

EL LABORATORIO DE CONTROL EN LAS OBRAS PUBLICAS

(SEGUNDA PARTE)

ERNESTO MUELAS VALDEOLIVAS (*)

RESUMEN. En esta segunda parte del trabajo, el autor presenta desarrollados dos ejemplos reales de Laboratorio de Control de Obra; uno de ellos para carreteras y el otro, más reciente, para la Presa de Serena.

Con estos ejemplos se pretende dar una guía práctica a la Dirección de Obra, para que pueda confeccionar el presupuesto de dotación del Laboratorio. Por lo cual, se dan las distribuciones en planta, así como unas listas de materiales fungibles y aparellaje necesario.

ABSTRACT. In this second part of the work, the author presents two real laboratory examples of work control; one of them for roads and the other, more recent for the Serena Dam.

The purpose of these examples is to give a practical guide to the supervisor so that the budget that should correspond to the laboratory can be drawn up. So the layout, together with lists of materials to be consumed and equipment necessary.

5. DOS EJEMPLOS DE LABORATORIOS DE OBRA DESARROLLADOS EN EL LABORATORIO CENTRAL DE ESTRUCTURAS Y MATERIALES (CEDEX)

5.1. LABORATORIOS DE CONTROL DE OBRA PARA LOS ACCESOS A GALICIA

En este caso, el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales propuso dos plantas tipo para los laboratorios encargados de controlar la calidad de los hormigones armados y pretensados, con los que se construirían las distintas obras de los accesos a Galicia; una de ellas la de los laboratorios auxiliares o de zona, siete en total, con capacidad para controlar los materiales de cinco puentes en ejecución simultánea, cada uno de ellos, y otra, la del laboratorio principal, mucho más completo que los anteriores y, por tanto, dotado para realizar ensayos que, bien por su dificultad o por su poca frecuencia, no convenía hacerlos en los laboratorios de zona.

5.1.1. Laboratorio auxiliar o de zona. El personal recomendado para llevar a cabo las misiones de cada laboratorio de zona fue el siguiente:

Equipo fijo en el laboratorio

- Un Jefe de Laboratorio.
- Tres operarios especializados en ensayos.

Equipo móvil para la toma de muestras y fabricación de probetas de hormigón

- Un Ingeniero Técnico.
- Dos operarios.

Equipo itinerante para la inspección de tesado y otras pruebas «in situ»

- Un Ingeniero Técnico.
- Dos operarios.

Respecto a la dotación de máquinas y aparatos, hemos preferido dar el listado correspondiente al laboratorio principal, más completa que la del laboratorio de zona, al objeto de no ser repetitivos en exceso.

Por otra parte, en la figura número 1 puede verse la planta del laboratorio auxiliar en la que se han representado la ubicación de los equipos principales.

5.1.2. Laboratorio principal. El personal que se propuso como necesario para realizar las tareas propias de este laboratorio figura seguidamente:

Personal fijo en el laboratorio

- Jefe de laboratorio (Ingeniero Superior).
- Dos Ingenieros Técnicos.
- Dos Auxiliares Técnicos.
- Seis operarios.

Equipo para la toma de muestras y fabricación de probetas en obra

- Ingeniero Técnico.
- Dos operarios.

(*) Ingeniero Técnico de Obras Públicas, licenciado en Ciencias Geológicas. Jefe de Sección de la División de Estudios y Ensayos Mecánicos del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX.

