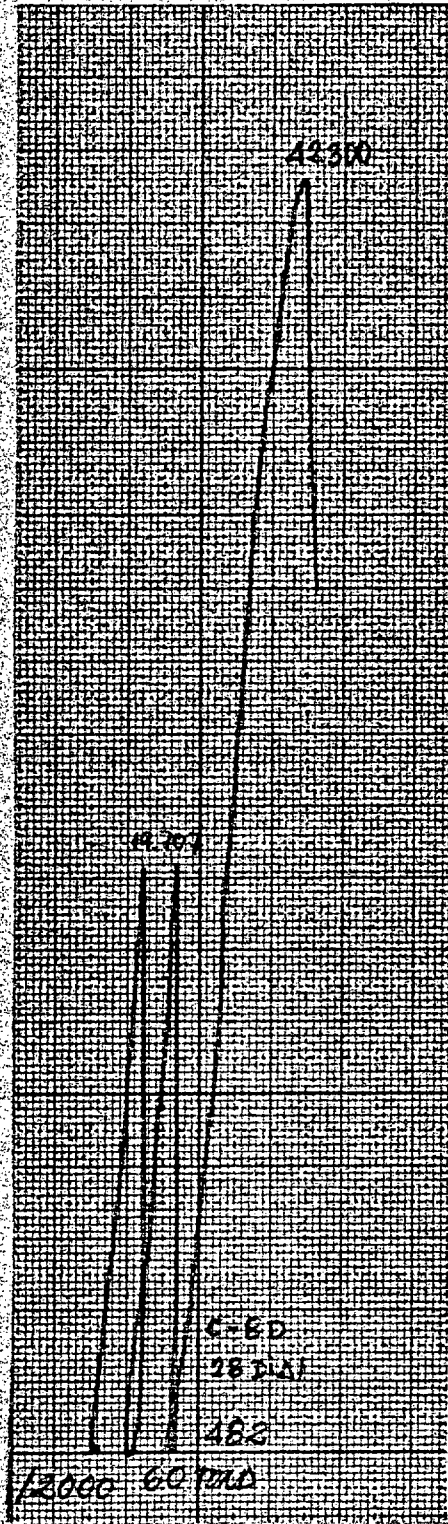


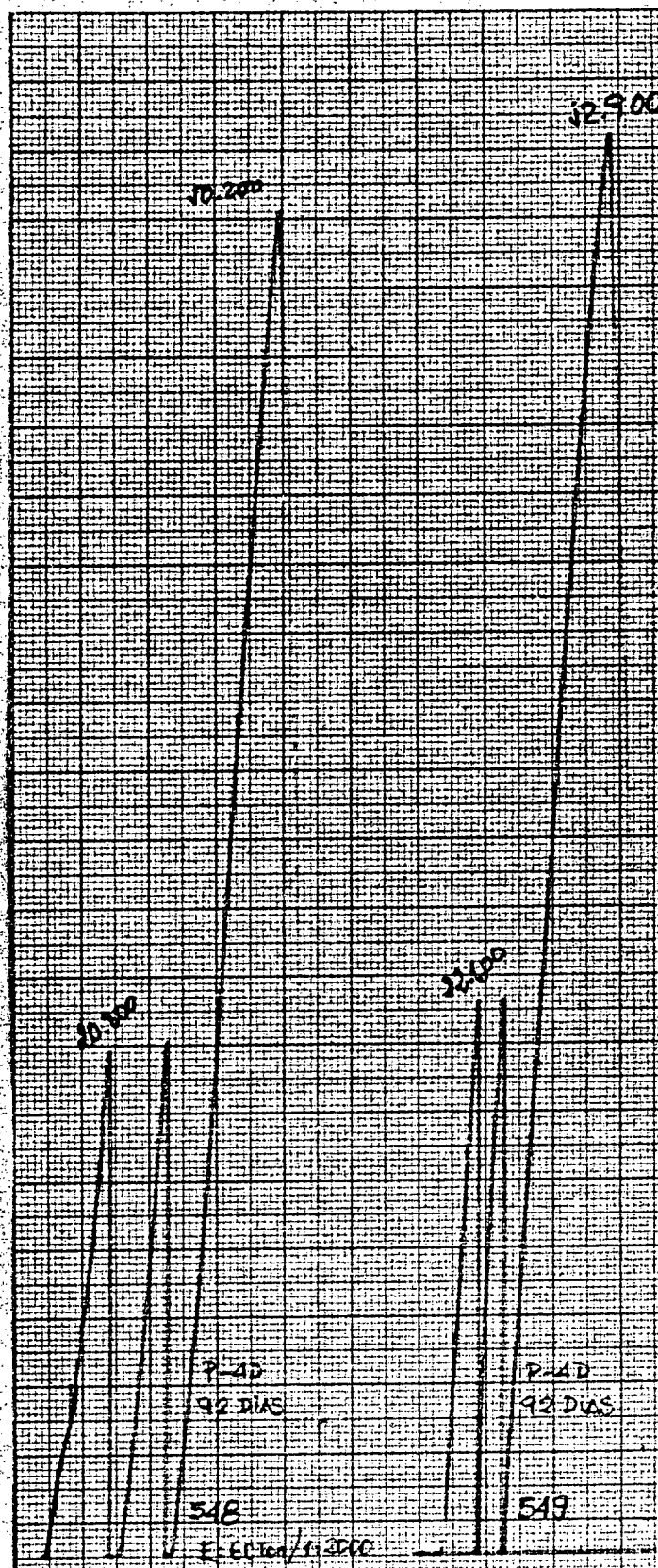
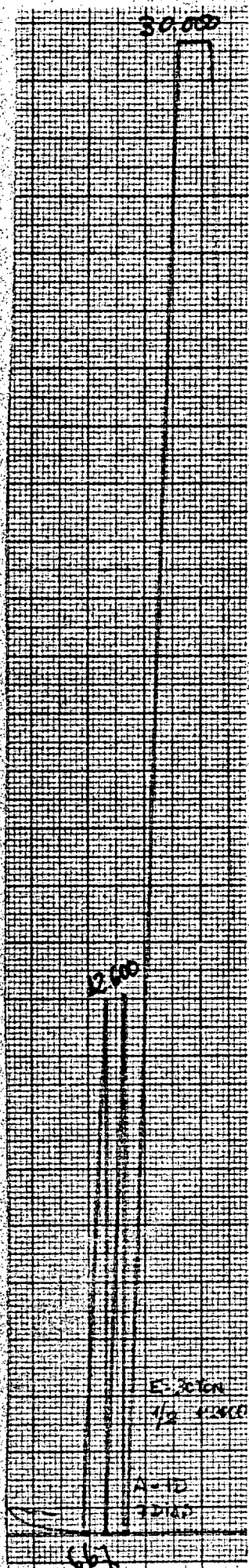
carlos guigou fernández
ARQUITECTO

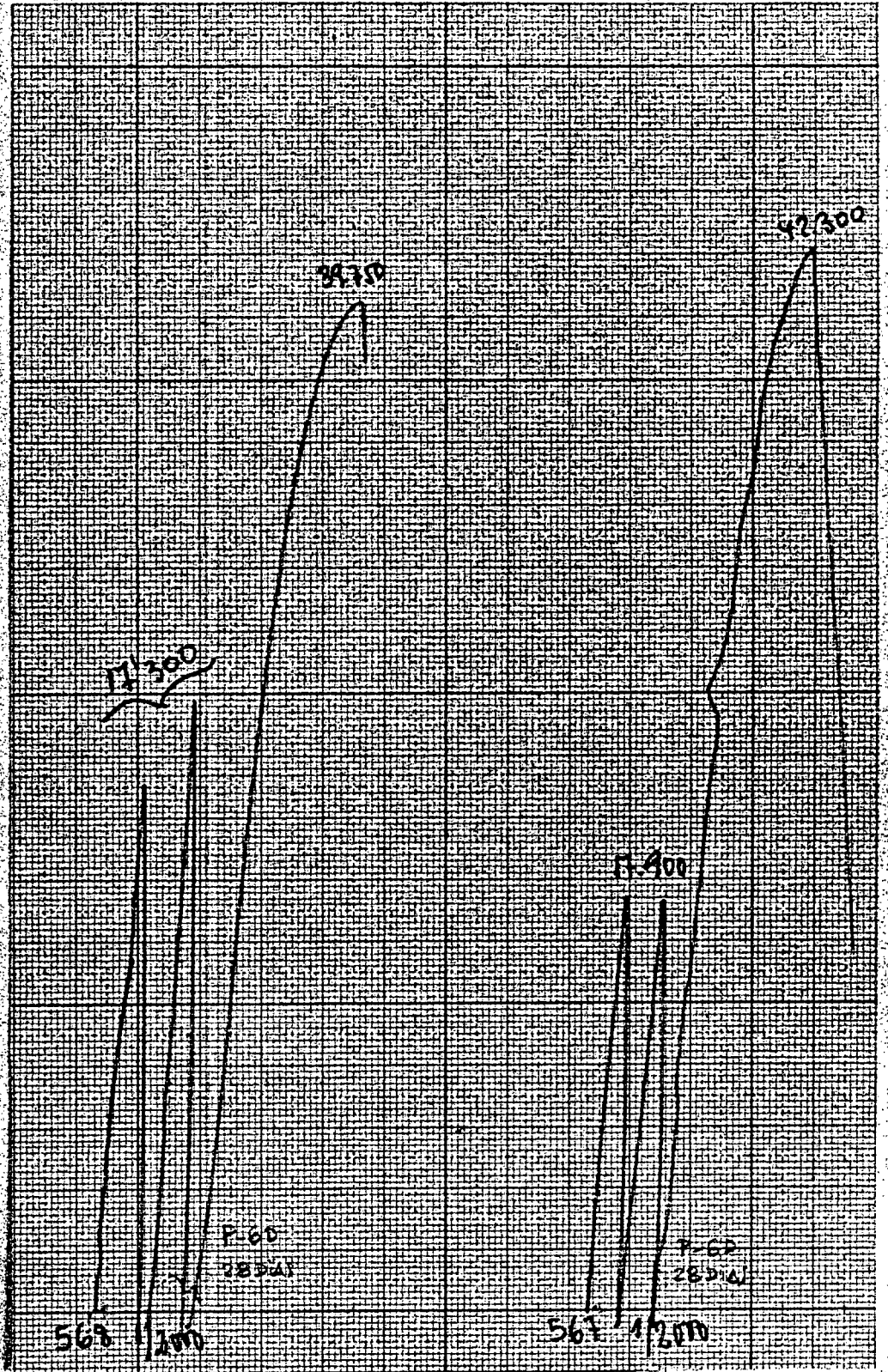


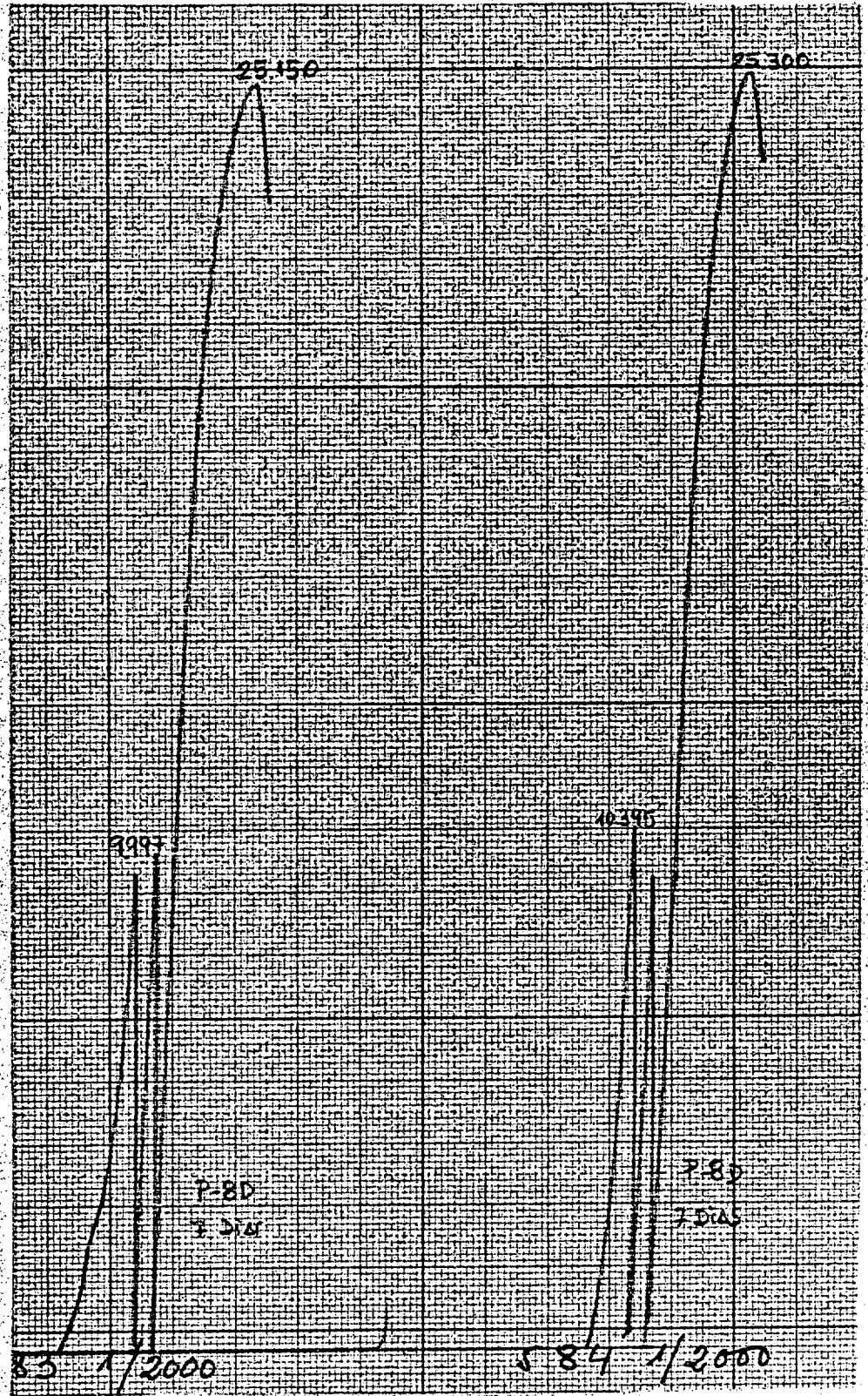


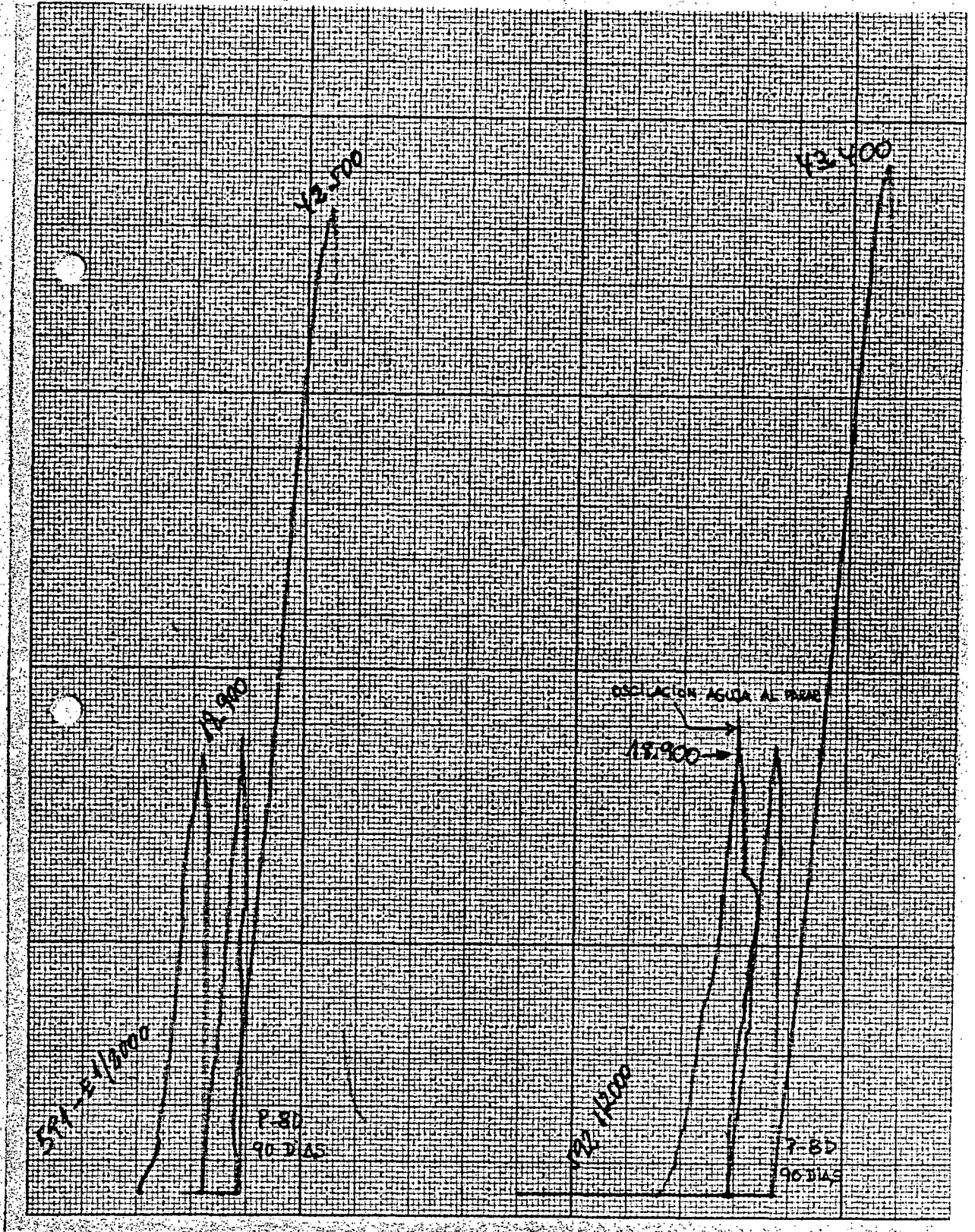












RESULTADOS MODULO DE DEFORMACION. ARIDOS FONOLITICOS

DOSIFICACION	NºPROBETA	EDAD (DIAS)	2ºCICLO KP/CM2	3ºCICLO KP/CM2	E	E	E MEDIO
A-1D	667	7	71,30	169,8	$2,87 \times 10^{-4}$	249.899	249.899
A-1D	668	7	⌘	223,0	⌘	⌘	-
A-1D	671	28	134,1	290,3	$3,96 \times 10^{-4}$	338,564	-
A-1D	672	28	⌘	287,7	⌘	⌘	338.564
A-1D	-	-	-	-	-	-	-
A-1D	-	-	-	-	-	-	-
A-4D	691	7	63,4	159,5	$3,35 \times 10^{-4}$	181,142	164.331
A-4D	692	7	71,8	162,9	$4,86 \times 10^{-4}$	147,520	
A-4D	695	28	122,2	294,2	$3,69 \times 10^{-4}$	330.958	306.351
A-4D	696	28	132,4	293,7	$4,69 \times 10^{-4}$	281.744	
A-4D	699	90	-	-	-	-	-
A-4D	700	90	-	-	-	-	-
A-5D	703	7	52,8	127,4	$3,72 \times 10^{-4}$	141.711	248.433
A-5D	704	7	57,2	130,1	-	-	
A-5D	707	28	99,6	208,2	$3,92 \times 10^{-4}$	253.611	329.158
A-5D	708	28	93,9	225,8	$3,86 \times 10^{-4}$	243.255	
A-5D	819	90	120,5	293,1	$3,79 \times 10^{-4}$	317.690	329.158
A-5D	820	90	129,2	282,9	$3,79 \times 10^{-4}$	340.627	

(⌘) ENSAYO NULO

DOSIFICACION	NºPROBETA	EDAD (DIAS)	2ºCICLO KP/CM2	3ºCICLO KP/CM2	E	E	E MEDIO
A-6D	718	7	78,1	157,3	$4,02 \times 10^{-4}$	193.894	199.446 300.476 371.873
A-6D	719	7	78,1	153,1	$3,81 \times 10^{-4}$	204.998	
A-6D	722	28	118,8	251,2	$3,79 \times 10^{-4}$	313.208	
A-6D	722	28	118,8	228,1	$4,12 \times 10^{-4}$	287.744	
A-6D	726	90	⊗	321,9	(⊗)	(⊗)	
A-6D	727	90	142,3	325,9	$3,82 \times 10^{-4}$	371.873	
A-8D	+	7	-	-	-	-	295.101 323.099
A-8D	-	7	-	-	-	-	
A-8D	795	28	111,4	262,6	$3,92 \times 10^{-4}$	284.183	
A-8D	796	28	116,9	247,9	$3,82 \times 10^{-4}$	306.020	
A-8D	799	90	127,3	266,6	$3,84 \times 10^{-4}$	331.221	
A-8D	800	90	120,0	277,3	$3,81 \times 10^{-4}$	314.978	

(⊗) ENSAYO NULO

RESULTADOS MUDULO DE DEFORMACION.

ARIDOS BASALTICOS.