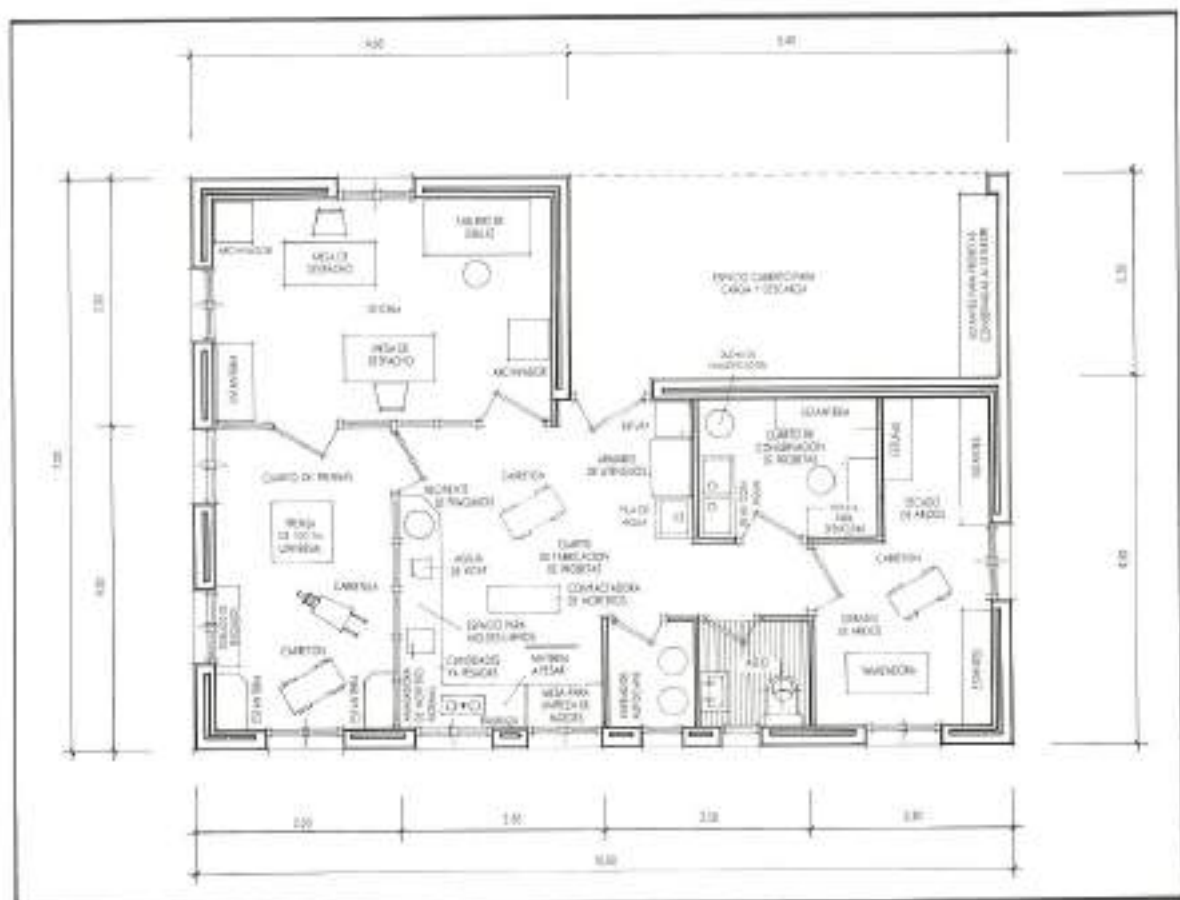


FIGURA 1. Planta del laboratorio auxiliar (Accesos a Galicia).

Tres equipos itinerantes para la inspección de tesado y otras pruebas «in situ», formados cada uno por:

- Ingeniero Técnico.
- Dos operarios.

Respecto a los medios, aparte de los vehículos apropiados para los equipos móviles e itinerantes, se dio una lista detallada al objeto de dotar debidamente este laboratorio. Esta se relaciona a continuación:

SALA DE PREPARACION DE ARIDOS

Maquinaria y aparatos

- Una tamizadora mecánica de vaivén para el análisis granulométrico de los áridos, dotada con dos series de tamices completas, cuyas aberturas o lices de malla sean, en mm, las siguientes:

80; 40; 20; 10; 5; 2,5; 1,25;
0,63; 0,32; 0,16, y 0,08

- Dos estufas de desecación eléctricas, de 50×50 y 80 cm de altura, con una temperatura máxima de mantenimiento de 200°C .
- Dos secadores eléctricos de bandeja, de 25×35 cm.
- Un aparato SPEEDY para determinar humedades.
- Una centrifugadora para separación de finos.
- Una balanza monoplato de 20 kg de capacidad y 1 g de apreciación.
- Una báscula de 100 kg de capacidad.
- Una balanza automática de 5 kg de capacidad, con dispositivo hidrostático.
- Un durómetro para determinación de partículas blandas de los áridos.
- Dos galgas metálicas para la determinación del coeficiente de forma.
- Tres recipientes de 10 , 20 y 40 litros de capacidad, para determinar la densidad de conjunto de los áridos.

Material auxiliar y fungible

- Seis bandejas metálicas, para el secado de áridos en las estufas.
- Tres tanques metálicos cilíndricos, de 40 cm de diámetro y 50 cm de altura, para pesar áridos.
- Tres cascotes de sartén metálicos, de 25 cm de diámetro, para arenas.
- Tres cegedores metálicos pequeños.
- Dos palas metálicas.
- Una carretilla metálica, tipo obra.
- Un carretón de mano con ruedas de goma, para trasladar los tanques con áridos.
- Dos cubos metálicos, tipo obra.
- Seis cápsulas de porcelana, de 15 cm de diámetro.
- Útiles de limpieza.
- Cincuenta sacos de lona para recepción de muestras, de 50 kg de capacidad.