DOSIFICACION	NºPROBETA	EDAD (DIAS)	2ºCICLO KP/CM2	3ºCICLO KP/CM2	E	E	E MEDIO
C-1D	771	7	69,0	194,1	$2,52 \times 10^{-4}$	274.083	266.784 328.194 336.729
C-1D	772	7	87,1	203,7	$3,35 \times 10^{-4}$	259.485	
C-1D	775	28	107,5	268,8	$3,18 \times 10^{-4}$	337.116	
C-1D	776	28	121,1	266,0	$3,79 \times 10^{-4}$	319.272	
C-1D	497	90	145,4	300,5	$4,39 \times 10^{-4}$	330.665	
C-1D	498	90	135,2	306,7	$3,94 \times 10^{-4}$	342.794	
C-4D	750	7	60,5	149,1	$3,79 \times 10^{-4}$	159.504	169.485 273.412
C-4D	751	7	67,3	154,4	$3,75 \times 10^{-4}$	179.466	
C-4D	754	28	106,9	294,8	$3,96 \times 10^{-4}$	269.892	
C-4D	755	28	106,9	296,2	$3,86 \times 10^{-4}$	276.933	
C-4D	-	90	-	-	-	-	
C-4D	-	90	-	-	-	-	
C-5D	450	7	65,3	130,7	$3,89 \times 10^{-4}$	167.706	322.693
C-5D	451	7	(*)	117,7	(*)	(*)	
C-5D	454	28	(*)	220,7	(*)	(*)	
C-5D	455	28	1(*)2	239,4	(*)	(*)	
C-5D	458	90	148,2	262,0	$4,14 \times 10^{-4}$	357.971	
C-5D	459	90	117,7	300,4	$4,09 \times 10^{-4}$	287.416	

(*) ENSAYO NULO

RESULTADOS MODULO DEFORMACION.

ARIDOS BASALTICOS.

DOSIFICACION	NºPROBETA	EDAD (DIAS)	2º CICLO KP/CM2	3º CICLO KP/CM2	E	E	E MEDIO
C-6D	512	7	✖	199,2	(✖)	(✖)	330.767
C-6D	513	7	85,08	207,7	$3,92 \times 10^{-4}$	216.639	
C-6D	516	28	115,1	311,2	$3,75 \times 10^{-4}$	306.162	
C-6D	517	28	133,6	324,3	$3,75 \times 10^{-4}$	355.372	
C-6D	520	90	✖	319,7	(✖)		
C-6D	521	90	✖	320,2	(✖)		
C-8D	477	7	✖	155,3	-		316.593
C-8D	478	7	✖	152,8	-		
C-8D	481	28	✖	260,0	(✖)	-	
C-8D	482	28	111,5	262,0	$3,74 \times 10^{-4}$	297.916	
C-8D	485	90	121,6	291,2	$3,89 \times 10^{-4}$	312.596	
C-8D	486	90	121,6	288,2	$3,79 \times 10^{-4}$	320.590	

RESULTADOS MODULO DEFORMACION.

ARIDOS PIROCLASTICOS

DOSIFICACION	NºPROBETA	EDAD (DIAS)	2ºCICLO KP/CM2	3ºCICLO KP/CM2	ϵ	E	E MEDIO
P-4D	540	7	76,6	161,3	$3,92 \times 10^{-4}$	195.046	196.885
P-4D	541	7	77,9	161,3	$3,92 \times 10^{-4}$	198.714	
P-4D	544	28	87,7	234,9	$3,72 \times 10^{-4}$	235.381	
P-4D	545	28	✕	242,2	✕	✕	
P-4D	548	92	117,7	284,1	$3,97 \times 10^{-4}$	296.473	
P-4D	549	92	127,8	299,3	$3,79 \times 10^{-4}$	336.936	
P-6D	563	7	✕	156,5	✕	-	+
P-6D	564	7	✕	166,1	✕	-	-
P-6D	567	28	101,2	239,4	$3,82 \times 10^{-4}$	264.921	263.912
P-6D	568	28	97,8	224,9	$3,72 \times 10^{-4}$	262.903	
P-6D	571	90	119,9	306,2	$3,77 \times 10^{-4}$	317.513	
P-6D	572	90	✕	295,4	✕	✕	
P-8D	583	7	56,6	142,3	$3,86 \times 10^{-4}$	146.626	160.900
P-8D	584	7	58,8	143,2	$3,35 \times 10^{-4}$	175.175	
P-8D	587	28	65,8	212,2	$3,02 \times 10^{-4}$	217.881	233.974
P-8D	588	28	96,11	201,4	$3,84 \times 10^{-4}$	250.068	
P-8D	591	90	106,9	240,5	$3,96 \times 10^{-4}$	269.892	266.546
P-8D	592	90	106,9	245,6	$4,06 \times 10^{-4}$	263.201	

Anexo a Capítulo V.

APARATOS Y MAQUINARIA

Aparatos y Maquinaria. (fabricados según Normas UNE).

- Hormigonera H-100 para laboratorio y obra, de 75 litros, 1,5 Hp y 3 m³/hora de rendimiento. Fabricante: Suzpecar.
- Balanza automática C-1500, de Flexo-Tracción, de 500 kgs. de capacidad, velocidad de carga constante y lectura directa. Con protocolo de calibración. Fabricante: Suzpecar.
- Amasadora planetaria para morteros C-700, de 5 litros, dos velocidades de amasado de 140 y 285 r.p.m. (el planetario 62 y - 125 r.p.m.). Fabricante: Suzpecar.
- Compactadora de mortero C-800, con contador de golpes, molde Triple de 4x4x16 cms. Fabricante: Suzpecar.
- Prensa Universal MUP-60, de 60.000 Kp de fuerza máxima, sensibilidad de 50 y 100 Kp, sistema pendular de medida de fuerza, con unidad gráfica de registro. Protocolo de calibración verificado por el fabricante con aparatos de control de alta precisión -- (12-8-1980). Comprobaciones anuales. Fabricante: Suzpecar.

El curado de las probetas se ha efectuado en cámara húmeda con atmósfera saturada.

La totalidad de estos ensayos se ha verificado según las siguientes NORMAS:

- Determinación del principio y fin de fraguado de los conglomerantes hidráulicos. UNE-7203.
- Ensayos de resistencia mecánica de cementos. UNE-7205

- Determinación del coeficiente de forma del árido grueso empleado en la fabricación de hormigones UNE-7238.
- Toma de muestras de hormigón fresco UNE-7239 y UNE-41118
- Fabricación y conservación de probetas de hormigón. UNE-83.301 UNE-41116 y UNE-41117.
- Ensayo de rotura por compresión de probetas de hormigón. UNE-83.304
- Áridos finos para hormigones. UNE-41111.
- Áridos gruesos para hormigones. UNE-41112
- Condiciones que deben cumplir las aguas para amasado y curado de hormigones. UNE-41121.
- Humedad mediante secado en estufa NLT-102
- Toma de muestras de roca, escorias, grava, arena, filler y bloques de piedra NLT-148 y UNE-41110.
- Análisis granulométrico de áridos gruesos y finos. NLT-150, - UNE-7050 y UNE-7139.
- Material que pasa por el Tamiz 0,080 UNE en los áridos NLT-ñ52, UNE-7135.
- Densidad aparente de los áridos. NLT-156.
- Ensayo Brasileño (Tracción indirecta en probetas de hormigón - 15x30) NLT-309 y ASTM-C-496-71.
- Peso específico real de los áridos. UNE-7001.
- Peso específico aparente y absorción de gravas y arenas. UNE-7083
- Determinación de un índice de consistencia de hormigones frescos por el método del Cono de Abrams. UNE-83.313

NOTAS:

- Las siglas N.L.T. corresponden al "Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo, José Luis Escario".
- Las siglas U.N.E. (una norma española) corresponden a las Normas del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización (IRANOR).
- Las siglas A.S.T.M. hacen referencia a las más conocidas normas U.S.A.

PARTE IV - CONCLUSIONES

CAPITULO VI.- LAS RESISTENCIAS MEDIAS Y ESPECIFICADAS A
COMPRESION DE LOS HORMIGONES CON ARIDOS FO-
NOLITICOS, BASALTICOS Y PIROCLASTICOS.

6.1.- OBTENCION DE LAS RESISTENCIAS ESPECIFICADAS A PARTIR DE -
LOS ENSAYOS PREVIOS.

Según lo expuesto en el apartado 4.1., y asimilando los ensayos realizados con los distintos hormigones a los Ensayos Previos del Hormigón, definidos en el Art.º 67 de la Instrucción EH-88, se pretende aportar, a partir de las resistencias medias fcm a 28 días, las correspondientes resistencias especificadas fck, atendiendo a las diversas previsiones para la ejecución de las obras recogidas en el mencionado artículo.

Con ello, a título meramente informativo, se acota el campo de operatividad de los ensayos realizados, de cara al deseado objetivo de facilitar al profesional de la construcción el empleo de los hormigones estudiados, con un mayor conocimiento, a priori, de sus resultados en obra.

A continuación, se relacionan las resistencias especificadas fck y medias fcm, barajando únicamente las previsiones de ejecución "MEDIAS" y "BUENAS", cuyo espectro abarca la práctica generalidad de nuestras construcciones insulares, por abundar las obras con niveles de control reducido y normal.

Para ensayar hormigones adecuados a un nivel intenso de control, es decir, para resistencias especificadas superiores a 200 Kp/cm², es preciso aumentar la dosificación de cemento a 340 Kg/m³, dato este sancionado por la experiencia local.

HORMIGONES FABRICADOS CON ARIDOS BASALTICOS

<u>HORMIGON</u>	<u>NIVEL CONTROL:REDUCIDO</u> <u>CONDICIONES PREVISTAS</u> <u>EJECUCION: MEDIAS</u>	<u>NIVEL CONTROL:NORMAL</u> <u>CONDICIONES PREVISTAS</u> <u>EJECUCION: NORMAL</u>
C - 1D	270 = 1,50fck + 20; fck=167 fck = 150	270 = 1,35fck + 15; fck=189 fck = 175
C - 4D	251 = 1,50fck + 20; fck=154 fck = 150	251 = 1,35fck + 15; fck=175 fck = 175
C - 5D	259 = 1,50fck + 20; fck=159 fck = 150	259 = 1,35fck + 15; fck=181 fck = 175
C - 6D	296 = 1,50fck + 20; fck=184 fck = 175	296 = 1,35fck + 15; fck=208 fck = 200
C - 8D	251 = 1,50fck + 20; fck=154 fck = 150	250 = 1,35fck + 15; fck=174 fck = 175

HORMIGONES FABRICADOS CON ARIDOS PIROCLASTICOS (PICON)

	<u>NIVEL CONTROL:REDUCIDO</u>	<u>NIVEL CONTROL:NORMAL</u>
	<u>CONDICIONES PREVISTAS</u>	<u>CONDICIONES PREVISTAS</u>
<u>HORMIGON</u>	<u>EJECUCION: MEDIAS</u>	<u>EJECUCION: NORMAL</u>
P - 4D	$265 = 1,50fck + 20; fck=163$ $fck = 150$	$265fck + 15; fck=185$ $fck = 175$
P - 6D	----	----
P - 8D	----	----

Comentario.

A pesar de las condiciones conservadoras impuestas, a título orientativo, por nuestra Instrucción EH-88 acerca de las resistencias mínimas exigibles en laboratorio para garantizar el cumplimiento de una resistencia especificada, se aprecia cómo la mayoría de los hormigones confeccionados cumplen con las penalizaciones propias de las condiciones previstas para la ejecución de la obra; concordantes con los niveles de control reducido y normal; para estos niveles las resistencias especificadas no deben superar los 150 y 250 Kp/cm² respectivamente ().

Estas condiciones son cumplidas, incluso, por el hormigón confeccionado con picón, con tamaño máximo de 20 mm. (P-4D) , al alcanzar una resistencia media fcm 28 de 265 Kp/cm².

En cambio, los hormigones piroclásticos, con arena fina (P-6D) y con tamaño máximo 5-10 (P-8D), aún dando resistencias medias fcm 28 aceptables para determinadas piezas (bloques para muros de fábrica, hormigón en masa...), no arrojarían la fck suficiente para un elemento estructural en los niveles de control previstos.

Cabe destacar, además, que el empleo del picón en hormigones armados, origina una patología característica en estas piezas: su ruina por expansión volumétrica del acero, al sufrir un lento pero irreversible proceso de

() Ver artículo 69.3.1 y 69.3.3 EH-88.

oxidación. Al formarse las vainas de óxido alrededor de las varillas de acero, se produce el desprendimiento del hormigón envolvente, arruinándose la pieza por expansión (y consiguiente pérdida de adherencia). Esta patología, proveniente al parecer, por el contenido de aire húmedo en las vacuolas del picón, en el seno del hormigón, ha desechado al picón como árido componente de piezas estructurales armadas, a pesar de sus aceptables propiedades mecánicas, al observarse este fenómeno de corrosión en piezas secundarias, de tipo ornamental. Se aprecia frecuentemente en los balaustres de hormigón armado que conforman las cercas de cerramiento de jardines, ampliamente empleadas en edificaciones durante el presente siglo, hasta los años cincuenta (ver figura 26 y diapositiva 51).

Foto 10x11.

Fig. nº 26. Fenómeno de corrosión en
balaustres confeccionados
con hormigón de picón, ar
mados con acero liso.

VI.2.- RELACION ENTRE LAS RESISTENCIAS MEDIAS OBTENIDAS PARA -
 HORMIGONES HOMÓLOGOS CONFECCIONADOS CON ARIDOS FONOLITI
 COS, BASALTICOS Y PIROCLASTICOS.

DOSIFICACION	fcm	RELACION $\frac{f_{cm} \text{ fonolita}}{f_{cm} \text{ Basalto}}$	RELACION PICON BASALTO	RELACION PICON FONOLITA
A - 1D'	295	1,09		
C - 1D	270			
A - 4D'	272	1,08		
C - 4D	251			
A - 5D'	248	0,95		
C - 5D	259			
A - 6D	264	0,89		
C - 6D	296			
A - 8D	201	0,80		
C - 8D	251			
P - 4D	265		1,05	
C - 4D	251			
P - 6D	187		0,63	
C - 6D	296			
P - 8D	175		0,69	
C - 8D	251			
P - 4D	265			0,97
A - 4D'	272			
P - 6D	187			0,71
A - 6D	264			
P - 8D	175			0,87
A - 8D	201			

Podemos observar cómo en las dosificaciones con granulometrías continuas (1D - 4D) y tamaños máximos 20-40/10-20/, la fonolita arroja resultados superiores al basalto, cifrados en torno al 8%.

Para dosificaciones con un solo tamaño de arena, procedente de machaqueo y tamaño máximo 10-20, como la 5D, la fonolita es superada por el basalto, en un 5%, debido al excesivo contenido de árido lajeado, irregular, en el seno del hormigón fonolítico.

Se observa que en las dosificaciones con un solo tamaño de arena, pero siendo ésta amarilla de playa (trasladable a la que ahora procede del Sahara), (6D), y tamaño máximo 10 - 20, el basalto supera a la fonolita en más de un 10% y al picón en más de un 35%.

Por último, para dosificaciones con arena fina y una sola fracción gruesa, 5-10, (8D), el basalto supera a la fonolita en un 20% y al picón en más de un 30% en resistencia a compresión de este hormigón.

CAPITULO VI.3.- LA EVOLUCION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION -
 SIMPLE DEL HORMIGON ENTRE 7 Y 90 DIAS PARA -
 MEZCLAS FONOLITICAS, BASALTICAS Y PIROCLASTICAS.

ARIDOS		DOSIFICACION				
FONOLITICOS	A - 1D'	A - 4D'	A - 5D	A - 6D	A - 8D	
fcm7	199	167	144	171	130	
fcm 28	295	272	248	264	201	
Relación 7/28	0,67	0,61	0,58	0,64	0,65	0,63
fcm 90	369	327	270	310	234	
Relación 90/28	1,25	1,20	1,09	1,17	1,16	1,20

ARIDOS		DOSIFICACION				
BASALTICOS	C - 1D	C - 4D	C - 5D	C - 6D	C - 8D	
fcm7	182	152	150	193	149	
fcm 28	270	251	259	296	251	
Relación 7/28	0,67	0,61	0,58	0,65	0,59	0,62
fcm 90	321	289	305	320	262	
Relación 90/28	1,19	1,15	1,18	1,08	1,04	1,12

ARIDOS	DOSIFICACION		
	P - 4D	P - 6D	P - 8D
PIROCLASTICOS			
fcm7	167	139	129
fcm 28	265	187	175
Relación 7/28	0,63	0,74	0,73
fcm 90	286	240	214
Relación 90/28	1,07	1,28	1,22

A la vista de los resultados obtenidos, podríamos afirmar que con áridos fonolíticos, las peores evoluciones a edades tempranas y tardías se consiguen con dosificaciones de arena monogranular, siendo ésta de machaqueo, lo cual se deberá, por un lado, al contenido en polvo de esta arena, que acelera la desecación temprana de la masa, dificultando la acción puzolánicas y, por otro, al defectuoso coeficiente de forma del árido-mezcla, dotado de excesivos componentes lajeados, y carente de "granos dóciles", como la arena natural.

Las mejores evoluciones se consiguen con arena mezcla de dos tamaños, uno fino natural, y otro grueso artificial, de machaqueo.

Para áridos basálticos, las peores evoluciones a edades tempranas se consiguen con dosificaciones de arena monogranular, de machaqueo, para tamaños máximos de grava 10-20. En cambio, esta única fracción de arena produce buenas evoluciones tardías, sin duda por mejorar la adherencia árido pasta, al poseer en su masa esta fracción de grano irregular. El polvo de la arena, en cambio, le perjudica su evolución temprana, por lo que se hace indispensable cuidar y prolongar el curado al menos hasta que la resistencia alcance el 70% de la especificada en el proyecto, es decir, al menos durante 6 días. Y, además, la arena amarilla en fracción monogranular fina, le ocasiona al basalto problemas de evolución tardía, como lo muestran las dosificaciones 6D y 8D. Así pues, observamos diversos comportamientos resistentes del hormigón basáltico o fonolítico según el tipo de fracción fina con el que se opere. Para ambos, se consigue una buena evolución temprana y tardía operando con la mezcla de ambas arenas.

En el caso de los áridos piroclásticos tanto la combinación de ambas arenas (4D) como el empleo de la arena amarilla como única fracción fina, origina buenas evoluciones tempranas y tardías. Se precisaría ampliar los ensayos a las dosificaciones con arena gruesa, para obtener una conclusión más completa.

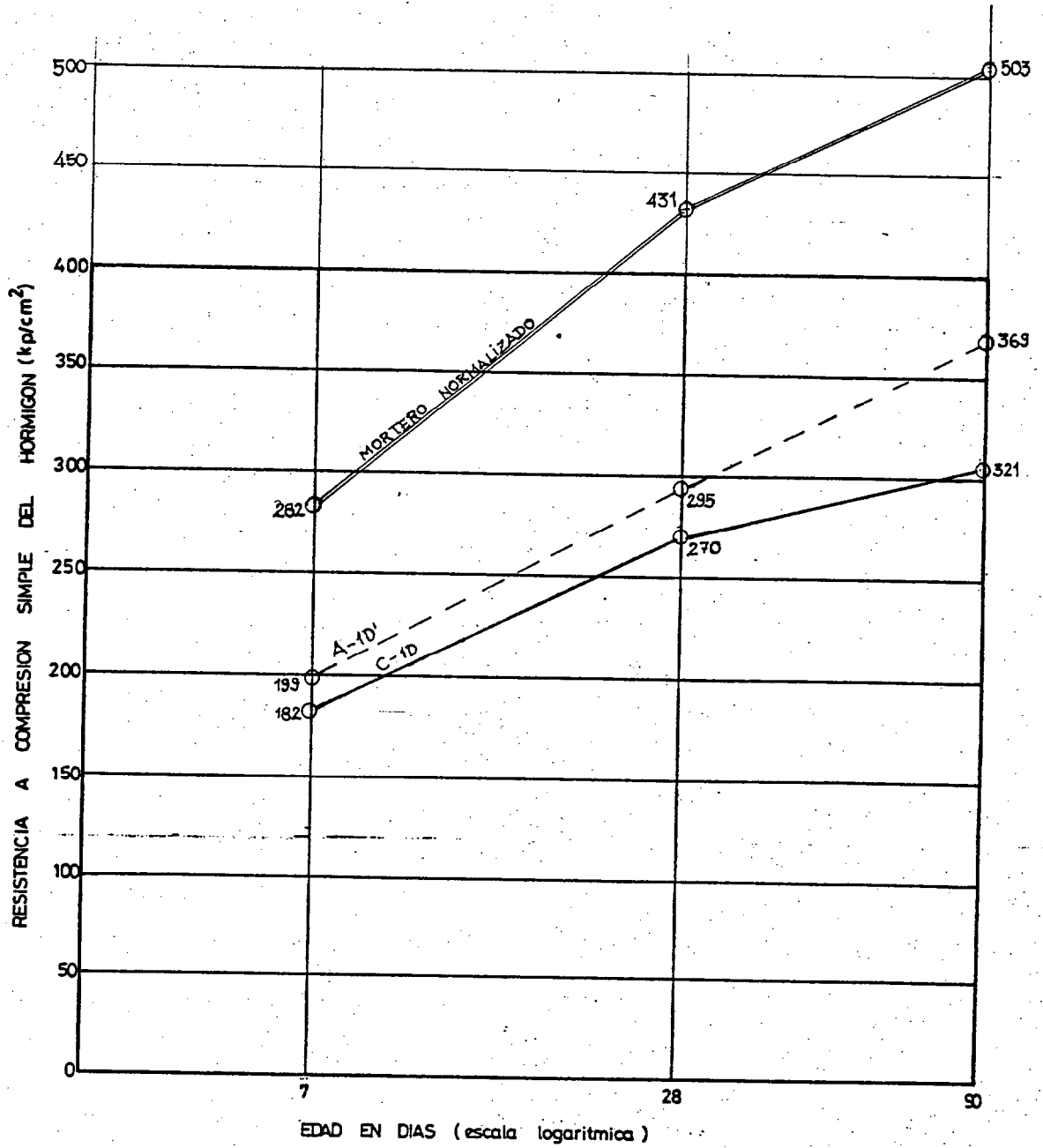
Comparando con el cuadro 10.4b de la Instrucción EH-88, dedicado a dar valores indicativos de la resistencia a compresión a "j" días conocida la resistencia a 28 días,

que, para 7 días aplica el coeficiente 0,65 y para 90 el coeficiente 1,20, observamos:

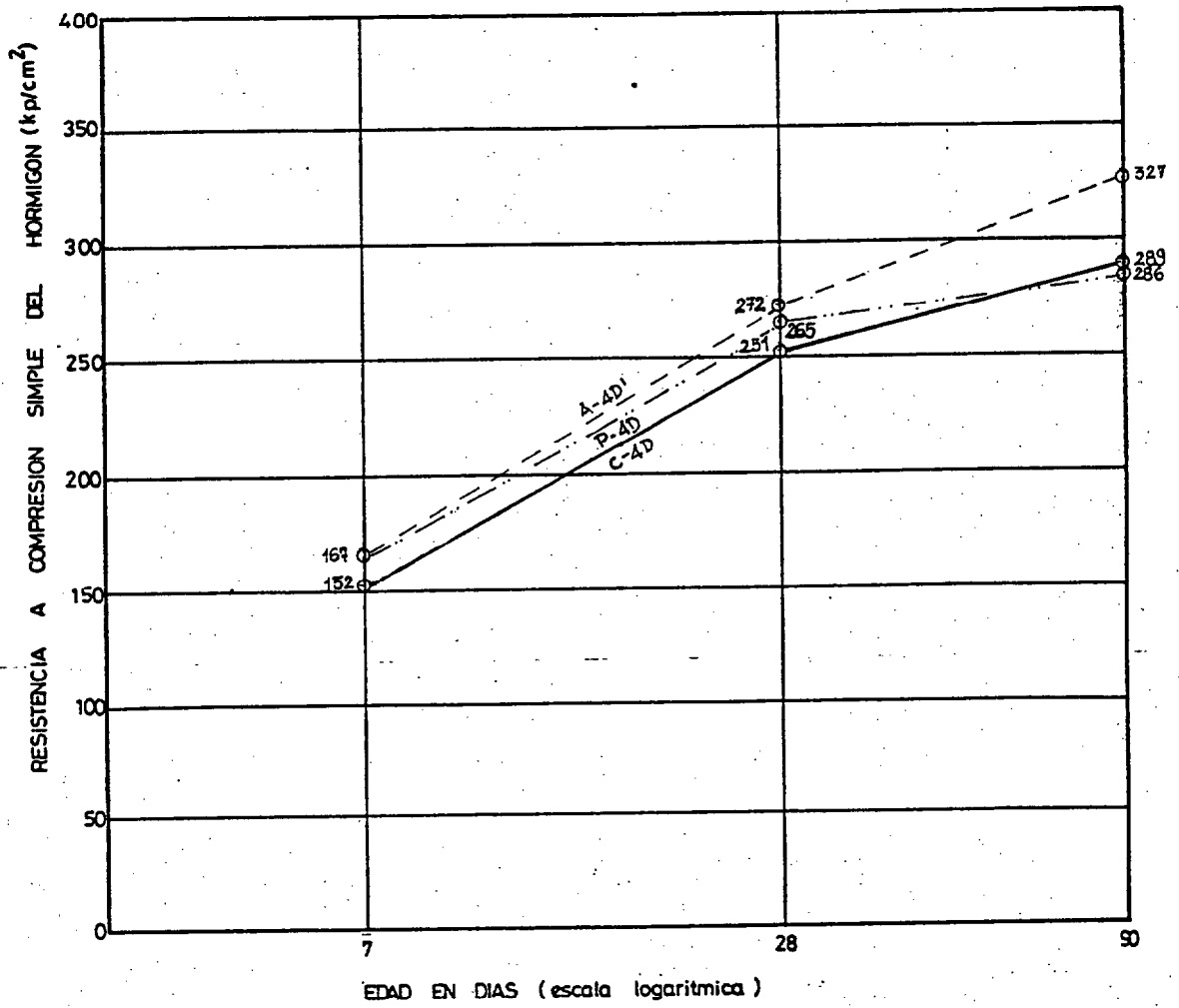
	7/28	EH88 DESVIACION	90/28	EH88 DESVIACION
HORMIGONES FONOLITICOS	0,63	- 3%	1,21	0%
HORMIGONES BASALTICOS	0,62	- 4%	1,12	- 7%
HORMIGONES PIROCLASTICOS	0,70	+ 8%	1,14	- 5%

Nuestros hormigones, confeccionados con áridos efusivos de variada naturaleza y con cementos adicionados de puzolana canaria, cumplen con la condición evolutiva recogida por la EH-88, con desviación no superior a \pm 8%.