SALA DE MORTEROS Y HORMIGONES

Maquinaria y aparatos

- Una tamizadora de vaivén mecánica, con dos juegos de tamices de 900 y 4.900 mallas por cm^2 , para la determinación de la finura de molido de los cementos.
- Una amasadora mecánica planetaria, para el ensayo del mortero normal.
- Una compactadora mecánica para el ensayo del mortero normal.
- Una hormigonera de eje vertical, de 100 litros de capacidad.
- Una mesa vibratoria, para compactar hormigones.
- Un vibrador de aguja, para compactar hormigones.
- Una estufa de desecación eléctrica, de $30 \times 30 \times 50$ cm de dimensiones útiles, con termostato y con temperatura máxima de 150°C .
- Una balanza automática de 1 kg de capacidad y 0,1 g de precisión.
- Una balanza monoplato de 20 kg de capacidad y 1 g de apreciación.
- Dos agujas de Vicat completas, con moldes troncocónicos.
- Un autoclave para el ensayo de expansión de los cementos.
- Un enfriador metálico, eléctrico, para el ensayo de expansión de los cementos.
- Un retractómetro con una apreciación de 0,01 mm, para el ensayo de expansión.
- Una cuña metálica graduada en mm, para medir la flecha de las probetas del ensayo de expansión.
- Una mesa de sacudidas, para medir la consistencia de los morteros, con el compás de puntas correspondientes.
- Dos conos de Abbrams con sus barras de compactar, para medir la consistencia de los hormigones.
- Un medidor de aire ocluido, para hormigones.
- Un esclerómetro para hormigones.
- Un dispositivo para el refrentado de probetas de hormigón.
- Dos relojes cuenta segundos de mesa.
- Dos mecheros de gas, con tripode y rejilla.

Material auxiliar y fungible

- Doce moldes metálicos prismáticos, de sección cuadrada de 2,5 cm de lado y 23 cm de longitud, para el ensayo de expansión de cementos.
- Cincuenta pivotes metálicos para colocar en los extremos de las probetas, para el ensayo de expansión.
- Doce moldes metálicos, triples, de $4 \times 4 \times 16$ cm, para fabricar probetas de mortero normal.
- Veinticuatro moldes cilíndricos metálicos, de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, para fabricación de probetas de hormigón normalizadas.
- Un recipiente metálico, de 1 litro de capacidad.
- Seis cascotes de sartén, metálicos, de 28 cm de diámetro.
- Tres cegedores metálicos.
- Seis espátulas metálicas.
- Seis paletas metálicas para amasar.
- Seis cuchillos de acero inoxidable de 15 cm de longitud de hoja.
- Tres atornilladores.
- Tres llaves de tubo fijas, para montar y desmontar los moldes del mortero normal.
- Dos mazos de goma duros.
- Una cinta métrica metálica, de 2 m de longitud.
- Dos reglas metálicas, para alisar probetas.
- Seis varillas cilíndricas de acero para compactar el hormigón.
- Dos probetas de vidrio graduadas de 5.000 cc.
- Seis probetas de vidrio graduadas de 500 cc.
- Seis probetas de vidrio graduadas de 250 cc.
- Seis probetas de vidrio graduadas de 100 cc.
- Seis probetas de vidrio graduadas de 50 cc.
- Seis probetas de vidrio graduadas de 10 cc.
- Seis volumenómetros de Schuman, con matraces recambiables.
- Seis embudos de vidrio de 10 cm de diámetro.

- Dos picnómetros para materiales granulares de 50 ml.
- Seis cápsulas de porcelana de 10 cm de diámetro.
- Dos bateas de vidrio de 20 cm de diámetro y 15 cm de altura.
- Seis frascos de litro de bencol.
- Dove pares de guantes de goma.
- Seis brochas planas para el engrase de moldes.
- Tres brochines pequeños, para limpiar tamices.
- Petróleo, grasa consistente, parafina y algodones, para limpieza de moldes.
- Azufre para hacer la pasta para el refrentado de probetas de hormigón.

CAMARA DE CONSERVACION

Aparatos

- Instalación de los dispositivos de mantenimiento de temperatura y humedad del ambiente.

Material auxiliar y fungible

- Pilas para la conservación de las probetas de mortero y hormigón sumergidas en agua.
- Instalación de estanterías para conservación en aire de probetas de hormigón.
- Una mesa con tablero forrado de chapa de acero, para alisar las probetas.
- Un higrómetro.
- Un termómetro de máxima y mínima.

SALA DE MAQUINAS

Maquinaria y aparatos

- Una máquina para rotura y flexo-tracción de probetas de mortero normal.
- Una prensa hidráulica de 100 Tm de capacidad, para rotura a compresión de probetas de hormigón, con escalas de 10, 20, 50 y 100 Tm.
- Una máquina hidráulica universal, de 40 Tm de capacidad, con escalas móviles de 2, 10, 20 y 40 Tm para la rotura a compresión del mortero normal, y para realizar el ensayo de tracción de los materiales metálicos.
- Una máquina hidráulica universal de 100 Tm de capacidad, con escalas móviles de 10, 20, 50 y 100 Tm.
- Una máquina para el tarado de manómetros.
- Un dispositivo para el ensayo de doblado alternativo de varillas metálicas.
- Un dispositivo marcador de espacios, para la determinación de los alargamientos de probetas metálicas.

- Un catetómetro para la medida de los alargamientos.
- Dos extensómetros mecánicos de 0,01 mm de apreciación y 100 mm de base, para la medida de deformaciones en el ensayo de tracción de aceros.
- Un dispositivo para la rotura a compresión de las probetas de mortero normal.
- Un dispositivo para el ensayo de doblado hasta ramas paralelas de redondos de acero.
- Células de tarado de 40 y 100 Tm de capacidad.

Material auxiliar y fungible

- Una engrasadora de alta presión.
- Una aceitera de presión.
- Un calibre de 0,01 mm de precisión.
- Una cinta métrica metálica de 2 m.
- Un juego de llaves fijas.
- Un martillo.
- Dos alicates universales.
- Dos llaves inglesas.
- Una sierra de mano para metales.
- Dos cortafíos.
- Seis destornilladores de distintos tamaños.
- Un carretón manual con ruedas de goma para el traslado de probetas.
- Una carretilla de mano metálica, tipo obra.
- Una pala de punta cuadrada.
- Una cizalla para cortar varillas de acero.
- Un tornillo metálico de banco.
- Dos limas para hierro.
- Grasa consistente y aceite, para engrase de máquinas.
- Petróleo, gasolina y algodones, para limpieza de máquinas.

En la planta del laboratorio principal, figura núm. 2, se han representado los lugares de ubicación de los elementos fundamentales enumerados en la lista anterior.

5.2. ASESORAMIENTO TECNICO EN EL MONTAJE DEL LABORATORIO DE OBRA PARA LA PRESA DE LA SERENA

A petición de la Dirección de Obra, se impartió un curso de formación teórica-práctica para el personal técnico que se encargaría de las labores de inspección y ensayo de los hormigones y sus materiales constituyentes. La duración del mismo fue de 160 horas (70 de teoría y 90 de prácticas), realizándose en las Divisiones de Estudios y Ensayos Mecánicos y de Materiales Inorgánicos, del Laboratorio Central del CEDEX.

Por otra parte, se hizo una redistribución de la planta del laboratorio de obra, figura núm. 3, partiendo del plano del anteproyecto, facilitado por la