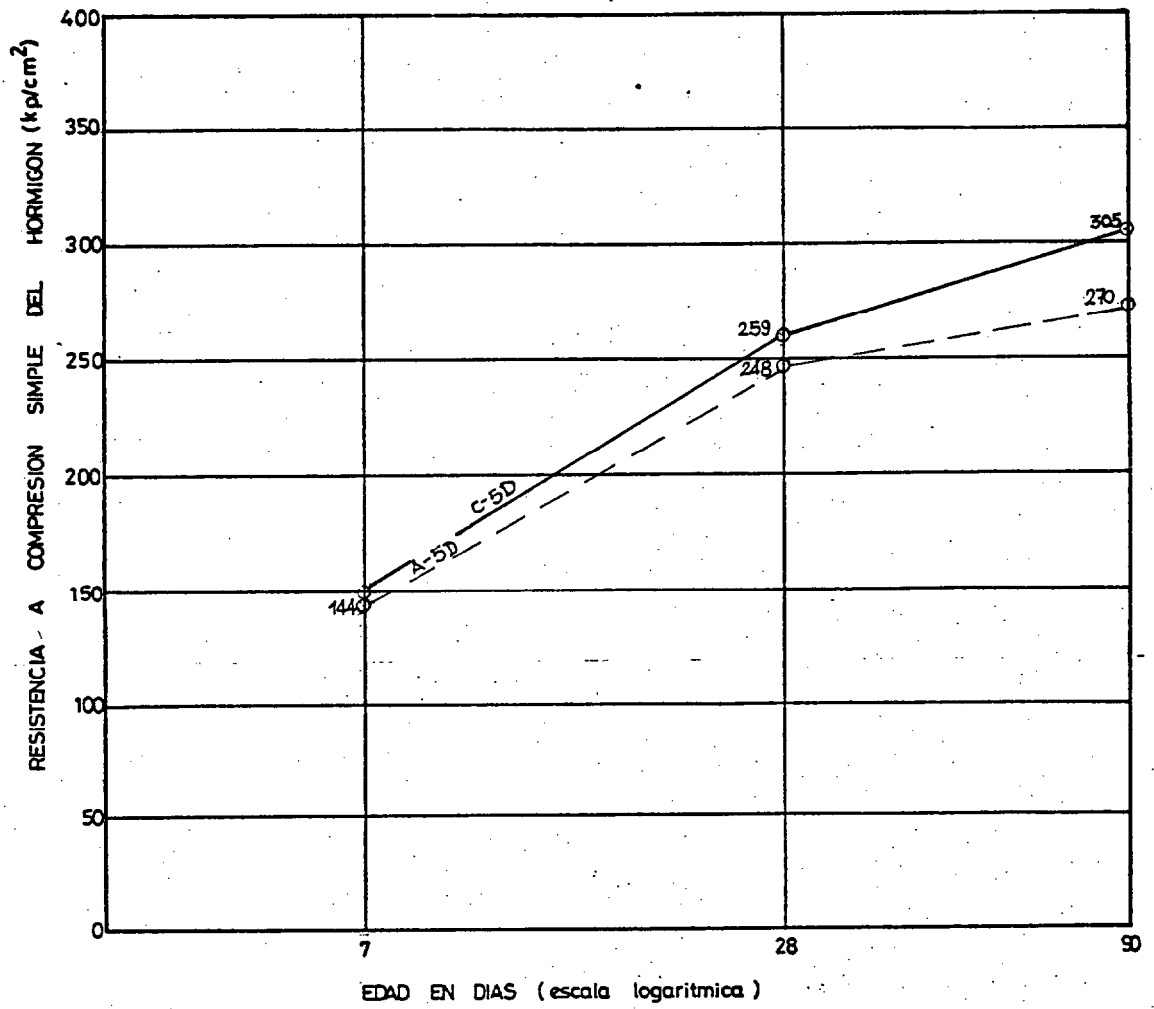
carlos gulgou fernández
arquitecto



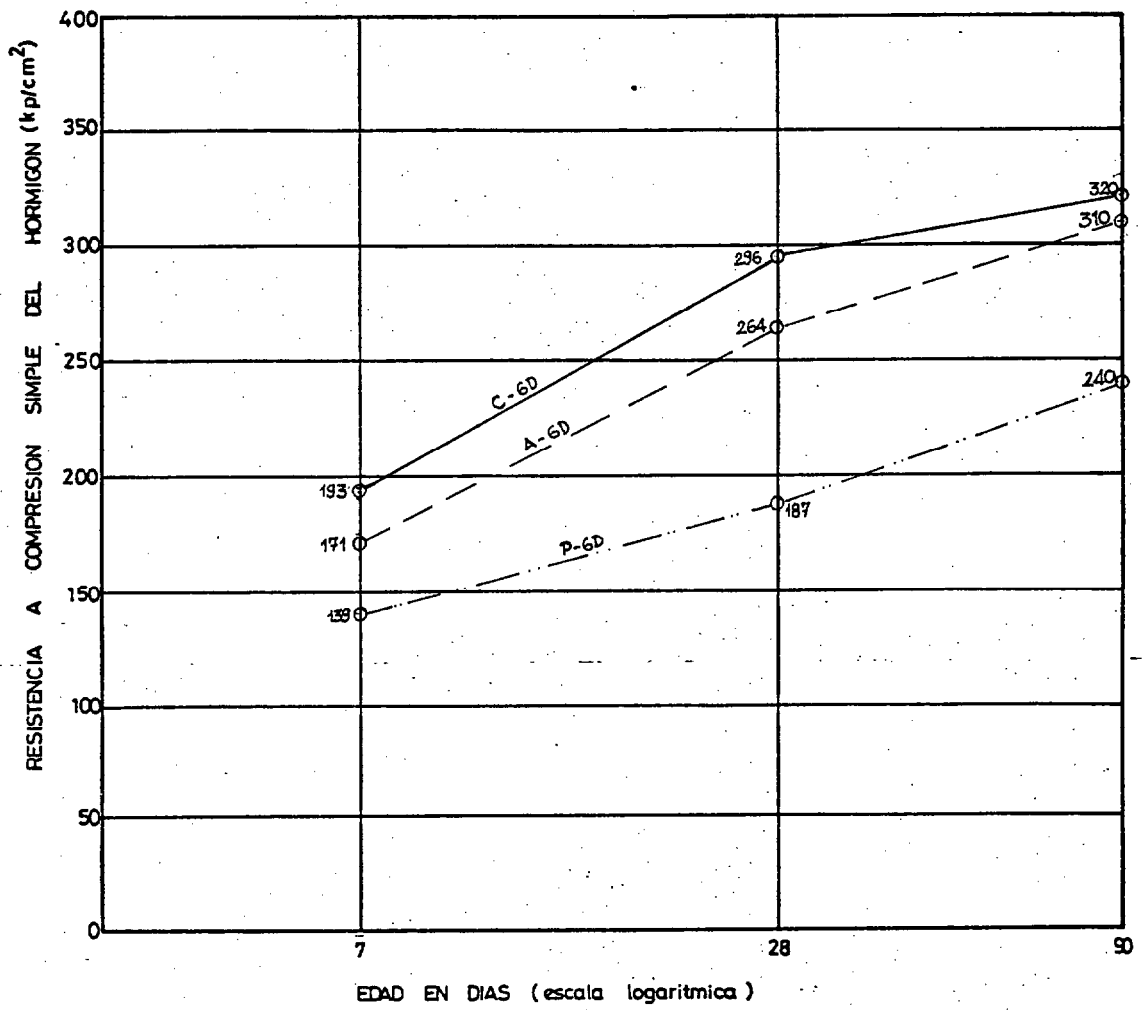
CUADRO



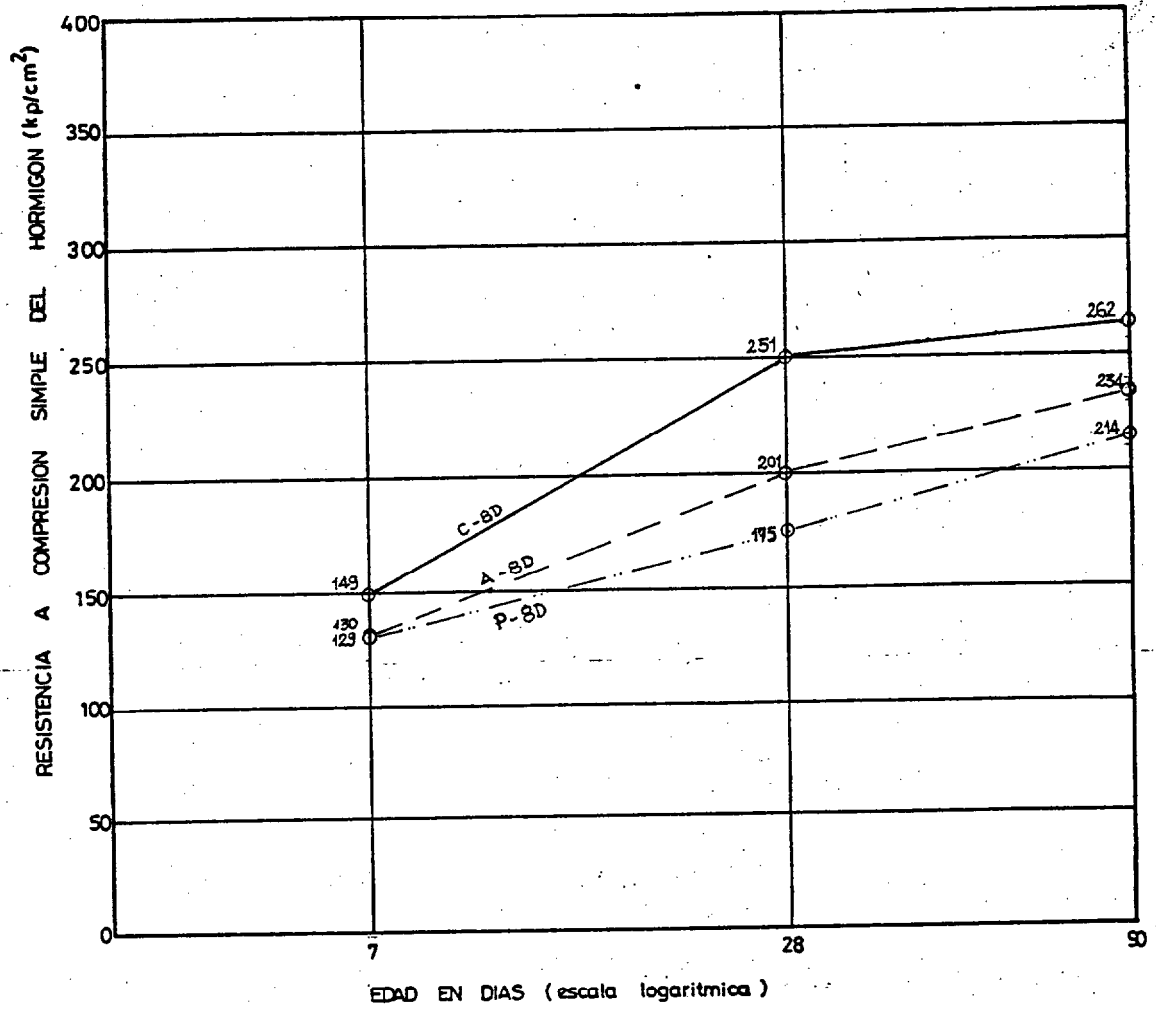
CUADRO



CUADRO

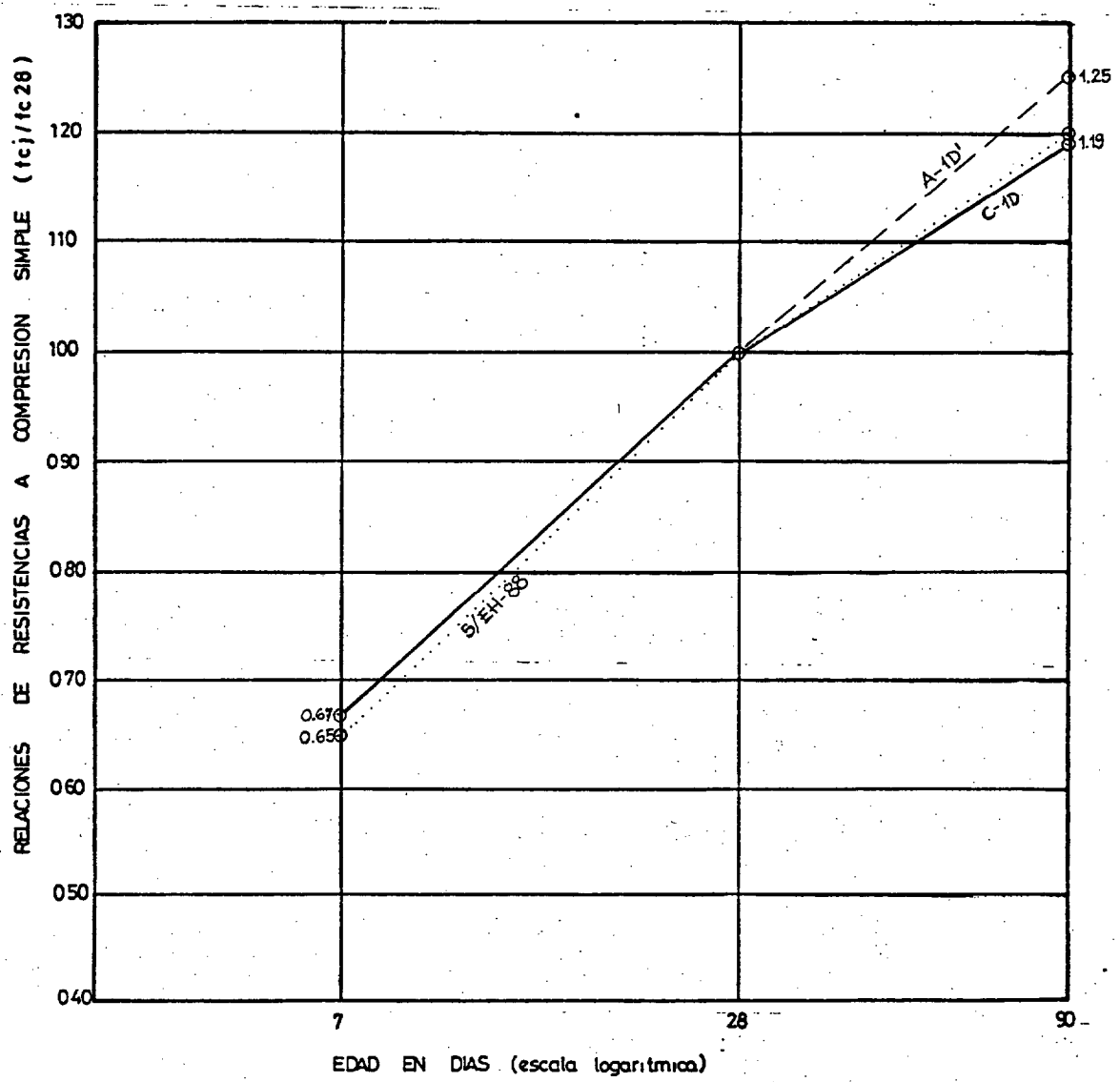


CUADRO

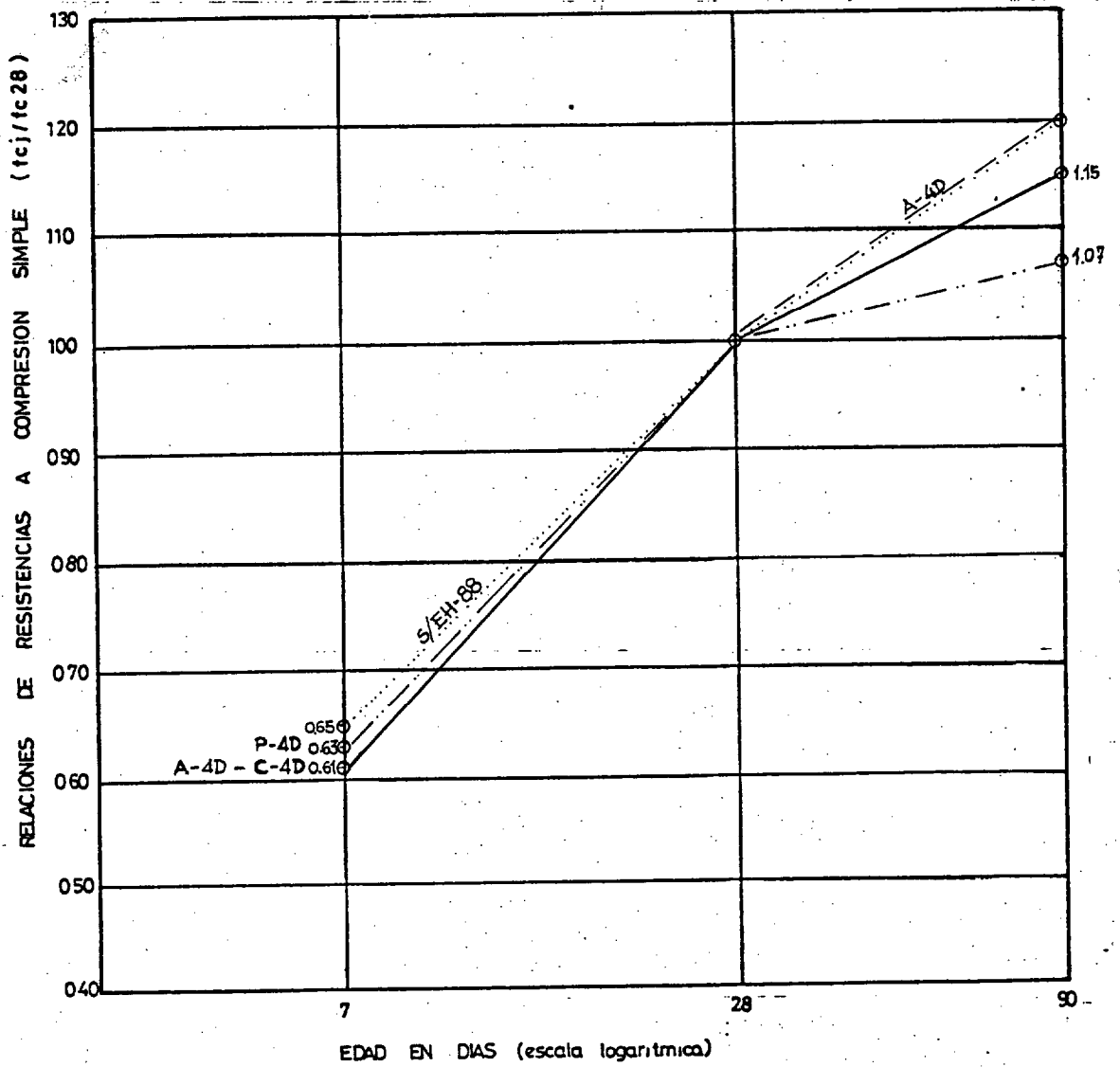


CUADRO

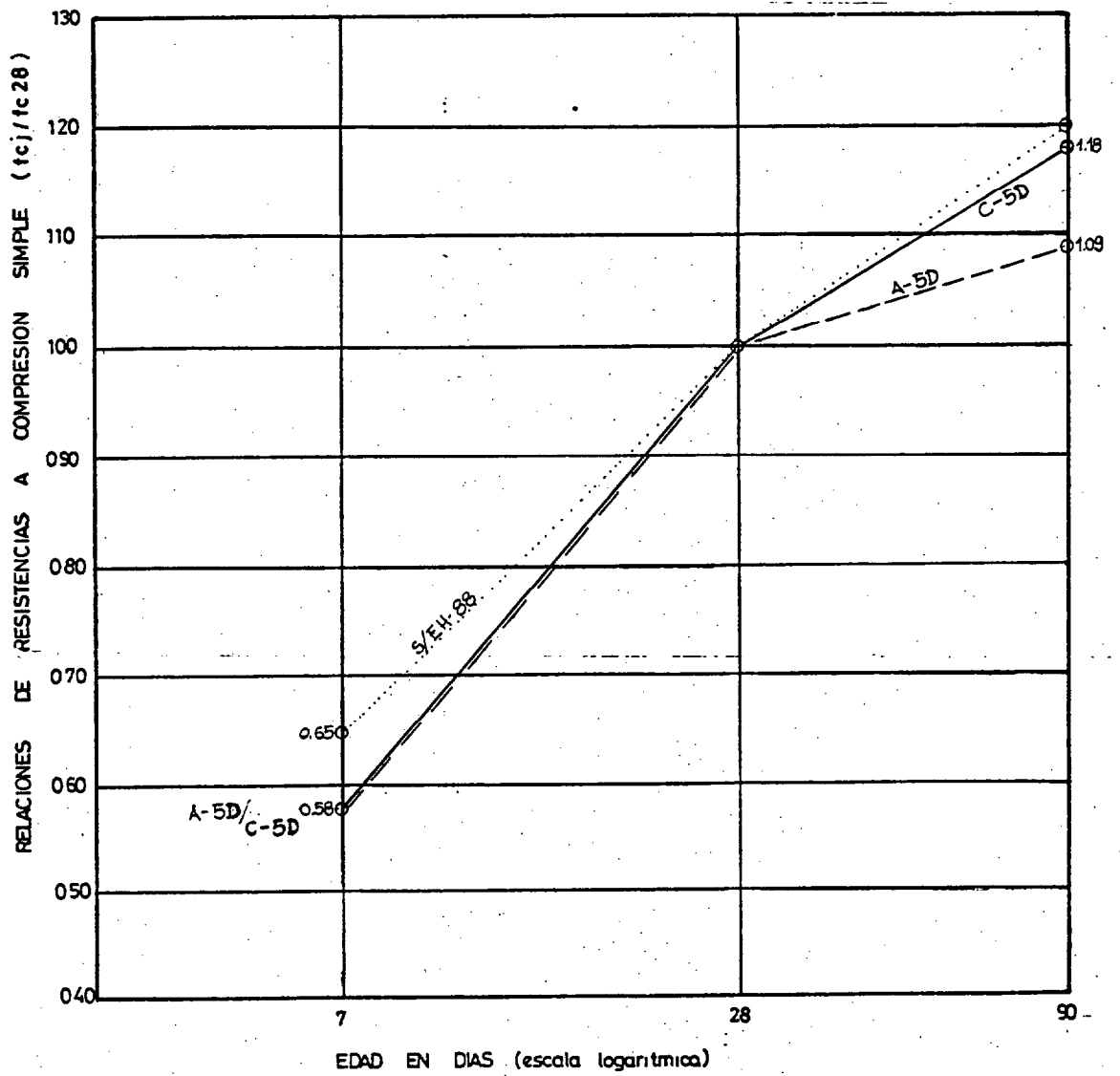
Carlos Guigou Fernández
Arquitecto



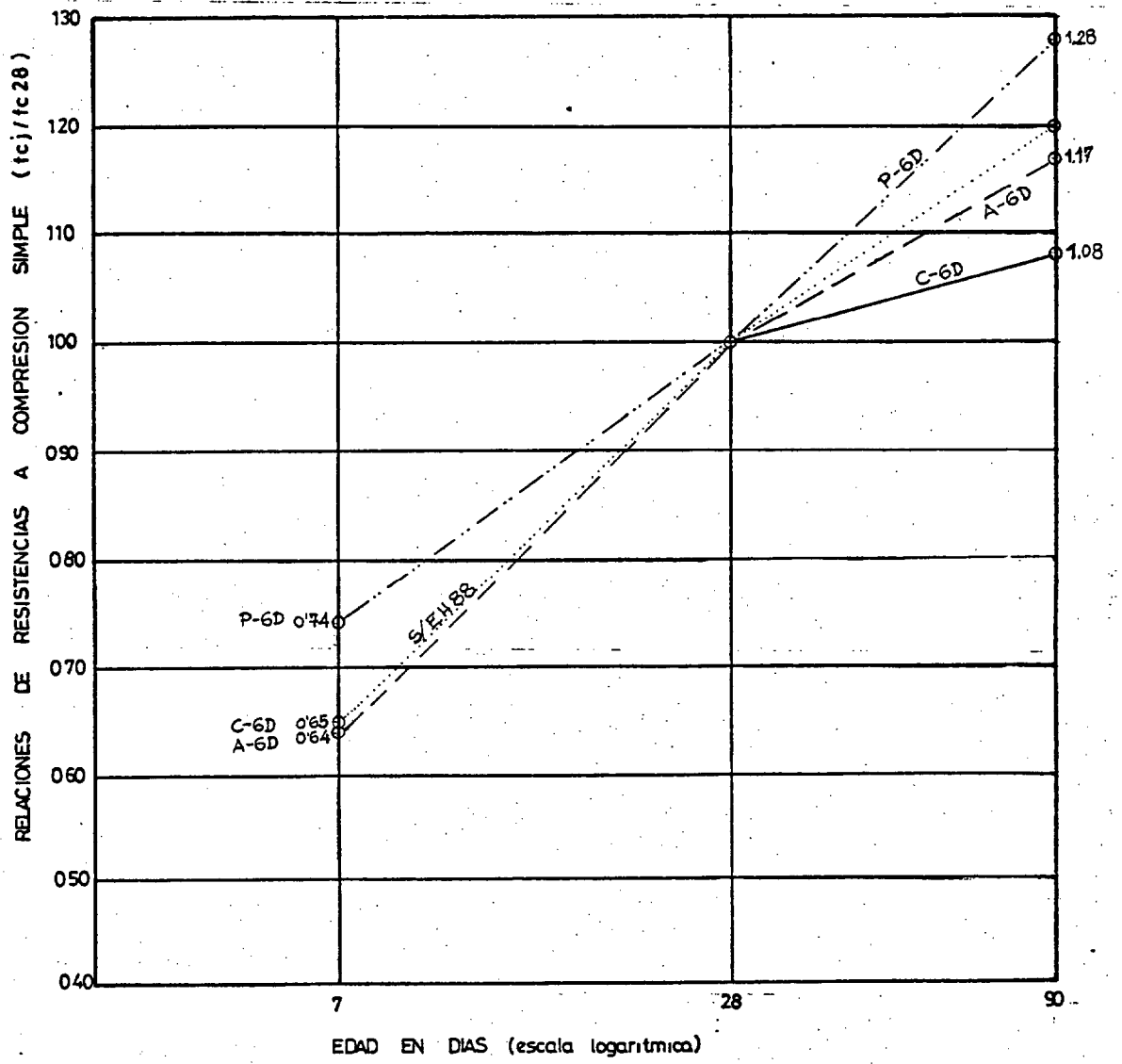
CUADRO



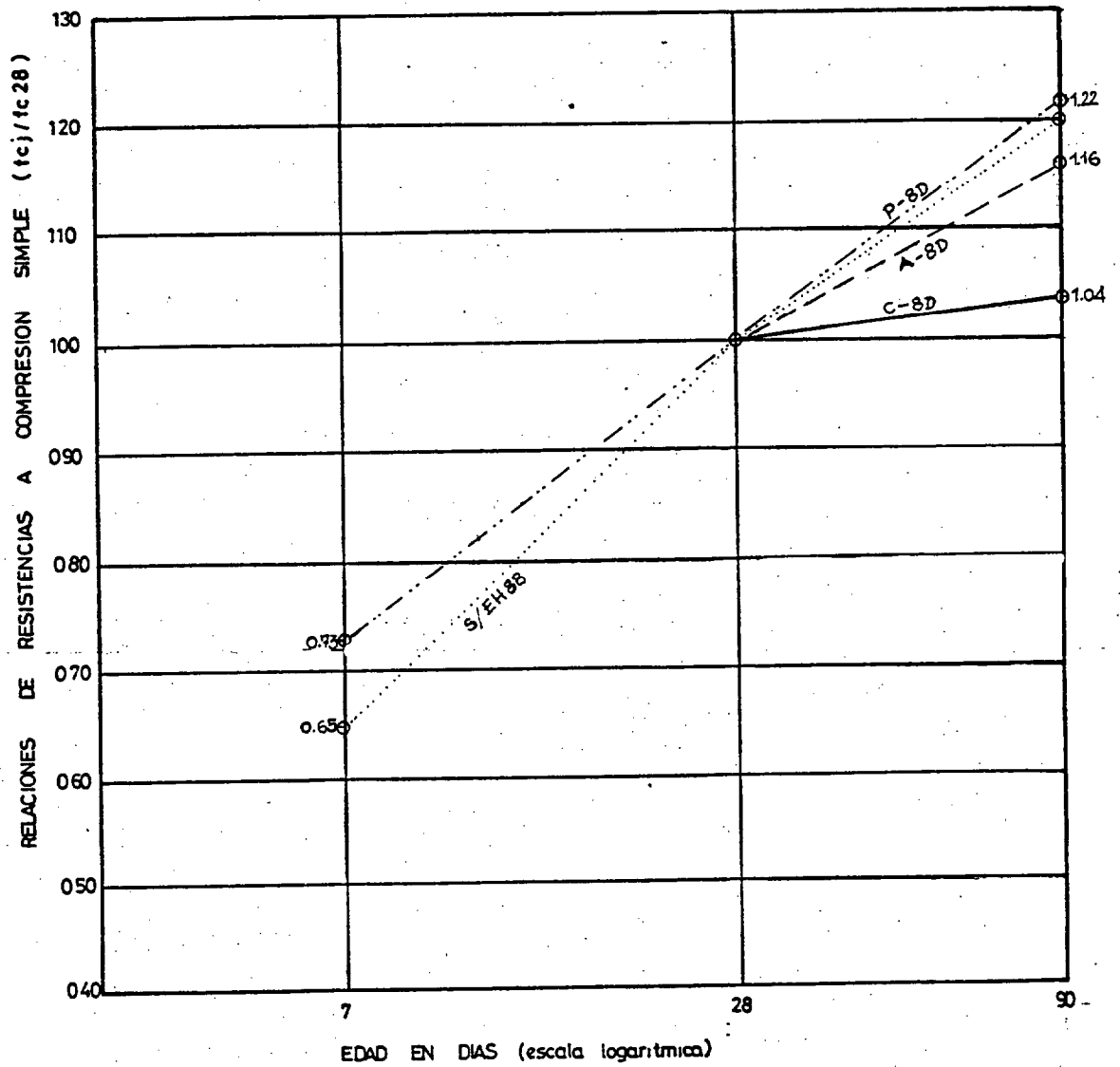
CUADRO



CUADRO



CUADRO



CUADRO

PARTE IV. CONCLUSIONES

CAPITULO VII.- OBTENCION DE LA RESISTENCIA CARACTERISTICA ESTI
MADA DE CADA HORMIGON A PARTIR DE LAS RESISTEN-
CIAS MINIMAS OBTENIDAS EN LAS AMASADAS, PARA UN
HIPOTETICO ENSAYO DE CONTROL A NIVEL NORMAL.

Trasladando las amasadas realizadas al ámbito real de la obra, cual si se tratara de amasadas correspondientes a lotes definidos en un hipotético planning de control, y con el único objeto de apuntar las posibles resistencias características que para tales lotes se podrían estimar, así como las posibles resistencias especificadas que de ellas se podrían derivar, se han elaborado los siguientes cuadros.

Suponiendo tales hormigones realizados en central con control de producción, carente de Sello o Marca de Conformidad y, por consiguiente, de supervisión externa por parte de Organismo independiente, podemos aplicar a la amasada de valor más bajo el coeficiente K del cuadro 69.3.2.b de la EH-88. Dado que las muestras de hormigón (es decir, las distintas amasadas), se extraen de la cuba correspondiente, y la confección, almacenaje y rotura de probetas se verifica por personal de Organismo Oficial u Homologado, podríamos admitir las resistencias características estimadas obtenidas como dato orientativo para fijar nuestras especificaciones resistentes de proyecto en consonancia con la descomposición de la unidad de hormigón corres-

pondiente y, consecuentemente, con su precio. Esto, quizás, sirva de ayuda para eliminar las contradicciones económicas derivadas de unas exigencias resistentes imposibles de satisfacer con una descomposición teórica.

Es de advertir que tales datos servirían de orientación únicamente para aquellos hormigones ejecutados con los mismos componentes y medidas en peso, no por volúmenes aparentes, es decir, por baldes, procedimiento tan usual en nuestras islas. La Instrucción EH-88, en su Art.º 69, nos comenta que los hormigones fabricados en central tienen un coeficiente de variación de 0,10 a 0,13, mientras que los restantes hormigones alcanzan entre 0,20 y 0,23.

Por esto, un hormigón amasado en obra, dosificado en volúmenes aparentes, sufrirá una mayor penalización que al ser preamasado y dosificado en pesos, para un mismo número de amasadas por lote. Esta diferencia oscila de un 15% para $N=2$, a un 8% para $N=4$, lo que daría lugar al siguiente cuadro:

Veamos para unas condiciones de obra consideradas como BUENAS, propias de un control a nivel NORMAL, las diferentes estimaciones de fck derivadas de un ensayo previo de laboratorio y del mismo hormigón fabricado en central y en obra.

	ENSAYO PREVIO	ENSAYO DE CONTROL	RELACION		
		HORM. CENTRAL	HORM. OBRA	2	3
	fck				
DOSIFICACION	1	2	3	1	1
A - 1D	150	200	175	1,33	1,16
A - 2D	150	175	175	1,16	1,16
A - 3D	175	225	200	1,28	1,14
A - 4D	175	225	200	1,28	1,14
A - 6D	175	225	200	1,28	1,14
A - 8D	137	175	150	1,27	1,15
				MEDIA	1,26 1,15
C - 1D	175	225	200	1,28	1,14
C - 6D	200	225	200	1,12	1,00
C - 8D	175	200	200	1,14	1,14
				MEDIA	1,18 1,09
				TOTAL	22% 12%

Apreciamos cómo, para el caso de hormigones premasados, si se confeccionan con áridos fonolíticos, la resistencia especificada supera un 26% la precisión de laboratorio, y un 15% en el caso de hormigón hecho en obra. Para áridos basálticos, y debido a la mayor penalización derivada de la aplicación de un KN más bajo, las diferencias respectivas son de un 18% y un 9%. Así, a modo orientativo, podríamos indicar que la penalización de la resistencia característica prevista en laboratorio frente

a la obtenida por control estadístico a nivel normal, oscila alrededor del 22% para hormigones preamasados y del 12% para hormigones hechos en obra.

Con ello, para unas condiciones de ejecución previstas como BUENAS, y para un mismo hormigón, concluimos que éste padece una infravaloración notable, superior al 20%, precisamente al amasarse bajo unas condiciones más rigurosas, cuales son las propias de las centrales de hormigonado, hoy en día homologadas y sujetas, por tanto, a control de producción.

Para los hormigones de obra, en cambio, la evaluación del ensayo previo, siendo conservadora, está dentro del razonable límite del 15%.

En el caso de hormigones preamasados, una prueba de laboratorio que prescriba la dosificación (fonolítica o basáltica) adecuada para garantizar un valor de $f_{ck}=175$, nos arrojaría una estimada en obra superior a los 225 Kp/cm², lo que supone una apreciable penalización económica en obras de gran tamaño, debido al sobre dimensionamiento de elementos resistentes, especialmente de pilares, contenido en el proyecto, a raíz de la infravaloración de la resistencia especificada para una determinada dosificación del hormigón a elegir.

Por ello, para nuestros hormigones, se podía corregir la fórmula del Artº 67 de la Instrucción: $f_{cm}=1,35 \cdot f_{ck}+15$ por: $f_{cm}=1,15 \cdot f_{ck}+15$, sólo para hormigones destinados a ser preamasados en central, y en condiciones de obra consideradas como BUENAS.

PARTE IV. CONCLUSIONES

CAPITULO VIII. VARIACIONES RESISTENTES DERIVADAS DE LA MODIFICACION CUANTITATIVA DE LOS COMPONENTES FINOS Y DEL AGUA DE AMASADO.

Otro aspecto que se ha considerado de interés es apuntar la cuantificación de la variación resistente en un mismo hormigón por modificación de sus fracciones finas, para mejorar la trabajabilidad de la masa.

A tal efecto, se realizó dosificaciones de contraste, tales como:

MODULO MEZCLA	% A MODULO	CONO	A/C	ARENA FINA KG	ARENA GRUESA KG	% A A. FINA	% A A. GRUESA	FCM 28días	% A fcm
A -1D -	4,99	7	0,64	229	403			243	
	- 2%	8	0,64	116	505	-50%	+ 21%	296	+ 21%
A -4D -	4,17	7	0,70	322	563			263	
	- 4%	6	0,71	190	682	-41%	+ 28%	272	+ 4%
A -8D -	3,38	8	0,81	711	—			201	
		6	0,75	713	—	0%	—	250	+ 20%

Podemos observar que las disminuciones en las fracciones más finas de arena, en beneficio de la arena gruesa, con la misma relación A/c, incrementan las resistencias a compresión, apreciablemente cuando se opera con tamaños máximos 20-40 mm.

NOTA.-Se podrá apreciar que todos los hormigones ensayados precisan, para una docilidad compatible con una consistencia blanda, una relación A/C superior al límite de 0,60 prescrito por la EH88 Art.º24.4, para un ambiente agresivamente normal (tipo II).

. En la dosificación 8D, se procedió a un reajuste exclusivo del agua de amasado, pasando de 260ls. a los 240ls. Esta modificación, restando el 8% de la cantidad de agua, y dentro del margen de consistencia blanda, provoca un cono con 2cms. menos de descenso, y un incremento de la resistencia a compresión ante el aumento de la relación A/C, enunciado por Abrams.

DOSIFICACION	Ls.AGUA	A/C	ARENA FINA A. GRUESA			10-20	fcm 28
			Kg.	MACHAQUEO Kg. 5-10			
A - 5D'	250	0,7	---	835	401	565	248
A - 6D	225	0,7	519	---	785	585	264
INCREMENTOS					+51%	+3,5%	+6%

Cabría mencionar el efecto que se deriva de la sustitución de arena amarilla de playa por arena gruesa de machaqueo (5D') como única fracción fina, provoca un descenso notable de la fracción 5-10 respecto al que requeriría la única presencia de la arena amarilla cifrado en un 51%. Ello se debe a que esta arena tiende a sustituir al grano 5-10, consiguiendo la continuidad granulométrica (compacidad) con poca cantidad de esta fracción.

La arena amarilla como única fracción fina, en cambio, requiere un notable incremento de la mínima fracción gruesa (5-10) para conseguir esta continuidad granulométrica. El incremento de la fracción gruesa conlleva un descenso de la superficie específica, por lo que la pasta, cuya cantidad se ha mantenido invariable, envuelve más abundantemente al árido, consiguiéndose, en este caso,

un incremento de resistencia del 6% a 28 días.

Por último cabe destacar un aspecto detectado durante la ejecución de los ensayos: la apreciable variación del módulo granulométrico de las arenas de machaqueo entre las sucesivas partidas recibidas en el laboratorio.

La primera partida de arena fonolítica de machaqueo poseía un módulo granulométrico $mg=3,07$; la segunda partida poseía un módulo $mg=4,13$.

Dada la apreciable diferencia surgida por razones internas a la planta de machaqueo, se consideró conveniente repetir las dosificaciones A-1D y A-4D, a fin de, una vez reajustadas, dar a conocer al profesional, a modo de ejemplo, la repercusión que tal aspecto, generalmente no controlado, conlleva sobre la resistencia del hormigón.

En 1D, la relación, en peso, entre las arenas fina/gruesa es de 0,57 y en 1D', de 0,23. Tal disminución de la fracción más fina (arena amarilla), reduce la superficie específica, y origina, para igual consistencia, un incremento de fcm del 18%.