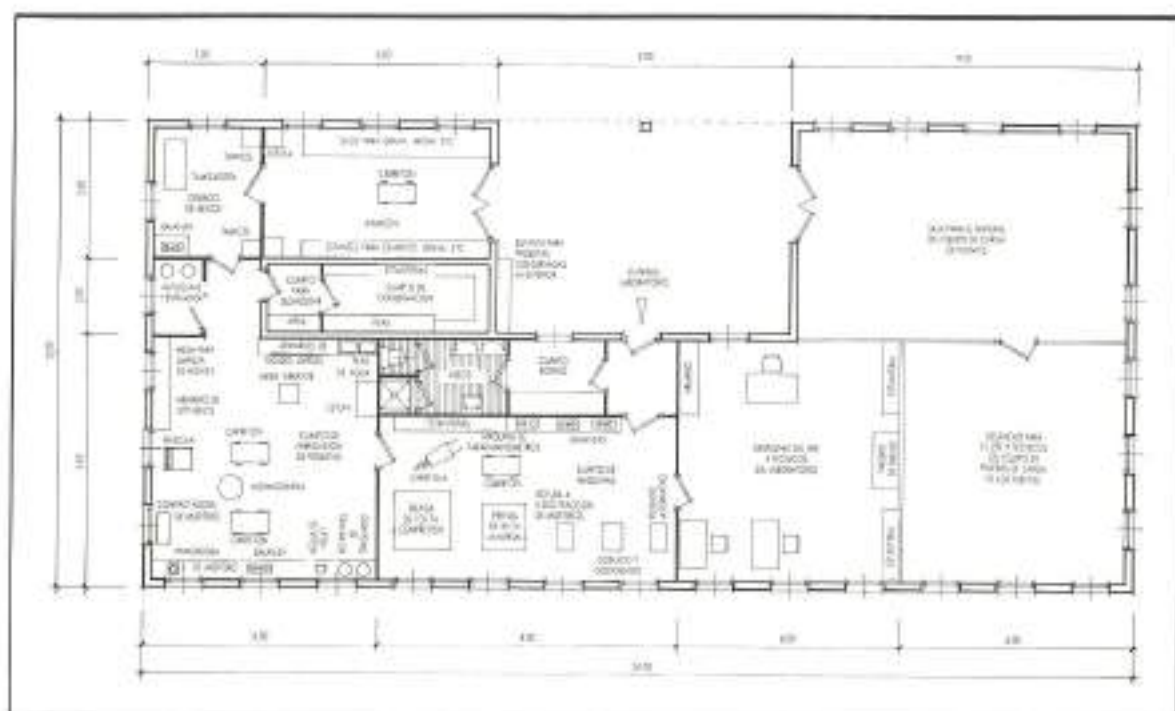


FIGURA 2. Planta del laboratorio principal. Acosijos a Galicia.

Dirección de Obra, remitiéndose simultáneamente una lista pormenorizada del aparellaje, útiles y mobiliario necesarios para comenzar con las labores de control de obra. Esta figura a continuación:

APARELLAJE, ÚTILES Y MOBILIARIO REPRESENTADOS EN EL PLANO

SALA A: ENTRADA DE MATERIALES

1. Estanterías metálicas, de 50 cm de profundidad, capaces de resistir pesos medios (400 kg/m^2) con cuatro entrepaños a 50 cm de separación.
2. Mesa de fábrica, de $2,50 \times 1,20 \text{ m}$ y 0,8 m de altura, con la superficie superior ferrada con losetas de un material no absorbente y duro (tipo gres) y los bordes protegidos por angulares metálicos.
3. Pileta con agua corriente instalada en la cabecera de la mesa.
4. Armario almacén de 3 m de anchura, altura total de la habitación y 0,4 m de profundidad, con baldas separadas entre sí 30 cm.
5. Carretón de base plana, con cuatro ruedas, dos de ellas giratorias, para el transporte de sacos con áridos, cemento, etc.
6. Carretilla metálica de obra.

SALA B: CUARTO PARA LA FABRICACION DE PROBETAS DE HORMIGON Y ENSAYOS FISICOS DE LOS ARIDOS

1. Báscula de lectura automática, de 150 kg de capacidad y 0,1 kg de apreciación.
2. Hormigonera de 125 litros de capacidad.
3. Conos de Abrams para la determinación de la consistencia del hormigón.
4. Mesa vibrante, con una superficie de $50 \times 40 \text{ cm}$ y 70 cm de altura.
5. Balanza de lectura automática, de 30 kg de capacidad y 20 g de apreciación.
6. Aparatos para la determinación del aire ocluido (neumómetros) (mínimo tres; uno para $D_n = 120 \text{ mm}$, otra para $D_n = 50 \text{ mm}$ y el restante para $D_m = 10 \text{ mm}$).
7. Tamizadora vibrante para tamices de $\varnothing 20 \text{ cm}$.
8. Tamizadora oscilante o de vaivén para tamices de $\varnothing 50$ o 60 cm .
9. Estufas para desecación de 150 l de capacidad y termostato para regular la temperatura hasta 200°C , equipadas con bandejas resistentes para desecar áridos y con sistema forzado de extracción de aire.
10. Carretón de mano para el transporte de pro-