En 4D, esta relación arenas fina/gruesa es de 0,57, y se reduce a 0,28 en 4D'. El incremento de resistencia con ello originado es del 4%.

Así pues, como conclusión, cabe indicar que un dato en apariencia insignificante, como es la oscilación del módulo granulométrico de una arena en su proceso de fabricación en planta, requiere de reajustes importantes. En el caso que hemos expuesto, una disminución del módulo granulométrico de la fracción gruesa de arena en un 34% con respecto al inicial, requiere una fuerte disminución de la fracción más fina, lo que induce a mejorar apreciablemente la resistencia a compresión del hormigón resultante.

 PARTE IV.- CONCLUSIONES

CAPITULO IX.-LA RELACION C/A: DIFERENCIAS DE ESTIMACION PARA
 LOS HORMIGONES ENSAYADOS, SEGUN LOS METODOS "DE -
 LA PEÑA" Y "BOLOMEY

9.1.- COMPARACION ENTRE AMBOS METODOS EN CUANTO A SU VALORACION
 DE LA RELACION C/A.

En el Capítulo III., apartado 3.1, hemos planteado la directa influencia que la concentración de la pasta posee en la resistencia a compresión. De aquí, el considerar de interés para los profesionales de la construcción en las Islas, habituados al empleo de métodos prácticos de rápida resolución para dosificar hormigones, la exposición de las diferencias de estimación de este importante factor C/A, según DE LA PEÑA Y BOLOMEY (método empleado en este trabajo.

TABLA DE VALORES DE A/C. C. DE LA PEÑA

fcm 28	ARIDOS MACHACADOS CEMENTO P - 350
180	0,88
210	0,81
240	0,75
300	0,64
360	0,57

DE LA PEÑA: $C/A = K \cdot f_{cm} + 0,5$ $K = 0.0035$

HORMIGON f_{cm} 28 REAL C/A DE LA PEÑA C/A BOLOMEY RELACION /

ARIDOS FONOLITICOS

A - 1D'	296	1,536	1,561	0,98
A - 4D'	272	1,452	1,391	1,04
A - 5D	248	1,368	1,280	1,07
A - 6D	264	1,424	1,422	1,00
A - 8D'	250	1,375	1,333	1,03

ARIDOS BASALTICOS

C - 1D	270	1,445	1,524	0,95
C - 4D	251	1,378	1,391	0,99
C - 5D	259	1,406	1,280	1,09
C - 6D	296	1,536	1,391	1,10
C - 8D	251	1,378	1,231	1,12

ARIDOS PIROCLASTICOS

P - 4D	265	1,427	1,391	1,02
P - 6D	187	1,154	1,391	0,83
P - 8D	175	1,112	1,231	0,90

DE LA PEÑA - BOLOMEY:

Comparación de relaciones C/A.

Conclusiones.

- a) ARIDOS FONOLITICOS.- Se puede observar que ambos métodos arrojan relaciones C/A similares, si bien en la dosificación 5D, con una sola arena, la de machaqueo, se alcanza un valor DE LA PEÑA 7% superior al de BOLOMEY. En general, DE LA PEÑA produce mezclas con una menor cantidad de agua que la que realmente precisa para conseguir la docilidad adecuada.
- b) ARIDOS BASALTICOS.- Si bien las mezclas continuas, con dos arenas, Bolowey precisa una cantidad de agua menor que De La Peña, para las mezclas con una sola fracción de arena, la situación es inversa, apreciándose incrementos del 9% al 12% en la relación C/A, y por tanto, en la cantidad de agua, de Bolowey respecto De La Peña.
- c) ARIDOS PIROCLASTICOS.- Para mezclas continuas, indica UN "% superior la relación C/A De La Peña (menos agua) respecto a Bolomey (más agua). Pero en mezclas con un solo tamaño de arena, las diferencias entre ambos se cifran entre un 10% a un 17%, aportando Bolowey cantidades de agua inferiores a De La Peña.

La aplicación de De La Peña a nuestros hormigones debetener en cuenta, pues, el tipo de árido y el número de fracciones finas a emplear.

9.2.- OBTENCION DEL COEFICIENTE K REAL DE DE LA PEÑA; A PARTIR DE LOS DATOS DE ENSAYO.

$$C/A = k \cdot f_{cm} + 0,5 \quad (K \text{ TEORICO} = 0,0035 \text{ para PA-350})$$

ARIDOS FONOLITICOS

HORMIGON	f _{cm} 28	C/A REAL	K REAL	K TEORICO/ K REAL
A - 1D'	296	1,561	0,00358	0,98
A - 4D'	272	1,391	0,00327	1,07
A - 5D	248	1,280	0,00314	1,11
A - 6D	264	1,422	0,00349	1,00
A - 8D'	250	1,333	0,00333	1,05

ARIDOS BASALTICOS

C - 1D	270	1,524	0,00379	0,92
C - 4D	251	1,391	0,00354	0,99
C - 5D	259	1,280	0,00301	1,16
C - 6D	296	1,391	0,00301	1,16
C - 8D	251	1,231	0,00291	1,20

ARIDOS PIROCLASTICOS

P - 4D	265	1,391	0,00336	1,04
P - 6D	187	1,391	0,00476	0,73
P - 8D	175	1,231	0,00418	0,84

Conclusión:

A la vista de los resultados obtenidos, podemos indicar las menores dispersiones del coeficiente K en áridos fonolíticos, si bien con la dosificación 5D, de una sola

fracción de arena, la gruesa, la dispersión es de un 11% inferior al valor de K facilitado por De La Peña.

En áridos basálticos, las dispersiones son más ostensibles, en todas las dosificaciones con una sola arena, apreciándose valores de un 16% y un 20% inferiores al valor de K facilitado por De La Peña. Para granulometrías continuas, con dos arenas, y tamaño máximo de 20 mm, la diferencia observada es de un 1% entre ambos valores.

En áridos piroclásticos, se obtiene un valor de K un 4% inferior al De La Peña, para granulometrías continuas con tamaño máximo 10-20.

Pero, en dosificaciones con una sola arena (6D - 8D) se alcanza valores de K que superan al teórico en un 16% y en un 27%. Así pues, en mezclas basálticas y piroclásticas con una sola arena y con cemento de adición puzolánica, la aplicación del método de De La Peña puede provocar resultados de resistencia muy distantes de los previstos.

CAPITULO X.- EL HORMIGON Y EL MORTERO NORMALIZADO:

RELACIONES DE RESISTENCIAS.X.1.- CALIFICACION DE LOS ARIDOS CANARIOS ENSAYADOS; A PARTIR DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LOS HORMIGONES RESULTANTES

Como ya se apuntó en el apartado 3.1., la resistencia a compresión del hormigón está directamente relacionada con la resistencia de la pasta de cemento, de la adherencia pasta-árido y del tipo y naturaleza de los áridos.

Esta relación la recoge Dreux (29) mediante la expresión: $f_{c28} = K \cdot f_{cem} (C/A - 0,5)$, proporcionando, para tamaños comprendidos entre 25 y 40 mm., valores de K indicativos de la calidad de los mismos. La aplicación de esta expresión a las dosificaciones realizadas con tamaño máximo no inferior a 20 mm., arroja los resultados recogidos a continuación:

X.1.1.- HORMIGONES CON ARIDOS FONOLITICOS.

DOSIFICACION: A-1D'.- A/C = 0,64

$$296 = K \times 431 (320/230 - 0,5); \quad K = 0,70.-$$

DOSIFICACION: A - 4D'.- A/C = 0,71.-

$$272 = K \times 431 (320/230 - 0,5); \quad K = 0,70.-$$

DOSIFICACION: A - 5D'.- A/C = 0,75

$$248 = K \times 405 (320/240 - 0,5); \quad K = 0,73.-$$

(29) DREUX, G.- Nouveau Guide du Beton.

Edition Eyrolles, Paris. 1979.

DOSIFICACION: A - 6D.- A/C = 0,75.-

$$264 = K \times 404 (320/225 - 0,5); \quad K = 0,70.-$$

X.1.2.- HORMIGONES CON ARIDOS BASALTICOS.

DOSIFICACION: C - 1D.- A/C = 0,67.-

$$270 = K \times 405 (320/215 - 0,5); \quad K = 0,63.-$$

DOSIFICACION: C - 4D; A/C = 0,71.-

$$251 = K \times 405 (320/230 - 0,5); \quad K = 0,69.-$$

DOSIFICACION: C - 5D;- A/C = 0,78.-

$$259 = K \times 451 (320/250 - 0,5); \quad K = 0,73.-$$

DOSIFICACION: C - 6D; A/C = 0,71.-

$$296 = K \times 431 (320/230 - 0,5); \quad K = 0,77.-$$

X.1.3.- HORMIGONES CON ARIDOS PIROCLASTICOS.

DOSIFICACION: P - 4D; A/C = 0,71.-

$$265 = K \times 451 (320/230 - 0,5); \quad K = 0,66.-$$

DOSIFICACION: P - 6D; A/C = 0,71.-

$$187 = K \times 451 (320/230 - 0,5); \quad K = 0,47.-$$

CONCLUSIONES:

De la aplicación de la fórmula de Dreux a los hormigones ensayados, podemos observar un similar coeficiente K para masas confeccionadas con áridos basálticos o fonolíticos, quedando ambos clasificados como áridos de categoría excelente. Confrontando estas dosificaciones basálticas o fonolíticas con sus homólogas confeccionadas

con áridos piroclásticos basálticos (picón), observamos un descenso apreciable en el valor de K de éstas frente al de aquellas, evaluado entre un 6% y un 33%

Estos áridos piroclásticos poseían, según Dreux, la calificación "buena - corriente".

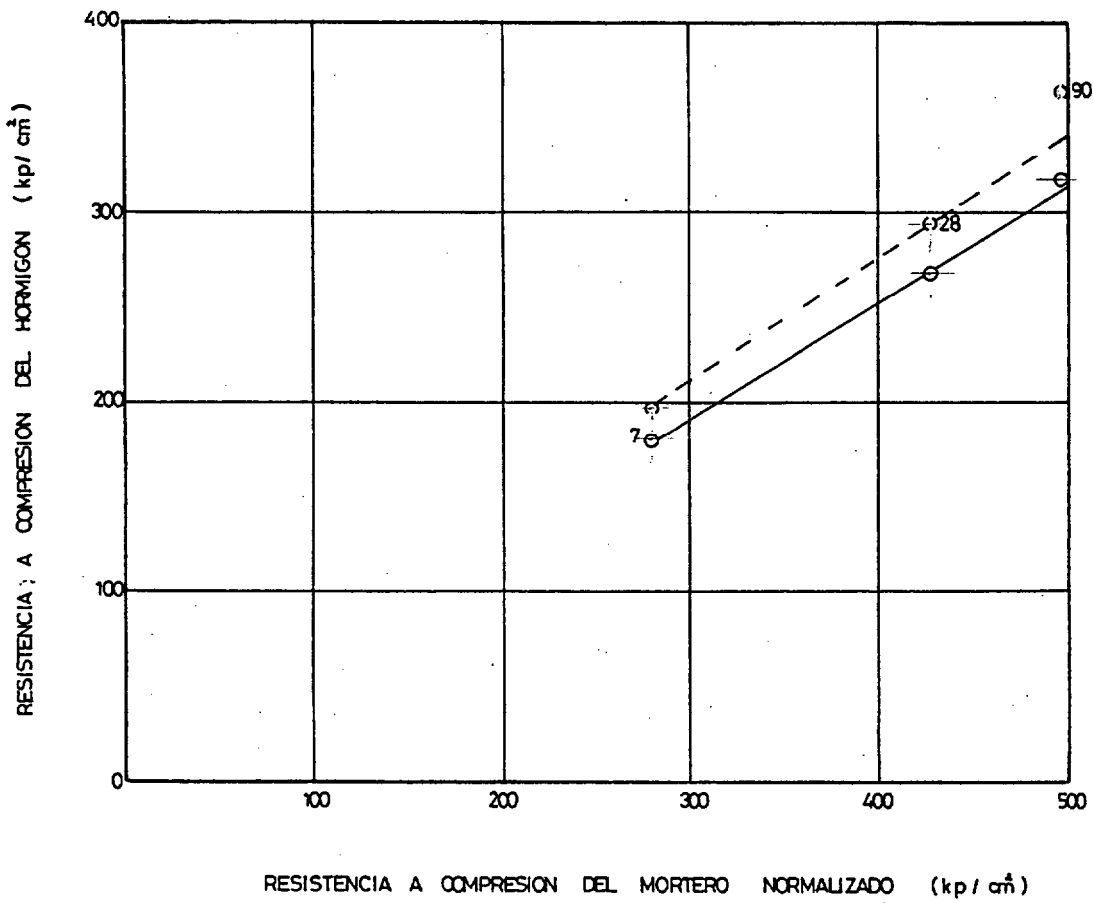
Así pues, con relaciones A/C sensiblemente iguales, y con la misma cantidad, tipo y categoría de cemento, comparando dosificaciones homólogas, en cuanto a número de componentes y tamaños de fracciones, constatamos la veracidad de la aportación de Dreux en cuanto a la influencia de la naturaleza de los áridos en la resistencia del hormigón con ellos confeccionado, si bien se precisa una marcada diferenciación petrográfica para apreciar dicho efecto, como ocurre en el caso del picón frente al basalto o la fonolita, pero no así entre estos dos.

X.2.- RELACION ENTRE RESISTENCIAS A COMPRESION Y FLEXOTRACION DEL MORTERO NORMALIZADO Y A COMPRESION SIMPLE DEL HORMIGON: gráficas.

Siguiendo la misma línea de intentar relacionar las evoluciones del cemento con las del hormigón con él fabricado, es obvio que la resistencia de la pasta de cemento está estrechamente vinculada con la relación A/C y el grado de hidratación del mismo. Por otro lado, la resistencia de la pasta incide directamente en su adherencia con el árido, factor fundamental éste en la resistencia del hormigón resultante.

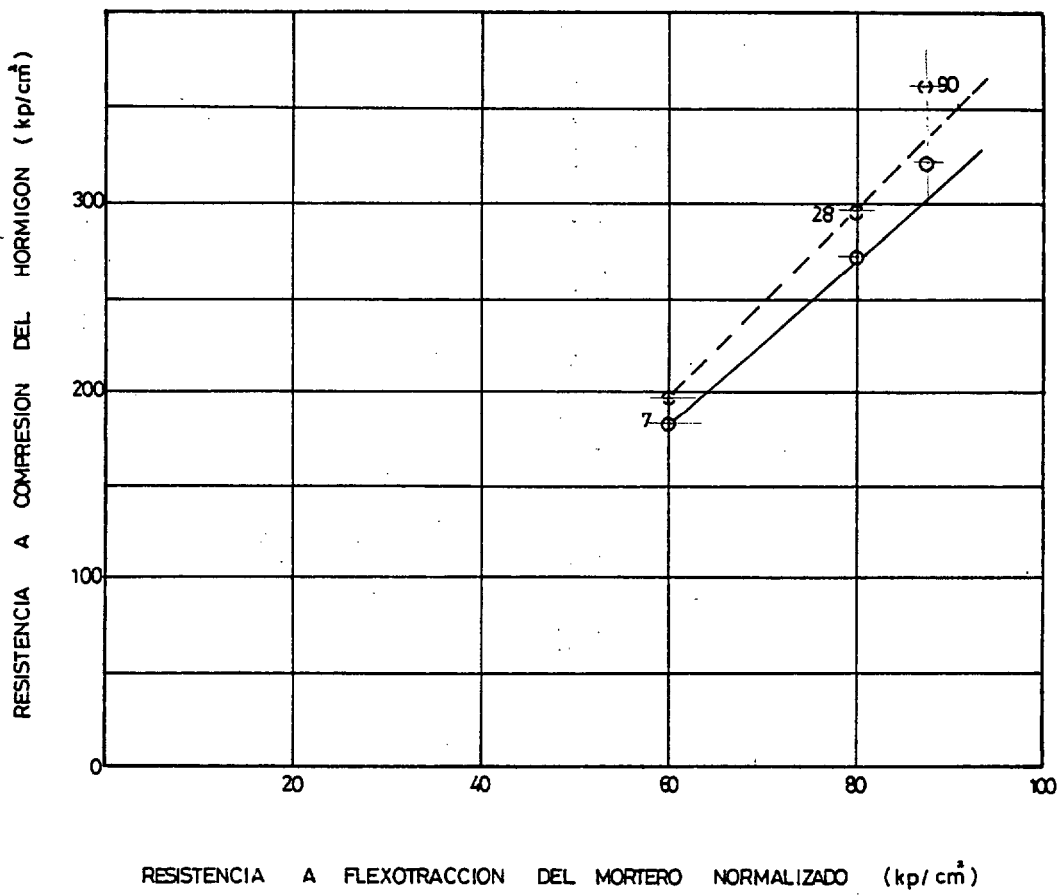
A continuación se exponen gráficas que recogen las relaciones de resistencias del mortero normalizado

y del hormigón correspondiente, a las edades de 7, 28 y 90 días, así como gráficas que expresan la correspondencia entre la evolución de resistencias a flexotracción del mortero normalizado, con la de resistencias a compresión de los hormigones confeccionados con el mismo cemento. Por último, se tratará de relacionar a las mismas edades, la resistencia a tracción indirecta del hormigón con la resistencia a flexotracción del mortero normalizado.



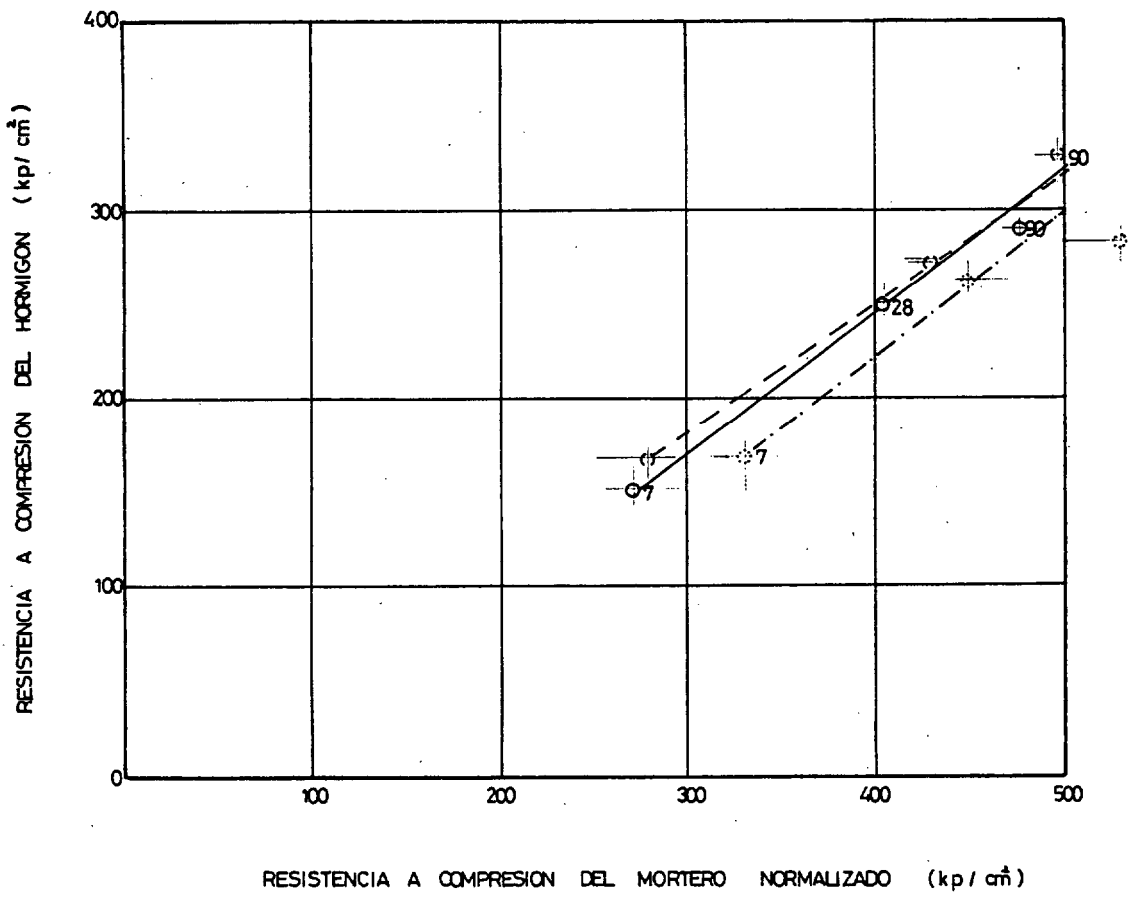
CUADRO 3ª

A - ID' ○ - - - -
 C - ID ○ - - - -



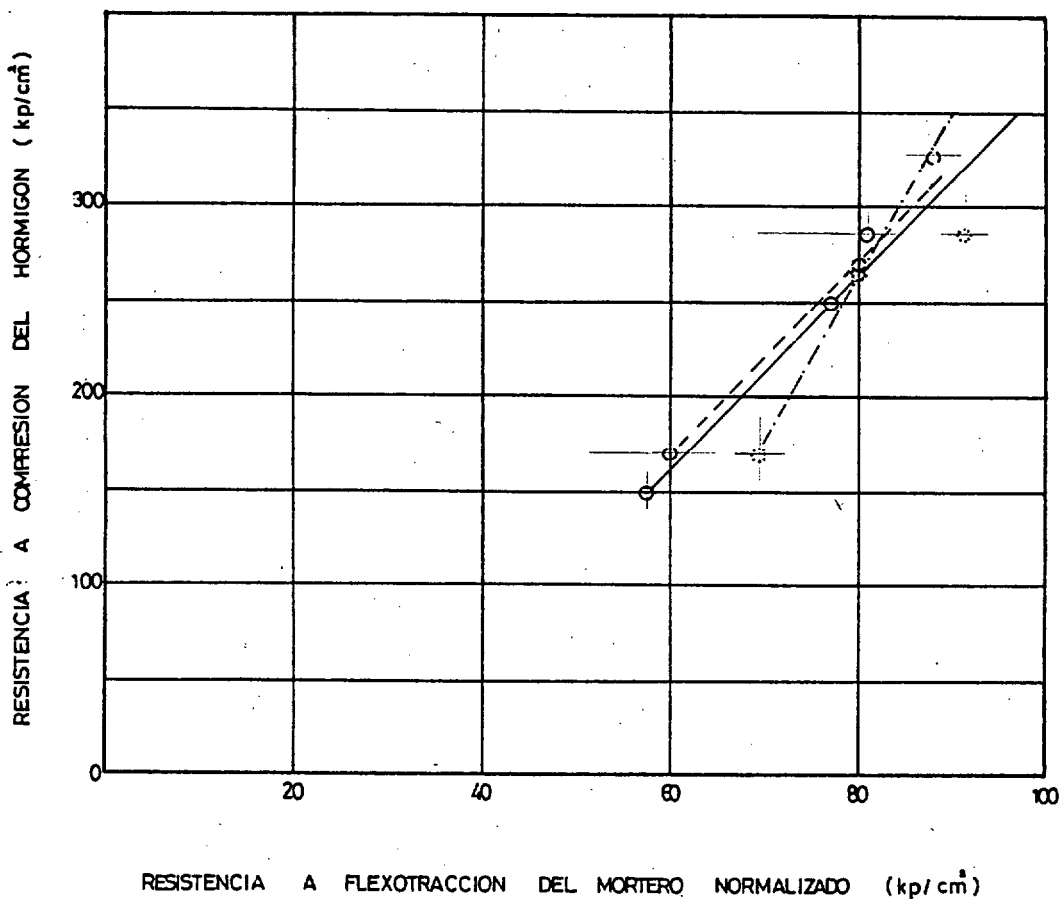
CUADRO 4^a

A-1D' (---)
C-1D (—)



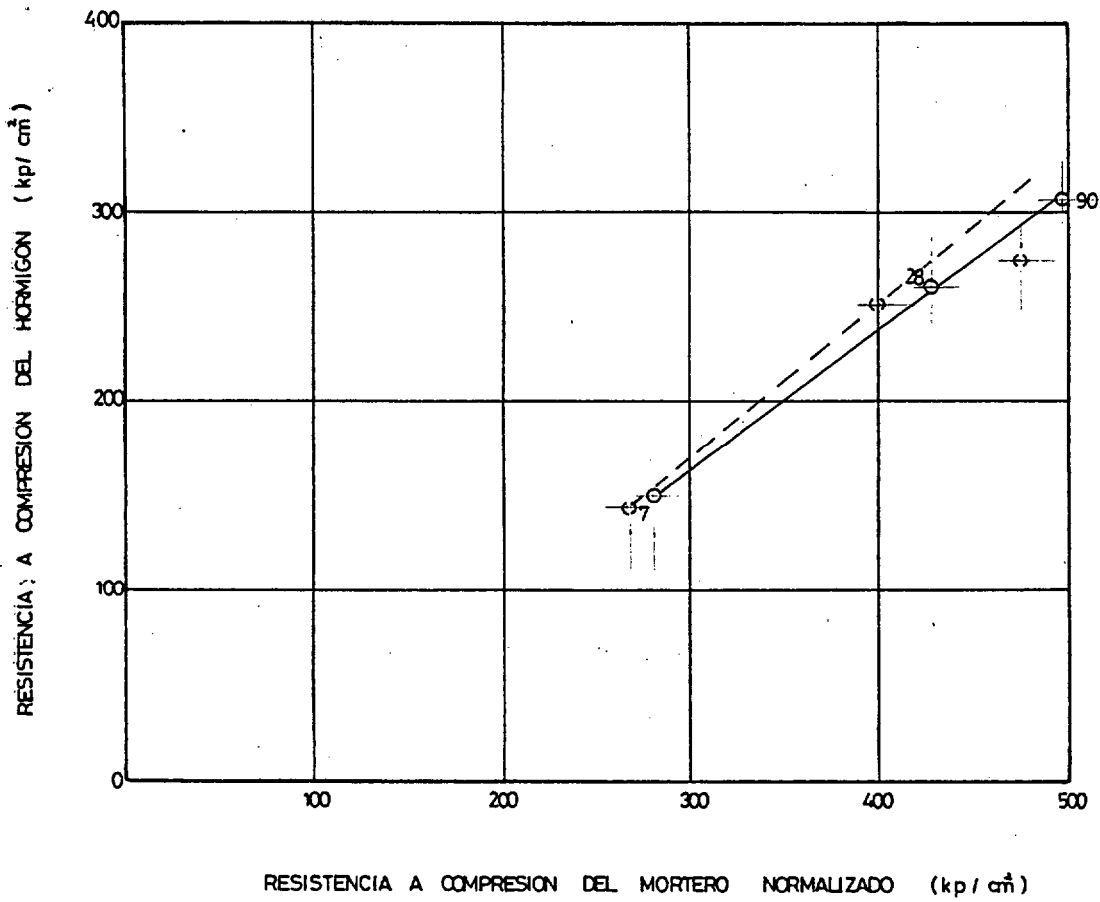
CUADRO 3ª

- P-4D ⋄ - - - -
- A-4D ⋄ - - - -
- C-4D ○ - - - -



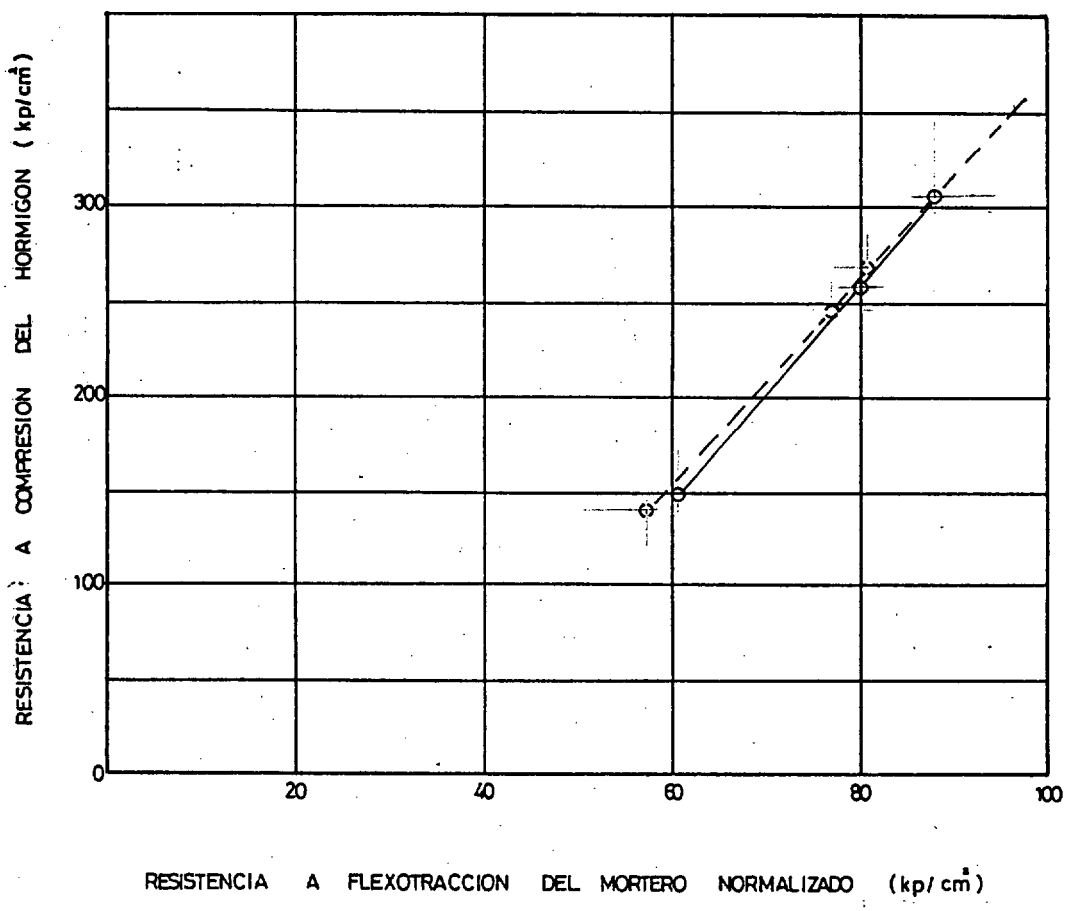
CUADRO 4ª

- P - 4D (PARTIDA 16-10-84) ○ - - - - -
- A - 4D' (" 5-6-84) ○ - - - - -
- C - 4D (" 18-12-84) ○ - - - - -



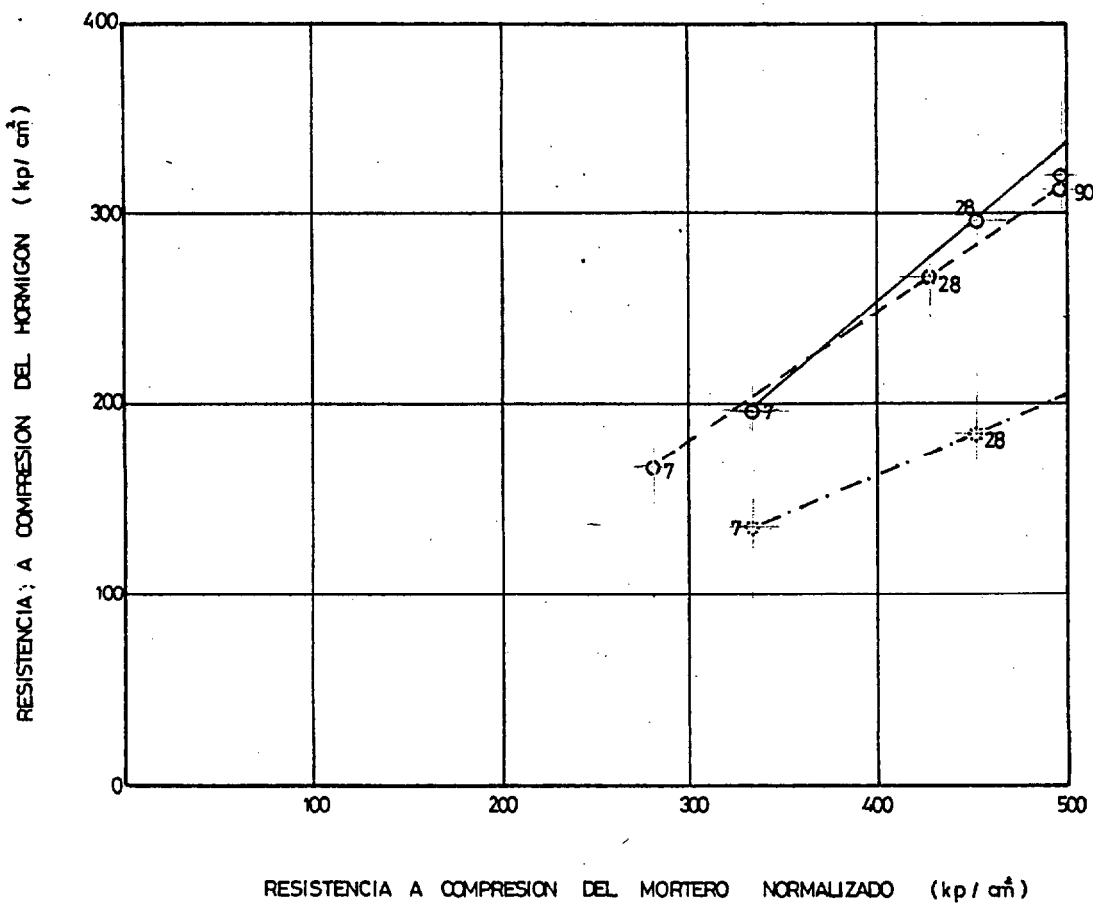
CUADRO 3ª

C-5D ○ ———
 A-5D' () - - - -



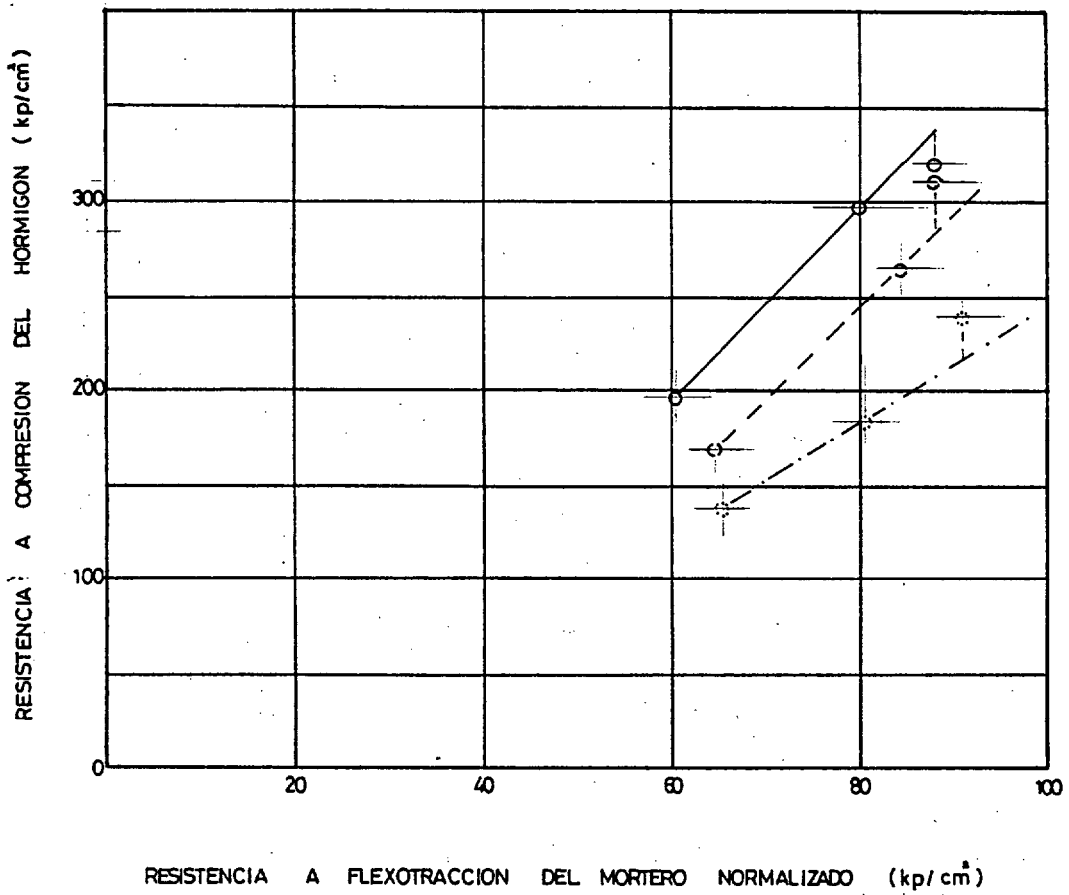
CUADRO 4ª

C - 5D ○ ———
A - 5D' ○ - - - -



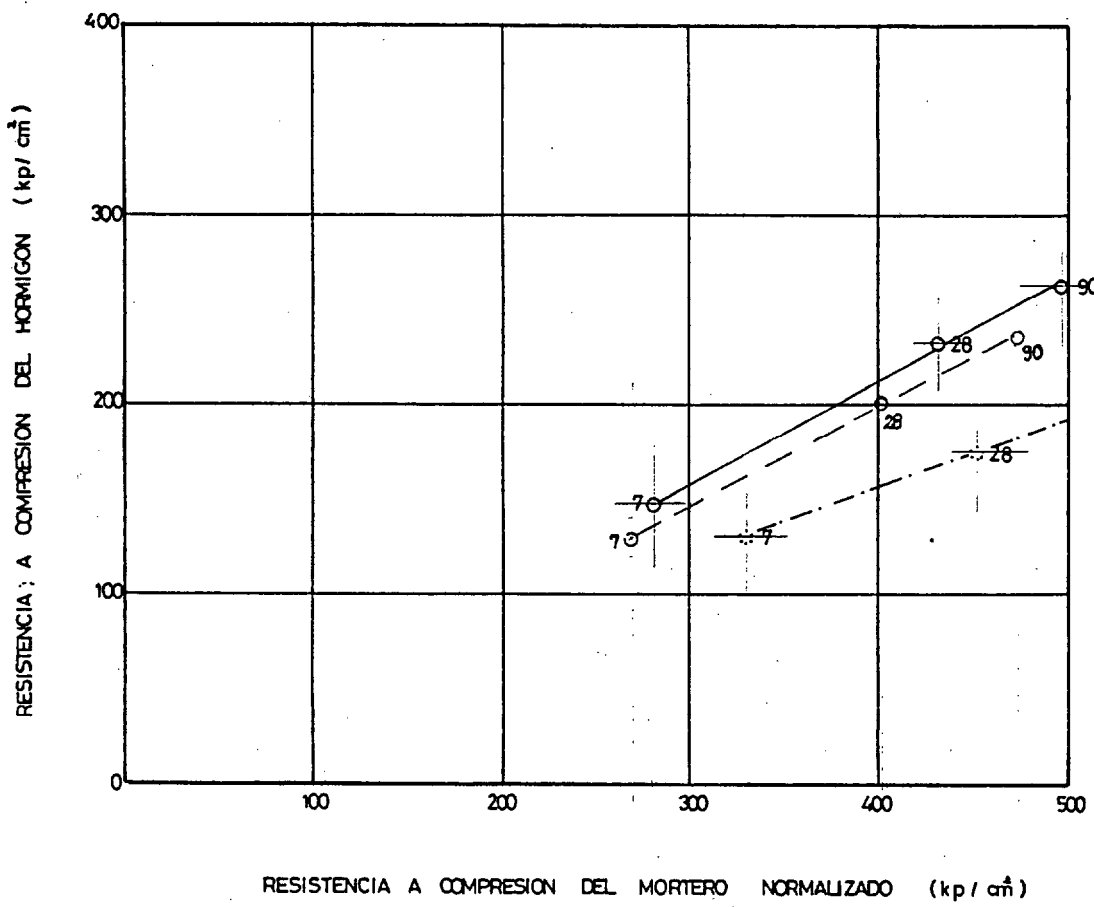
CUADRO 3ª

- P-6D (16-10-84) ······
- A-6D (29-2-84) - - - -
- C-6D (5-6-84) ————



CUADRO 4^a

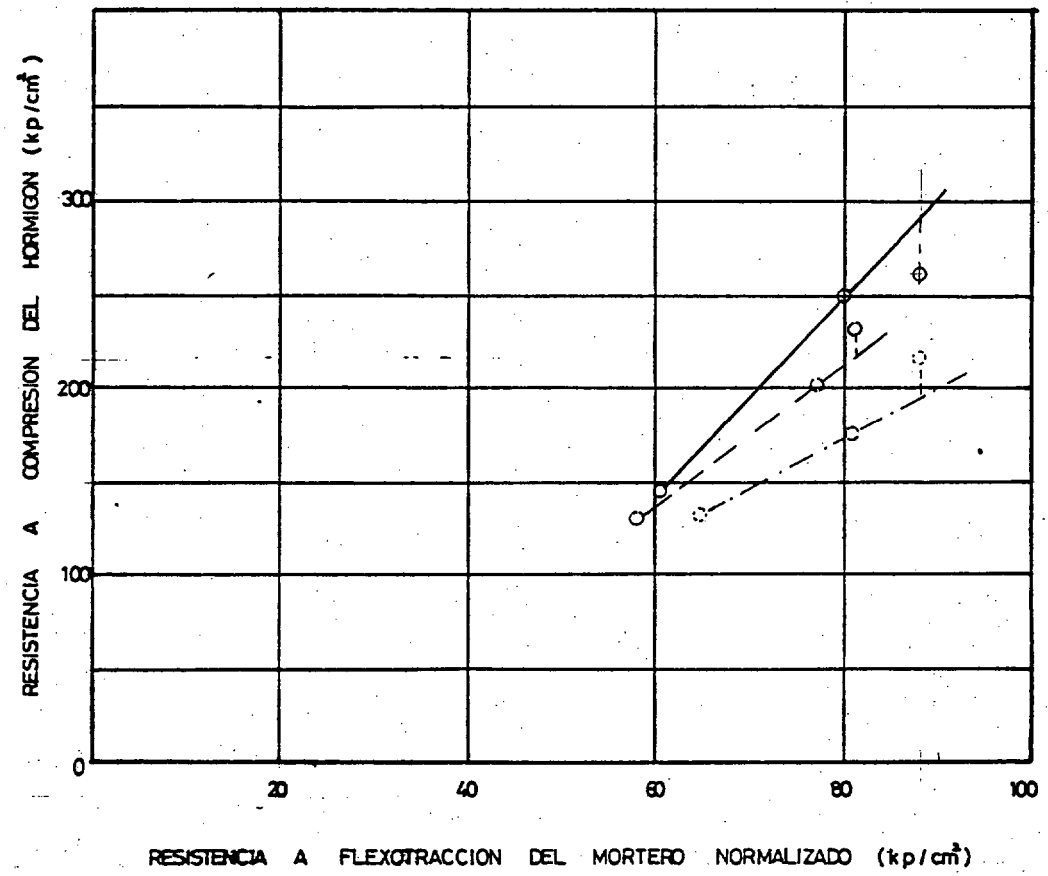
- P - 6D (16-10-84) ○ - ·····
- A - 6D (29-2-84) ○ - - - -
- C - 6D (5-6-84) ○ - ———



CUADRO 3ª

- P - 8D ·····
- A - 8D - - - -
- C - 8D ———

carlos gulgou fernández
arquitecto



CUADRO 4°

- C-8D (5-6-84) ○ ———
- A-8D (18-12-84) ○ - - - -
- P-8D (16-10-84) ○ - · - · -

CONCLUSIONES:

Se puede observar la casi linealidad de los tres puntos de edades 7, 28 y 90 días. Las rectas que unen las correspondencias a 7 y 28 días, generalmente infravaloran las resistencias a edades posteriores; así, estamos en condiciones de precisar, por defecto, el valor de la resistencia a compresión simple a 90 días, a partir de la resistencia a compresión sobre mortero normalizado a dicha edad.