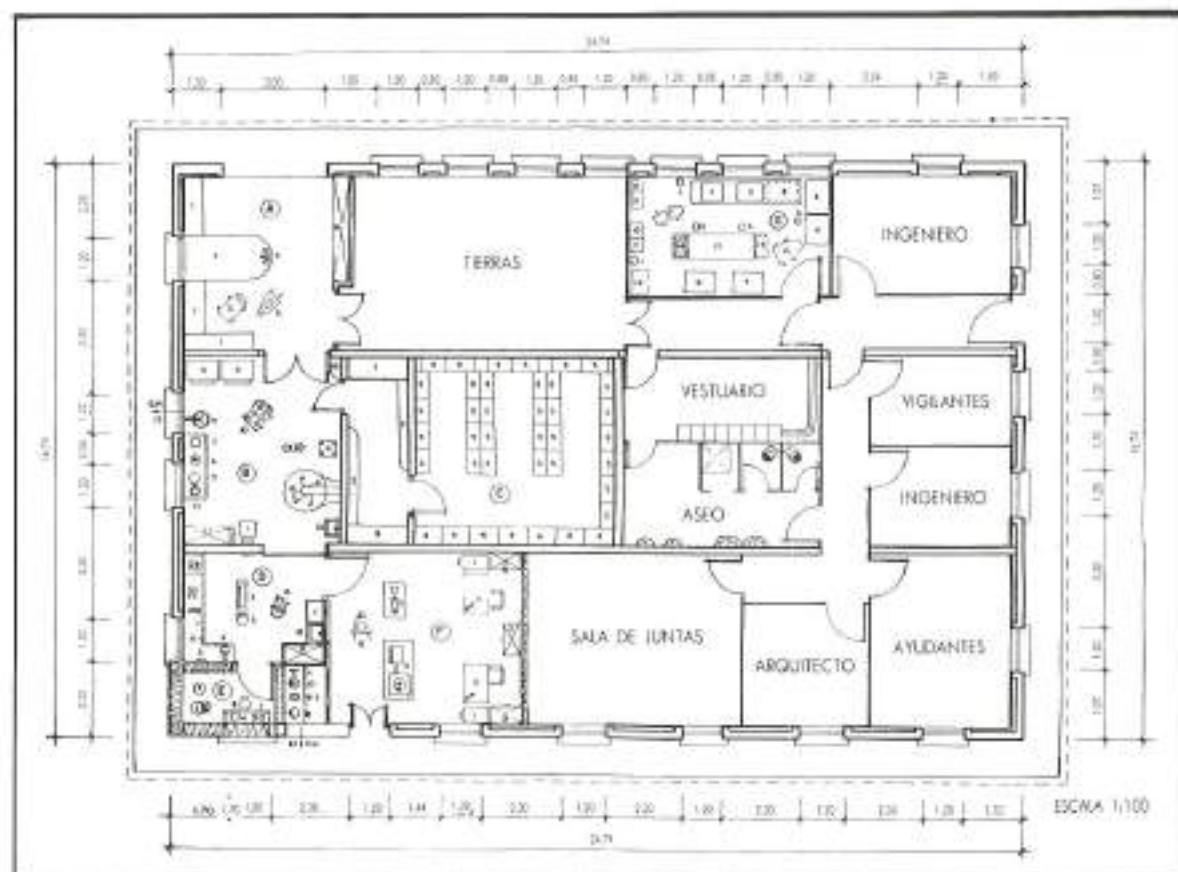


FIGURA 3. Planta de laboratorio (Preso de la Serenal).

betas de hormigón, de 50 cm de longitud y 50 cm de ancho.

11. Armario de 1,40 x 0,5 m y 2,10 m de altura, para guardar herramienta y aparellaje.

12. Pilota con agua corriente para limpieza.

13. Estanterías de obra para tamices, separadas entre sí 50 cm.

14. Mesa de fábrica de 2,00 x 0,70 m y 0,80 m de altura, con superficie superior cubierta con placa tipo gres y cantos protegidos por angular metálico.

15. Extractor potente capaz de eliminar el polvo de este ambiente.

SALA C: CUARTO DE CURADO

1. Mesa para desmoldar probetas, de 1,60 x 0,70 m y 0,80 m de altura, con superficie superior cubierta por un chapón de acero de 3 mm de espesor y borde exterior reforzado y protegido por un angular metálico.

2. Estanterías de obra para dejar las probetas en-

moldadas de 0,75 x 0,25 m separadas entre sí 0,40 m (12 unidades en total).

3. Estanterías de obra para dejar las probetas enmoldadas, de 1,70 x 0,50 m separadas entre sí 0,40 m (6 unidades).

4. Pilas para conservar probetas en inmersión, de 0,80 x 0,50 m y 0,40 m de profundidad, dotadas con resistencias de inmersión y termostato para el control de temperatura y termómetro de 0 a 60 °C. En total, serán 21 pilas en tres filas separadas entre sí 0,25 m.

5. Estanterías metálicas de acero galvanizado para contener las probetas de hormigón. En total, serán 32 módulos de 0,70 x 0,40 m y 2,10 m de altura. Cada módulo estará formado por seis bandejas separadas entre sí 0,40 m, aproximadamente.

Observaciones de interés

Dado que las condiciones ambientales de este cuarto serán las normalizadas, es decir, 20 ± 2 °C

de temperatura y H.R. $\geq 95\%$, se tendrá en cuenta lo siguiente:

A. El cuarto deberá quedar aislado térmicamente e impermeabilizado.

B. Las puertas serán metálicas, inyectadas con algún material aislante y protegidas contra la oxidación. Además, dispondrán de un mecanismo de cierre automático para garantizar el mínimo tiempo de apertura.

C. Habrá que dotar al cuarto de la instalación adecuada para crear y mantener las antes dichas condiciones de curado normalizado. Es decir, humidificadores, calefacción y refrigeración.

D. Todos los dispositivos eléctricos (tendido, lámparas, etc.) serán antihumedad.

E. Se dispondrá de un equipo de control y registro de humedad y temperatura.

SALA D: CUARTO DE FABRICACION DE MORTEROS

1. Mesa para el amasado a mano de pastas, en la determinación de la consistencia normal, con la superficie lisa, de una pieza (mármol o piedra artificial) y los cantos protegidos mediante un angular metálico. Dimensiones: 0,70 m de largo, 0,70 m de ancho y 0,80 de alto.

2. Compactadora RC-75.

3. 24 Moldes triples apilados coronados por un casco de sartén de $\varnothing 30$ cm para descargar la masa de mortero.

4. Amasadora RC-75.

5. Balanza automática de 3 kg de capacidad y 1 g de apreciación.

6. Mesa de sacudidas RC-75.

7. Recipiente para los moldes de fraguado.

8. Aguja y sonda de Vicat.

9. Equipo para la finura de molido con tamices de 900 y 4.900 mallas/cm².

10. Balanza de precisión de 200 g de capacidad y 0,01 g de apreciación con cimentación independiente.

11. Armario de 1,30 x 0,5 m y altura hasta el techo, para guardar herramientas y aparellaje, con puertas correderas y baldas cada 0,40 m.

12. Pileta con agua corriente.

13. Carretón para el transporte de moldes triples y probetas.

SALA E: CUARTO DE AUTOCLAVE Y AGUJAS «LE CHATELIER»

1. Repisa de 1,40 x 0,5 m y 1 m de altura con un entrepaño inferior de 1,40 x 0,25 m situado a 0,50 m del suelo.

2. Autoclave de acero inoxidable, para el ensayo de estabilidad de volumen de cementos.

3. Enfriador de probetas, con instalación de agua corriente.

4. Equipo para el ensayo de agujas «Le Chatelier».

5. Aparato para medir la variación de longitud con apreciación de 0,01 mm.

6. Taburete.

Observaciones sobre la construcción de este cuarto

1. Las paredes que forman el diedro exterior estarán construidas con materiales aislantes, pero poco resistentes.

2. Las paredes que forman el diedro interior, así como el suelo y techo de este cuarto estarán construidas con hormigón armado.

3. La puerta será metálica y estará reforzada, abriendo hacia el interior del cuarto. Su mureo también estará reforzado y perfectamente anclado a las paredes de hormigón armado.

Estas tres medidas son muy importantes para que en el caso, poco probable pero no imposible, de explosión de autoclave los perjuicios sean mínimos y la seguridad del personal máxima.

SALA F: CUARTO PARA EL REFRENTADO Y ROTURA DE PROBETAS

1. Archivadores.

2. Armarios de 0,90 x 0,40 x 2,10 m para herramientas y material de oficina.

3. Mobiliario de oficina formado por: dos mesas de 1,10 x 0,80 x 0,70 m, dos sillones y dos flexos-luz.

4. Prensa para rotura de probetas de hormigón, de 150 Tm de capacidad, cuatro escalas (1:1, 1:3, 1:5 y 1:10) y registrador gráfico de cargas.

5. Prensa para rotura de probetas de mortero de 15 Tm de capacidad, con dispositivos para el ensayo de flexo-tracción y compresión, cuatro escalas (1:1, 1:2, 1:10 y 1:20) y registrador gráfico de cargas.

6. Carretilla metálica de obra, para la retirada de escombros.

7. Repisa para el refrentado, de 1,60 x 0,70 x 1,00 m, superficie reforzada con chapón de acero de 3 mm y borde protegido con un angular metálico. Debajo de esta repisa se dispondrán tres tanques de plástico con tapa; dos de ellos para contener azufre micronizado en polvo y el tercero para el polvo sílice que pasa por el tamiz de 0,16 mm de luz de malla.