Este efecto lo podemos observar en las gráficas correspondientes a A-1D', C-1D, A-4D', C-5D, A-6D y C-8D. El valor medio de esta estimación por defecto oscila alrededor del 5%, alcanzando desde un mínimo del 0% a un máximo del 11%. Las mayores dispersiones se observan en las gráficas correspondientes a hormigones piroclásticos, oscilando desde un defecto del 12% (la evolución del hormigón es superada por la del mortero normalizado), en P-4D, hasta un exceso del 14% (la evolución del hormigón supera a la del mortero normalizado), en P-6D.

Es de hacer notar que en las dosificaciones que contienen granulometrías continuas, con empleo de dos tamaños de arena, la evolución a compresión del hormigón fonolítico es más favorable que la del basáltico. Pero en dosificaciones discontinuas (ver 6D-8D) en las que se emplea solamente arena amarilla, de extenso empleo en Gran Canaria, la dosificación basáltica evoluciona más favorablemente que la fonolítica. Ello se deberá a la mayor facilidad de alcanzar una mayor compacidad con el basalto que con la fonolita, debido a la superior regularidad de la forma granular de aquél.

En cuanto a la relación entre las resistencias a flexotracción del mortero normalizado y a compresión simple del hormigón, se observa en las gráficas correspon-

dientes a las dosificaciones A-1D', C-1D, A-4D', C-4D, A-5D', C-5D, A-6D, P-6D, C-8D y P-8D, una tendencia hacia la linealidad entre las correspondencias a edades de 7, 28 y 90 días, de forma que se podría preveer, por defecto, la resistencia a compresión simple del hormigón a edades avanzadas, a partir del conocimiento de la resistencia a flexotracción de su mortero normalizado a la edad deseada.

Esta lectura por defecto, oscila desde un 0% (A-5D', C-5D) hasta un 10% (A-6D, P-6D), estimandose, pues, un defecto medio del 5%.

La mayor dispersión se observa en el hormigón piroclástico P-4D, en el que su evolución a compresión se retrasa frente a la evolución a flexotracción del mortero normalizado, arrojando su lectura un resultado atípico por exceso del 25%.

X.3.- LA RESISTENCIA A FLEXOTRACCION DEL MORTERO NORMALIZADO
Y A TRACCION DEL HORMIGON

En el cuadro y gráficas a continuación expuestos, se plantea la relación de resistencia a tracción de hormigones homólogos fonolíticos, basálticos y piroclásticos, así como las gráficas de evolución de esta resistencia, basadas en la flexotracción del mortero normalizado a fin de comprobar su validez para la previsión de resistencias a edades avanzadas.

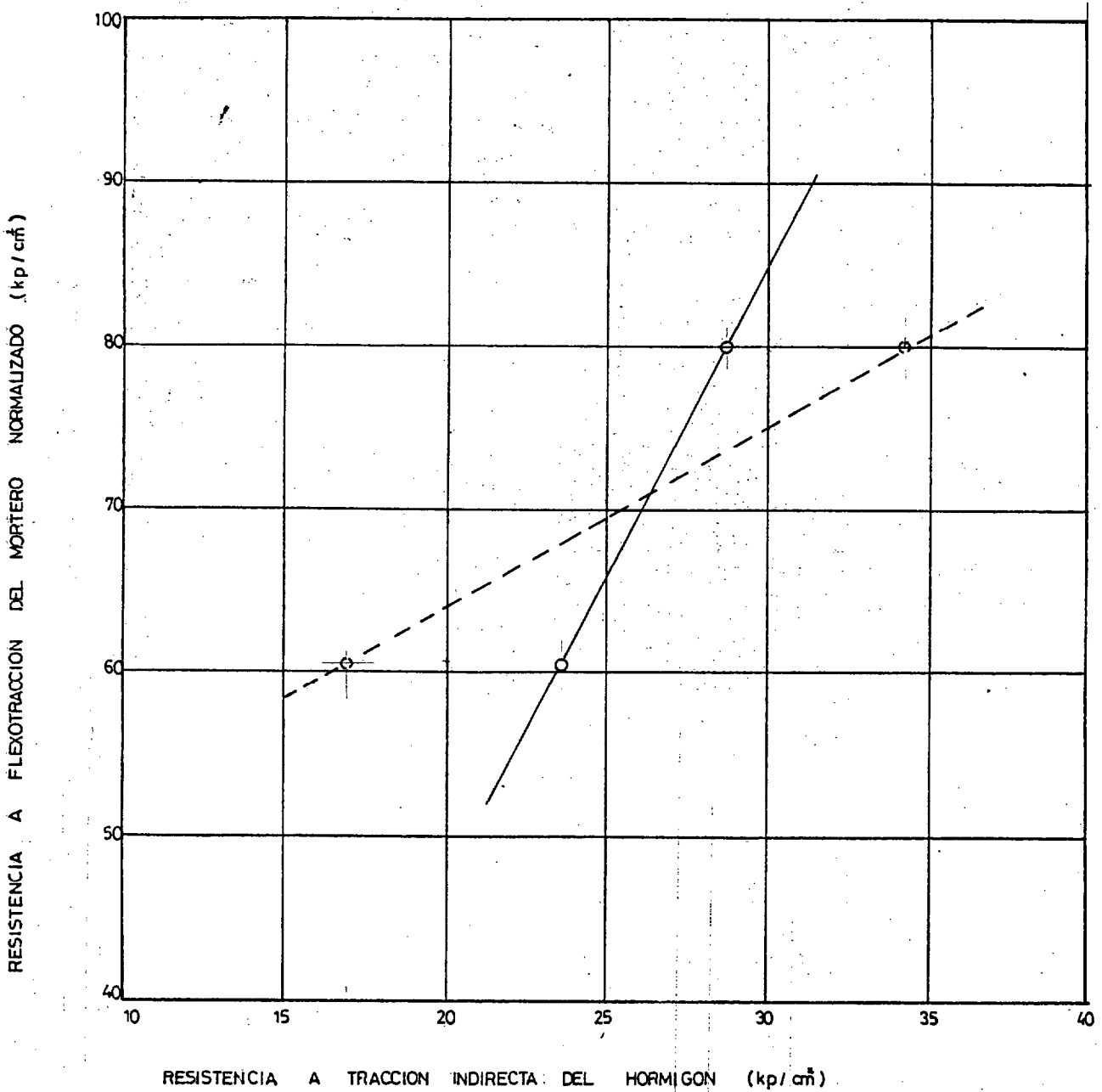
DOSIFICACION	FCT ₂₈	RELACION	FONOLITA ----- BASALTO	RELACION	FONOLITA ----- PICON
A-1D	29,07				
C-1D	24,43	1,18			
A-4D	25,80				
C-4D	25,23	1,02			
A-5D	23,71				
C-5D	16,25	* 1,46			
A-6D	26,06				
C-6D	26,63	0,97			
A-8D	23,56				
C-8D	---	---			
A-4D	25,80				
P-4D	22,07			1,17	
A-6D	26,06				
P-6D	20,59			1,26	
A-8D	** 25,62				
P-8D	** 18,54			1,34	


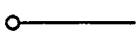
* Resultado anómalo - repetir serie de ensayos.

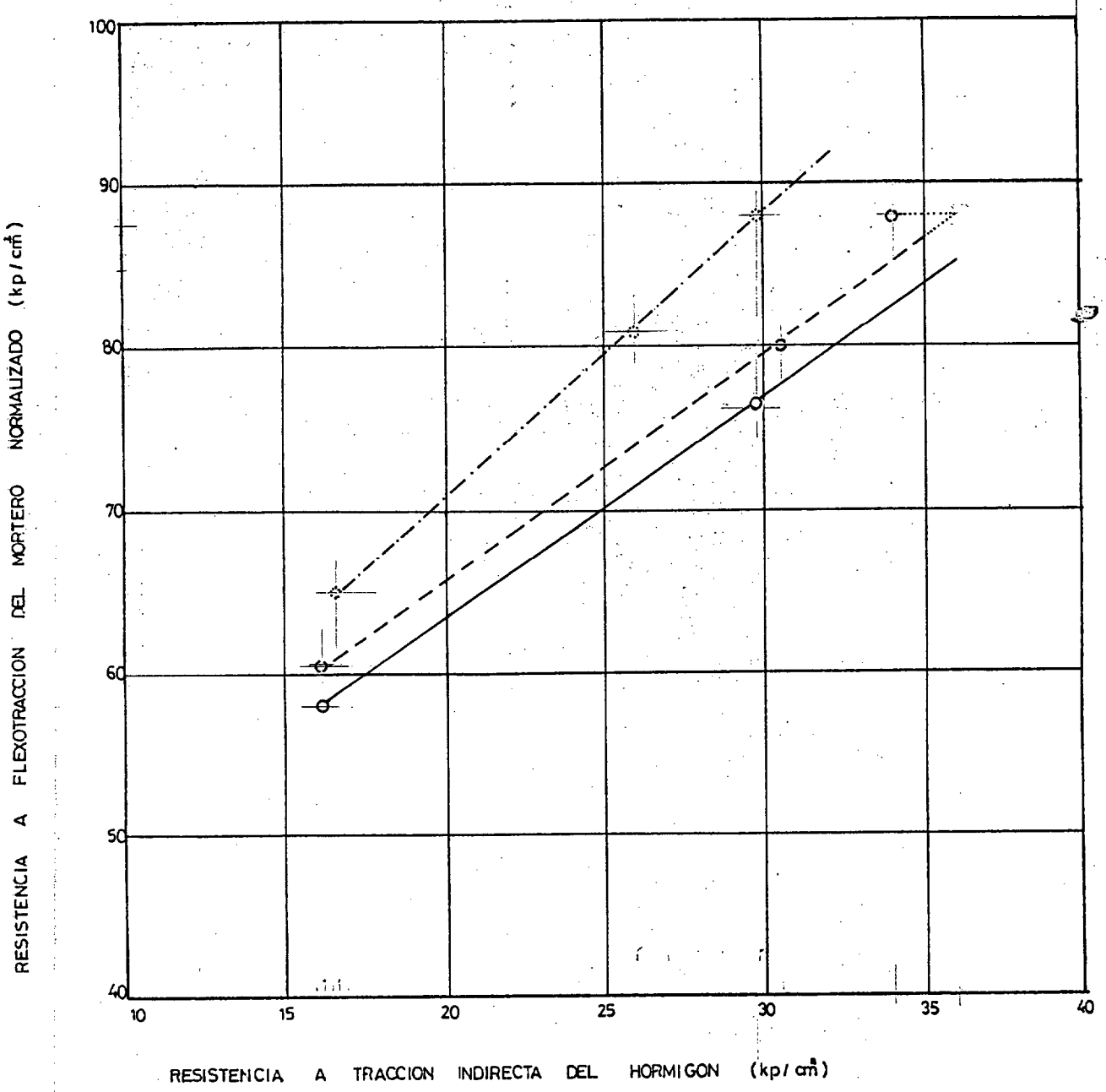
** a 90 días.




RELACION DE RESISTENCIAS A TRACCION fct A 28 DIAS
ENTRE HORMIGONES HOMOLOGOS FONOLITICOS, BASALTICOS
Y PIROCLASTICOS.

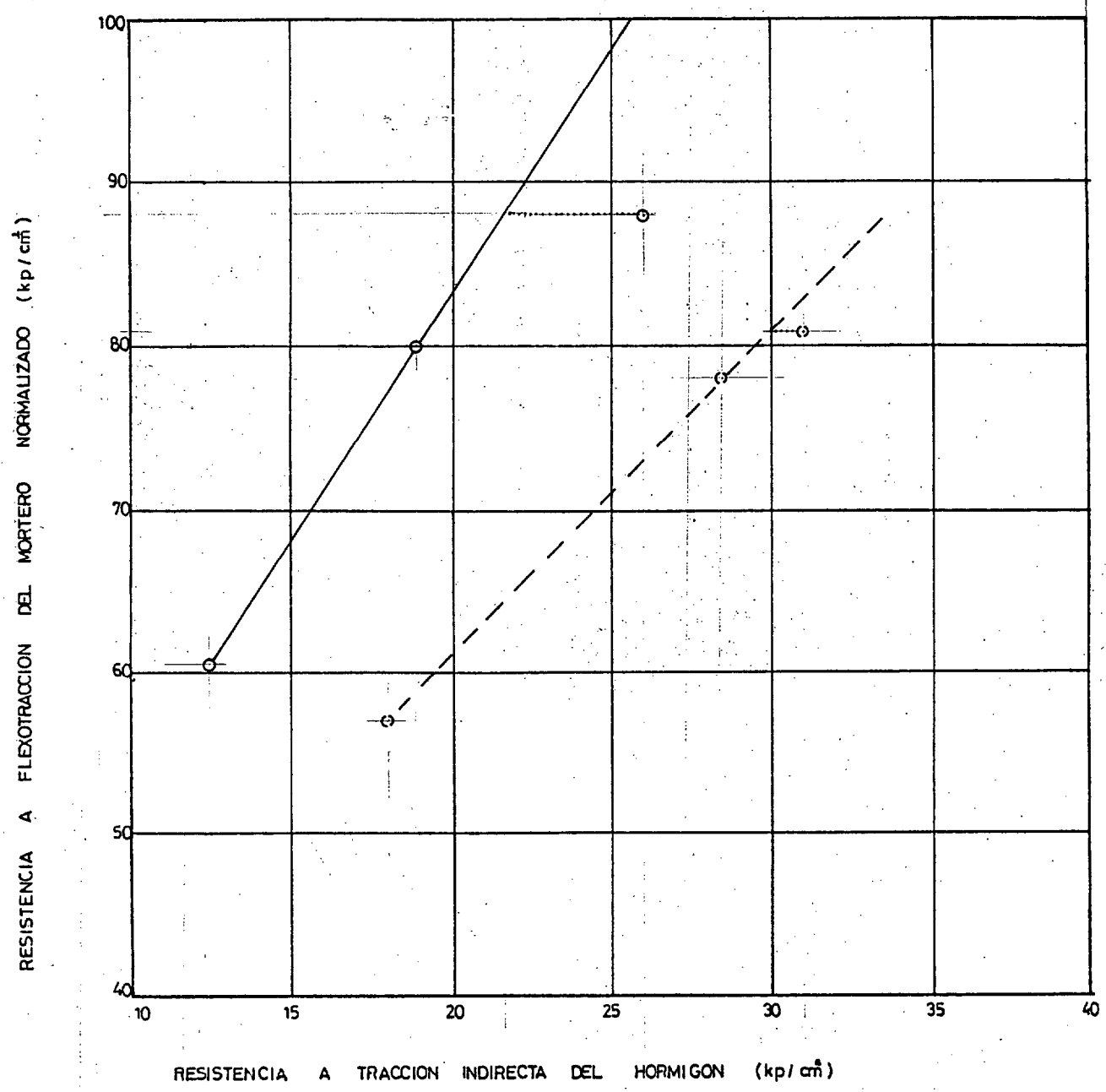
DOSIFICACION	RELACION	FLEXOTRACCION MORTERO			OBSERVACIONES A 90 Días
		TRACCION INDIRECTA HORMIGON			
		7 Días	78 Días	90 Días	
A-1D'	3,55	2,33	---		
C-1D	2,58	2,99	---		
A-4D'	3,68	2,63	2,51		Corregida: -3,5%
C-4D	3,53	2,79	---		
P-4D	3,93	3,11	2,93		Lineal
A-5D'	3,25	2,75	2,61		Corregida: +3,3%
C-5D	4,83	4,18	3,41		Corregida: +14%
A-6D	3,39	2,72	2,59		Corregida: +3,6%
C-6D	3,11	2,55	2,64		Corregida: -8,6%
P-6D	3,11	3,37	2,82		Corregida: +12%
RELACIONES MEDIAS					
FONOLITA	3,46	2,60	2,57		
BASALTO	3,07	2,78	---		
PICON	3,52	3,24	2,87		



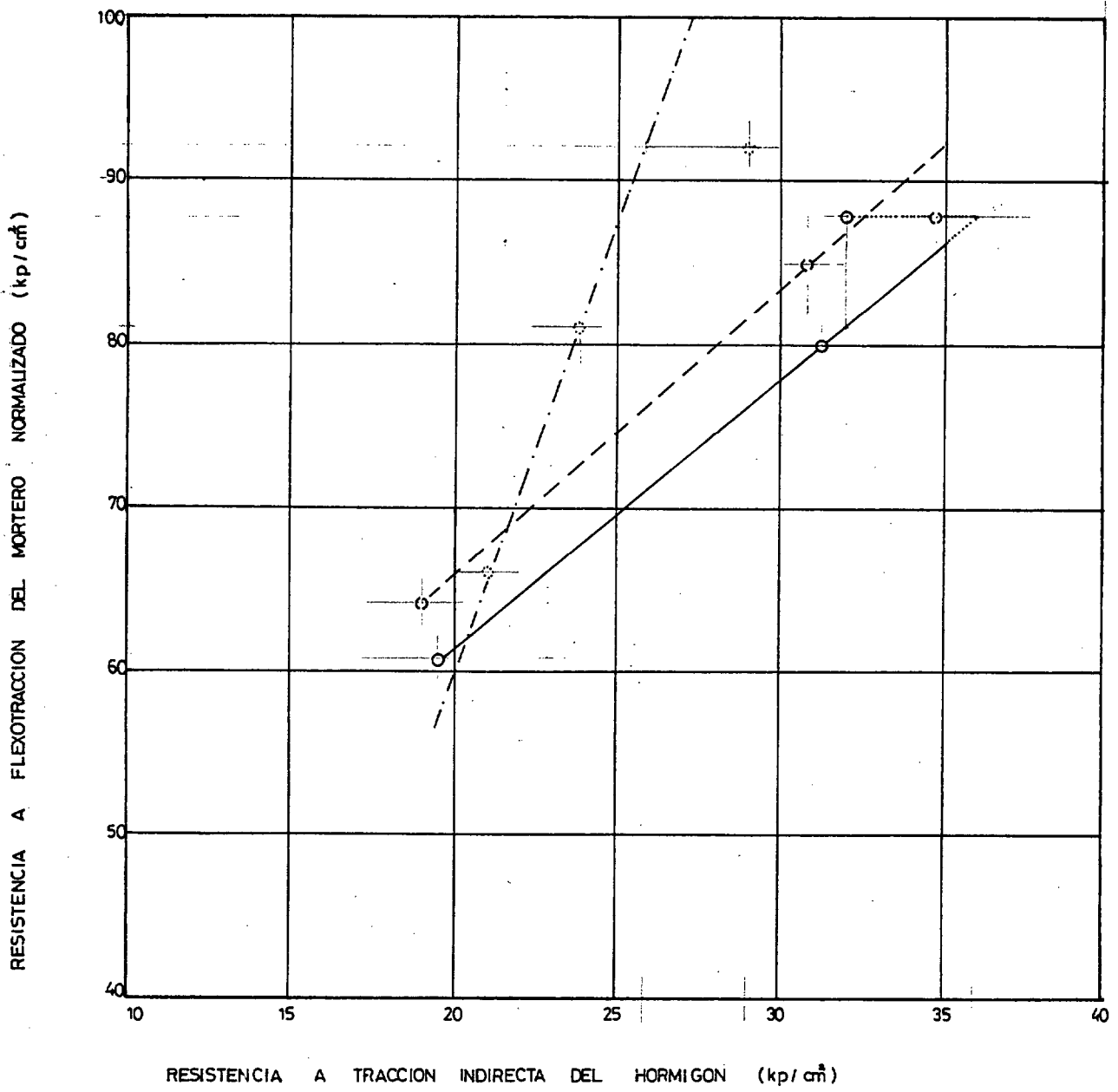
A-1D' 
C-1D 



- A - 4D 
- C - 4D 
- P - 4D 



A - 50' ◊ - - - -
C - 50 ○ - - - -



- A - 6D ◯ - - - -
- C - 6D ◯ - - - -
- P - 6D ◯ - · - · -

CONCLUSIONES.-

Del análisis de las gráficas precedentes acerca de la correspondencia entre la resistencia a flexotracción del mortero normalizado y la resistencia a tracción indirecta del hormigón correspondiente, se desprende:

- a) en hormigones piroclásticos, existe una perfecta linealidad (P-4D) y una previsión conservadora de la resistencia a 90 días utilizando la recta 7-28 (P-6D).
- b) en hormigones fonolíticos, se aprecia una previsión por exceso del 35% en A-4D', y por defecto en A-5D' (3,3%) y A-6D (3,6%), pudiendo, pues, establecerse un margen de error del \pm 4% para estos hormigones.
- c) en hormigones basálticos, la dispersión es mayor, apreciándose una previsión por defecto para la dosificación C-5D, (14%) y por exceso para la dosificación C-6D (8,6%).

Estos resultados conducen a establecer la posibilidad de la determinación de la resistencia a tracción indirecta de un hormigón a edad avanzada, a partir del conocimiento de sus resistencias a 7 y 28 días, y de la correspondiente resistencia a flexotracción del mortero normalizado, con un escaso margen de error.

Asímismo, de la relación numérica obtenida entre ambas resistencias, podemos concluir que las dosificaciones basálticas discontinuas con un solo tamaño de arena, siendo ésta gruesa y de machaqueo, arrojan los resultados más desfavorables en la evolución de la resistencia a la tracción del hormigón, (5D), que mejora al sustituirse esta arena de machaqueo por arena amarilla, (6D). Los valores más altos los arrojan las dosificaciones con los tamaños de arena (1D - 4D).

Los hormigones piroclásticos presentan la peor evolución a tracción, tendiendo a mejorar a edades avanzadas, como se aprecia en el notable incremento de 3,24 a 28 días a 2,87 a los 90 días en la relación $T_{\text{tracción}}/f_{\text{ctb}}$.

Del cuadro de relación de resistencias a tracción a la edad de 28 días entre hormigones homólogos confeccionados con áridos fonolíticos, basálticos y piroclásticos, se observan mejores resultados de los hormigones fonolíticos sobre los basálticos, excepto en la dosificación 6D, en la que se emplea una sola fracción de arena, siendo ésta natural, de playa.

En la dosificación 5D, en la que se emplea una sola fracción de arena, siendo ésta de machaqueo, existe una contradicción entre la conclusión del Capítulo VI, en el que la resistencia a compresión del basalto superaba a la de la fonolita, y el resultado obtenido a tracción, en el que el basalto arroja un resultado muy bajo. La relación directa entre resistencias a tracción y compresión nos daría un mejor resultado del hormigón basáltico frente al fonolítico. Esta aparente anomalía se tratará de despejar mediante la repetición de una serie de ensayos a tracción para ambos hormigones.

Los hormigones piroclásticos arrojan los resultados más bajos a tracción, siendo superados por los homólogos fonolíticos en más de un 17%.

PARTE IV CONCLUSIONES.

CAPITULO XI.- COMPARACION ENTRE LA EVALUACION TEORICA
 DEL MODULO DE DEFORMACION LONGITUDINAL DE
 CADA HORMIGON, SEGUN EH-88, Y LOS RESULTADOS
 DE ENSAYOS DE LABORATORIO, A LOS 28 DIAS.

$E_c = 19.000 \sqrt{f_{c_{28}}}$, siendo $f_{c_{28}}$ la resistencia me-
 dia a compresión a la edad de 28 días.-

DOSIFICACION	Ecr Teórico	Ecl Laboratorio	RELACION Ect/Ecl	MEDIA
A-1D	296.180	338.504	0,87	
A-4D	308.128	306.351	1,00	
A-5D	299.212	248.433	1,20 *	0,95
A-6D	308.713	300.476	1,02	
A-8D	269.371	295.101	0,91	
C-1D	312.201	328.194	0,95	
C-4D	301.016	273.412	1,10	1,01
C-6D	326.888	330.767	0,99	
C-8D	301.016	297.916	1,01	
P-4D	309.297	235.381	1,31 *	
P-6D	259.821	263.912	0,98	1,02
P-8D	251.346	233.974	1,07	

COMENTARIO:

La Instrucción EH-88, en su Art.º 26.7, establece el valor $E_j = 19.000 \sqrt{f_j}$ para el módulo instantáneo de deformación longitudinal secante como válido, siempre que las tensiones, en condiciones de servicio, no sobrepasen el valor 0,5 f_j . La concordancia observada con los valores empíricamente obtenidos, ratifican la validez de esta expresión para nuestros áridos isleños.

PARTE IV.- CONCLUSIONES

CAPITULO XII.- RELACION ENTRE LAS RESISTENCIAS MEDIAS A COMPRESION OBTENIDAS EN LOS ENSAYOS DE COMPRESION SIMPLE (C) Y EN LOS ENSAYOS DE MODULO DE DEFORMACION (E).

El objetivo de la presente relación, para cada clase de árido, es averiguar la posible variación que en la resistencia a compresión simple pudiera producirse tras los ciclos de carga y descarga sin sobrepasar el 50% de la tensión de rotura.

ARIDOS FONOLITICOS	DOSIFICACION									
	A-1D		A-4D		A-5D		A-6D		A-8D	
	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E
f_{cm_7}	159	196	166	162	144	129	171	155	130	---
RELACION C/E	0,81		1,02		1,11		1,10		---	1,07
$f_{cm_{28}}$	243	289	263	294	248	217	264	240	201	255
RELACION C/E	0,84		0,89		1,14		1,10		---	0,94
$f_{cm_{90}}$	316	---	322	---	270	288	310	324	324	272
RELACION C/E	---	---	---	---	0,94		0,96		0,86	0,92

ARIDOS BASALTICOS	DOSIFICACION									
	C-1D		C-4D		C-5D		C-6D		C-8D	
	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E
f_{cm_7}	182	199	152	152	150	124	193	203	149	154
RELACION C/E	0,91		1		1,20		0,95		0,96	0,95
$f_{cm_{28}}$	270	267	251	296	259	230	296	318	251	261
RELACION C/E	1,01		0,85		1,12		0,93		0,96	0,93
$f_{cm_{90}}$	321	304	289	---	305	281	320	320	262	290
RELACION C/E	1,05		---	---	1,08		1		0,90	1,00

ARIDOS	DOSIFICACION					
	P-4D		P-6D		P-8D	
	C	E	C	E	C	E
PIROCLASTICOS						
f_{cm_7}	167	161	139	161	129	143
RELACION C/E	1,03		0,86		0,90	0,93
$f_{cm_{28}}$	265	239	187	202	175	207
RELACION C/E	1,10		0,80		0,84	0,91
$f_{cm_{90}}$	286	292	240	301	214	243
RELACION C/E	0,98		0,80		0,88	0,88

COMENTARIO.

Tanto en los hormigones fonolíticos, como en los basálticos y piroclásticos, se observa una tendencia a la mejora de la resistencia a la compresión tras haber sufrido dos ciclos instantáneos de carga y descarga, sin sobrepasar el 50% de la tensión de rotura.

Este incremento de la resistencia a compresión, a la edad de 28 días, se evalúa entorno al 6% para fonolíticos, 7% para basálticos y 9% para piroclásticos.

El investigador Neville, en su obra "Properties of Concrete"*, recoge el incremento de resistencia a compresión tras módulo frente al valor alcanzado por el mismo

* Neville, A.N.- "Properties of Concrete"

hormigón en ensayos de compresión simple, evaluandolo entre un 5% y un 15%. Se considera que dicho incremento de resistencia a compresión viene originado por el menor contenido en humedad de las probetas, dado lo dilatado del ensayo a módulo, así como por la precompresión de al menos los dos primeros ciclos, que incrementa la densidad de la pieza.

PARTE IV.- CONCLUSIONES

**CAPITULO XII I- LA EVOLUCION DEL MODULO DE DEFORMACION LONGI--
 TUDINAL DEL HORMIGON ENTRE 7 Y 90 DIAS
 PARA MEZCLASFONOLITICAS, BASALTICAS Y PIRO-
 CLASTICAS.**

ARIDOS		DOSIFICACION				
FONOLITICOS	A-1D	A-4D	A-5D	A-6D	A-8D	
Ec7	249.899	164.331	141.711	199.446	----	
Ec28	338.564	306.351	248.433	300.476	259.101	
Relación 7/28	0,73	0,53	0,57	0,66	----	
Ec90	----	----	329.158	371.873	323.099	
Relación 90/28	----	----	1,32	1,23	1,09	
ARIDOS		DOSIFICACION				
BASALTICOS	C-1D	C-4D	C-5D	C-6D	C-8D	
Ec7	266.784	169.485	167.706	216.639	----	
Ec28	328.194	273.412	----	330.767	297.916	
Relación 7/28	0,81	0,62	---	0,65	---	
Ec90	336.729	----	322.693	----	316.593	
Relación 90/28	1,02	---	---	---	1,06	

ARIDOS		DOSIFICACION		
PIROCLASTICOS	P-4D	P-6D	P-8D	
Ec7	196.885	----	160.900	
Ec28	235.381	263.912	233.974	
Relación 7/28	0,83	----	0,68	
Ec90	316.704	317.513	266.546	
Relación 90/28	1,34	1,20	1,13	
RELACION ENTRE MODULOS A:				
DOSIFICACION	7 DIAS	28 DIAS	90 DIAS	
A-1D/C-1D	0,94	1,03	----	
A-4D/C-4D	0,97	1,12	----	
A-5D/C-5D	0,84	----	1,02	
A-6D/C-6D	0,92	0,91	----	
A-8D/C-8D	----	0,99	1,02	
A-4D/P-4D	0,83	1,30	----	
A-6D/P-6D	----	1,13	1,17	
A-8D/P-8D	----	1,26	1,21	

COMENTARIO.

Las mezclas fonolíticas presentan un valor de Ec ligeramente inferior, aproximadamente del 9%, al valor de su hormigón basáltico homólogo. A los 28 días, los valores Ec de fonolita se igualan a los homólogos de basalto, y a edades superiores se observa incluso una superación del 2% del fonolítico sobre el basáltico.

Las comparaciones entre fonolitas y piroclastos, arrojan una superación de las primeras sobre los segundos, del orden del 23%, para la edad de 28 días, y del orden del 19%, para los 90 días.

Ello nos ratifica en la directa incidencia de la naturaleza del árido en el módulo de deformación, al ser los piroclastos más ligeros y poseer una menor rigidez que sus homólogos basálticos o fonolíticos.

En cuanto a la rapidez evolutiva del módulo a edades tempranas, los datos obtenidos parecen indicar una similitud de su evolución a la de la resistencia a compresión, lo que contradiría la realidad de hormigones fabricados con áridos continentales y cementos no puzolánicos, para los que siempre se ha obtenido una más acelerada evolución del módulo que de la resistencia a compresión. La adición puzolánica, por su naturaleza y también por su abundancia con la que interviene en nuestros cementos, provoca un efecto retardador a tempranas edades que parece hacer evolucionar con similar velocidad al módulo y a la resistencia a compresión de nuestros hormigones.

CAPITULO XIV.- CONCLUSIONES GENERALES.

LA EVOLUCION RESISTENTE DE LOS CEMENTOS CON ADICIONES
ACTIVAS PUZOLANICAS.

Todas las partidas ensayadas, de Cementos de las Islas, de categoría 350, cumplen holgadamente con las exigencias de evolución resistente del Pliego; para cementos de endurecimiento normal, aún a pesar del efecto retardador que a edades tempranas propicia la puzolana, máxime teniendo en cuenta las apreciables cantidades que de esta roca se adicionan al cemento de Portland en nuestras islas.

COEFICIENTE DE FORMA DEL ARIDO.

Atendido el Artículo 7.3 de la Instrucción EH-88 y los ensayos realizados, podemos concluir que:

a) ARIDOS BASALTICOS

<u>Tamaño</u>	<u>Coefficiente</u>	<u>forma</u>
5-10	0,15	Cumple
10-20	0,18	"
20-40	0,22	"

b) ARIDOS FONOLITICOS

<u>Tamaño</u>	<u>Coefficiente</u>	<u>forma</u>
5-10	0,10	No cumple
10-20	0,19	Cumple
20-40	0,28	Cumple

En general, nuestros áridos cumplen con la limitación 0,15. Los hormigones para piezas delgadas, confeccionados con tamaño máximo 5/10, deberían ensayarse previamente en laboratorio.

GRANULOMETRIA.

La Instrucción EH-88 Art. 7.3, prescribe la limitación del 6% de paso de finos por el tamiz 0,080 UNE 7050, respecto al total de la muestra de arena. Las arenas ensayadas arrojan los siguientes datos:

a) Arena amarilla de Playa (grande).

Posee un escaso módulo granulométrico, de 1,06, y su pase por el tamiz 0,16 es del 17,2%.

b) Arena fonolítica de Machaqueo. (Arican).

Se detectó, en las distintas partidas, variaciones sustanciales del módulo granulométrico. Una de ellas, arrojó un módulo de 4,13, y su pase por el tamiz 0,16 fue del 5,6. La otra, arrojó un módulo de 3,07 y su pase por este tamiz fue del 8,2%.

c) Arena Basáltica de Machaqueo. (Carrizal).

La partida ensayada, con un módulo de 2,59, dio un pase por el tamiz 0,16 del 9,6%.

Se observa, pues, que únicamente en el caso fortuito de la arena fonolítica, cuya primera partida se suministró excesivamente gruesa, se cumple con la limitación indicada. En general, nuestras arenas incumplen con la limitación del contenido en finos prescrita por nuestra instrucción. Y este es un aspecto que precisa de una especial atención, pues su influencia en la evolución resistente del hormigón es notable, máxime con nuestros cementos puzolánicos, cuya velocidad de desecación propicia una deficiente hidratación del cemento. Si prestamos escasa atención al curado, y añadimos arenas ricas en finos, obtendremos unos pobres resultados en resistencia mecánica y en durabilidad.

Además, en el Capítulo VIII se analizan los efectos que una variación del módulo granulométrico de la arena de Machaqueo produce en el hormigón. Es conveniente, pues, realizar tamizados de chequeo en estas arenas, pues las variaciones de su módulo precisan de reajustes granulométricos, que conducirán a mejoras persistentes con la misma cantidad de cemento.

ABSORCION DE AGUA POR LOS ARIDOS (UNE 83133 y 134).

La Instrucción EH-88, en su Art.º 7.3.2, prescribe el límite máximo del 5%. Nuestros áridos ensayados arrojan los siguientes resultados:

<u>ARIDO</u>	<u>ABSORCION %</u>
Picón de Artenara	8,87
Puzolana de Arguineguín	34,89
Basalto de Carrizal	1,85
Fonolita de Aricán	1,88

Para hormigones con picón, dada la baja densidad aparente de éste (0,74 Kg/dm³), se consiguen masas muy dóciles con consistencia seco-plástica. Es preciso mojar previamente el picón, a fin de evitar la rápida absorción del agua de amasado. Aún así, se precisa relaciones A/C muy altas (0,7 a 0,8), con cantidades de agua entre 230 y 260 l/s/m³, para conseguir un cono de 4 cms. Descensos mayores producen mezclas con cohesión muy deficiente.

DENSIDAD.

El reciente Real Decreto 1370/88 de 11 de Noviembre, modificador de la Norma MV 101/62 "Acciones en la Edificación", en su Capítulo 2: Acciones Gravitatorias, establece la densidad de 2,3 Tm/m³ para el hormigón en

masa, y de 1,6 Tm/m³ para el hormigón de escoria.

Las densidades promedio obtenidas en probetas secas en estufa y en el ambiente natural del laboratorio, son:

<u>Hormigón</u>	A) Densidad Probeta		B) Densidad Estado		Relación	
	Seca	Kg/m ³	Natural	Kg/m ³	B/A	%
A-1D	2.175		2.181		+ 0,3	
A-1D'	2.172		2.179		+ 0,3	
A-2D	2.099		2.169		+ 3,3	
A-3D	2.194		2.200		+ 0,2	
A-4D	2.108		2.133		+ 1,2	
A-4D'	2.109		2.109		+ 0,0	
A-5D'	2.038		2.053		+ 0,7	
A-6D	2.101		2.163		+ 2,9	
A-8D	2.047		2.116		+ 3,3	
Valor medio Hormigones fonolít.	2.116		2.144		+ 1,3	
<u>Hormigón</u>	A) Densidad Probeta		B) Densidad Estado		Relación	
	Seca	Kg/m ³	Natural	Kg/m ³	B/A	%
C-1D	2.335		2.358		+ 0,9	
C-4D	----		2.273		----	
C-5D	2.259		2.274		+ 0,7	
C-6D	2.248		2.275		+ 1,2	
C-8D	2.152		2.160		+ 0,3	
Valor medio Hormigones Basáltic.	2.248		2.268		+ 0,8	

Hormigón	A) Densidad Probeta		B) Densidad Estado		Relación	
	Seca	Kg/m ³	Natural	Kg/m ³	B/A	%
P-4D	1.831		* 3.036		11,2	
P-6D	1.702		* 1.896		11,3	
P-8D	1.692		* 1.916		13,2	

Valor medio Hormigón Piroclás.	1.741		* 1.949		11,9	

* Densidad en estado de saturación.

El hormigón de árido piroclástico no debe ser asimilado al hormigón de escoria de la Norma, y su densidad natural, que fácilmente sobrepasa los 1.828 Kg/m³ debería ser recogida específicamente en el citado texto normativo, pues si bien en la Península es inexistente, en Canarias es un material cotidiano de construcción.

LA RESISTENCIA A COMPRESION.

En cuanto a su evolución, se desaconseja el empleo de una sola fracción de arena en la masa, máxime si ésta es de machaqueo, tanto para los hormigones basálticos como para los fonolíticos. La combinación de arena amarilla y de machaqueo ha arrojado los mejores resultados en estos ensayos.

En cuanto a la resistencia a compresión del hormigón, la arena de machaqueo como única fracción fina perjudica más la resistencia a compresión del hormigón fonolítico que la del basáltico.

Con una sola fracción fina, pero siendo ésta natural (Playa o Duna), el basalto arroja resultados más favorables que la fonolita.

Para hormigonar piezas delgadas, con tamaño máximo 5/10, si únicamente se dispone de arena natural (Playa o Duna), la fracción gruesa de naturaleza basáltica parece más ventajosa que la fonolítica, para una misma coantidad de cemento.

En el Capítulo X se comprueba la eficacia de las estimaciones resistentes a edades avanzadas a partir del conocimiento de las resistencia a compresión simple y flexotracción del mortero normalizado.

LA RELACION A/C.

Para alcanzar una correcta trabajabilidad de la masa con nuestros hormigones, y para la consistencia blanda, con medidas de cono próximas a los 7 cms., de más extenso uso en nuestras islas, se precisa unas relaciones A/C superiores al límite de 0,60 previsto por la Instrucción EH-88 Art.º 24.4 para ambientes agresivamente normales. Son frecuentes las relaciones A/C de 0,7 para tamaño máximo 5-10.

Los hormigones piroclásticos requieren elevadas dosis de agua, para alcanzar conos propios de consistencia plástica, además de requerir un mojado previo del picón para evitar la veloz absorción del agua de amasado.

Las pruebas realizadas con arena de puzolana machacada, denotan la necesidad de grandes dosis de agua, requiriendose relaciones A/C incluso superior a la unidad para alcanzar la trabajabilidad deseada, debido a la notable absorción de agua por parte de este árido.

El método DE LA PEÑA arroja cantidades de agua poco precisas para la obtención de la docilidad prevista. Las apreciaciones varían según la naturaleza del árido y según el número de fracciones de arena que se emplee.

Para áridos fonolíticos, en general, DE LA PEÑA arroja una cantidad de agua inferior en un 3% a la realmente precisa. La diferencia alcanza el 7% por defecto en el caso de emplear únicamente arena gruesa de machaqueo.

Para áridos basálticos, cuando se emplea dos arenas, DE LA PEÑA precisa sobre el 2% de exceso de agua sobre la real, mientras que, cuando se emplea una sola fracción de arena, DE LA PEÑA arroja un defecto próximo al 10% sobre el agua realmente precisa.

Para áridos piroclásticos, con dos fracciones de arena, DE LA PEÑA precisa una cantidad de agua inferior en un 2% a la real, mientras que, al emplear una sola fracción, el exceso que arroja supera el 10%.

LA RESISTENCIA A TRACCION.

Análogamente a la resistencia a compresión, los valores más altos de resistencia a tracción se obtienen con mezclas de dos tamaños de arena. Los hormigones fonolíticos arrojan, en general, resultados superiores a los basálticos, y muy superiores a los piroclásticos. Si se emplea únicamente arena natural de playa o duna, el hormigón basáltico presenta un resultado más favorable, próximo al 5%, que el fonolítico.

LA PUZOLANA COMO ARIDO

Con muestras puzolánicas se realizó una serie de ensayos tales como el de referencias C-PUZ 4D, empleando arena puzolánica 0/5 y las restantes fracciones basálticas. Se consiguió, tras repetidas amasadas de prueba, una consistencia plástica (como 5), y una trabajabilidad buena, con una relación A/C realmente atípica: 1,014. Las resistencias obtenidas fueron:

EDAD	fc _m
7 días	211
28 días	252
90 días	

Esta línea de trabajo se desechó a la vista de las dificultades surgidas de la indisponibilidad de medios para conseguir, por machaqueo, sucesivas fracciones de árido grueso 5/10 10/20 20/40. No obstante, en un próximo futuro, mediante el convenio suscrito con la empresa Cementos Especiales, se reabrirá esta línea de investigación, dado el constatado interés que suscita, a priori, el empleo de la puzolana como árido. Si bien posee una baja densidad aparente (1,309) y una elevadísima absorción (34,89%) que obliga a programar un elevado número de ensayos de tanteo hasta conseguir una trabajabilidad adecuada definida por una determinada relación A/C, desde luego siempre muy elevada, no es menos cierto que esta roca, muy abundante en nuestras islas, es un árido reactivo con el hidróxido cálcico del cemento, por lo que cabría esperar que su superficie al reaccionar, generará silicatos cálcicos, resistentes y estables. Es una idea ya discutida pero no experimentada.

EL MODULO DE DEFORMACION

Los hormigones ensayados, confeccionados con áridos locales, cumplen con la estimación $E_j = 19000 f_j$, con apreciaciones por exceso del 1% para los hormigones basálticos y por defecto del 5% para los fonolíticos.

Es de resaltar que el peor resultado de módulo se obtiene para el hormigón fonolítico con arena de machaqueo, un 20% más bajo que el teórico, lo que concuerda con lo reseñado para resistencias a tracción y compresión.

Para áridos piroclásticos, el módulo obtenido para mezclar con dos fracciones de arena, es notablemente inferior, en un 30%, al teórico. Con una fracción de arena, en cambio, el margen de error oscila alrededor de 4%.

Sin sobrepasarse el 50% de la tensión de rotura, que es aproximadamente la tensión de servicio del hormigón en las estructuras de edificios, una carga instantánea provoca un incremento de su resistencia a compresión evaluada en torno al 6% para hormigones fonolíticos, 7% para basálticos y 9% para piroclásticos, que concuerda con la apreciación de NEVILLE, que estimó este incremento entre un 5% y un 15%.

A 28 días, los hormigones fonolíticos arrojan un módulo similar a los homólogos basálticos, superándolo en un valor medio de un 8% para hormigones con dos fracciones de arena (coincidente con el valor medio obtenido para compresión simple).

Con una sola fracción de arena, el hormigón basáltico arroja un módulo superior en un valor medio del 5% al fonolítico. En compresión esta diferencia se eleva al 8%.

Los hormigones piroclásticos, arrojan módulos de deformación a 28 días, con un valor medio del 23% inferior a los fonolíticos.

Estas diferencias nos ratifican en la incidencia directa que la naturaleza del árido tiene en la deformación del hormigón sometido a tensiones de compresión.