8. Dispositivo y platos para el refrentado de probetas de $\varnothing 15$ cm y 30 cm de altura.

9. Baño para fundir azufre, con su cazo para el vertido del mismo.

10. Casco de sartén de $\varnothing 30$ cm para pesar el azufre y el polvo sílice.

11. Báscula automática de 5 kg de capacidad y 1 g de apreciación.
12. Extractor de gases.

SALA G: ENSAYOS QUIMICOS

Superficie aproximada: 21 m². La numeración asignada corresponde a la clave siguiente:

N.º	Concepto
1	Fotómetro
2	Permeabilímetro (Blaine)
3	Calorímetro (en su caso)
4	Granatario
5	Balanza
6	Armario de reactivos
7	Armario de material laboratorio
8	Pila agua corriente
9	Destilador de agua
10	Estufa de desecación 1. ^a
11	Estufa de desecación 2. ^a
12	Horno de mufla
13	Mesa de laboratorio
14	Pila agua corriente
15	Pila agua corriente
16	Bomba de vacío (móvil)
17	Compresor (móvil)
b	Banqueta de laboratorio
i	Extintor de incendios

Observaciones: El recinto de balanzas deberá estar suficientemente aislado del resto del laboratorio. La balanza apoyará en bancada especial, no sensible a vibraciones, etc.

En la zona donde se ubica la mesa de laboratorio deberá colocarse una campana de extracción de gases.

APARATOS, MATERIAL AUXILIAR Y OTROS MATERIALES NO REPRESENTADOS EN EL PLANO

SALA A: MATERIAL AUXILIAR

Recipientes de plástico con cierre estanco, para guardar muestras de cemento y cenizas, de 2 litros y 1 litro de capacidad, respectivamente.

SALAS B Y D: APARATOS

Dos aparatos para la determinación rápida de la humedad del árido fino. Cuenta mallas manual. Esclerómetro para determinar partículas blandas en áridos. Galga para el ensayo de coeficiente de forma de los áridos. Tres relojes cuenta segundos de mesa. Dos termómetros de máxima y mínima. Dos higrómetros. Un termohigrógrafo.

Material auxiliar

Juegos de tamices (150; 120; 100; 10 y 50 especiales. 80; 60; 40; 20; 10; 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,32;

0,16; 0,08). Cincuenta y cuatro moldes para probetas cilíndricas de Ø 15 cm y 30 cm de altura. Seis cascos de sartén metálicos de 25 a 30 cm de diámetro para secar áridos; seis tanques metálicos con asas, para pesar áridos, de 40 cm de diámetro y 60 cm de altura. Dos cubetas de plástico para pesar cemento, de 35 cm de diámetro y 25 cm de altura. Un recipiente de plástico para desechos, de 50 cm de diámetro y 65 cm de altura con su correspondiente tapa. Dos juegos de cestillas, compuesto cada uno por tres cestillas, para determinar los pesos específicos de los áridos gruesos. Probetas graduadas de vidrio: dos de cinco litros, tres de un litro, tres de 500 c.c.; tres de 250 c.c., tres de 100 c.c., tres de 50 c.c. y tres de 25 c.c. Dos voluménómetros del tipo Shuman. Tres embudos de distintos tamaños. Seis varillas agitadoras de vidrio. Doce pares de guantes de goma para amasar a mano. Seis cápsulas de porcelana de fondo plano de unos 10 cm de diámetro.

Útiles y herramientas

Una bandeja de 1 m² de superficie para verter hormigón. Dos palas de punta redonda y otras dos de punta recta. Dos cogedores metálicos. Dos paletas catalanas. Dos paletas de albañil. Seis espátulas para limpiar los moldes. Tres reglas metálicas para enrasar las probetas. Dos pisones. Tres llaves fijas para desarmar los moldes. Destornilladores, mazos de madera, martillos de goma y cobre. Una escuadra y un nivel de burbuja. Tres cintas métricas de 2 m, un compás de puntas de 30 cm (el largo de los brazos del mismo).

Material de limpieza y otros materiales

Seis brochas planas de cerda, para engrasar moldes. Seis brochas redondas, para limpiar los tamices. Grasas consistentes y parafina. Petróleo para limpiar los moldes. Bolsas de 5 y 25 litros para guardar muestras de áridos que se deban conservar. Arena normalizada.

NOTA. Se recomendó, además, la adquisición de los siguientes equipos:

- Equipo para la realización del ensayo de desgaste de Los Angeles.
- Equipo para determinar el equivalente de arena.

Dado que los dos ensayos anteriores pueden realizarse indistintamente en suelos y en áridos utilizados para hormigones, los equipos correspondientes no se han representado en el plano, ya que deberían ubicarse en el laboratorio de suelos (en la zona denominada «Tierras» en dicho plano).