



**Formulario de Informe de Avance  
PROYECTOS I+D  
LLAMADO 2010  
CSIC**



**I- DATOS DEL PROYECTO**

**A) Nombre del/de la(s) responsable(s):**

Arq. Duilio Amándola Reyno

**B) Título del Proyecto:**

Sistemas de revestimientos de mortero convencionales y nuevos desarrollos.  
Caracterización por desempeño.

**C) Área de conocimiento:**

Tecnológica

**D) Grado y Horas del/de las responsable(s):**

Señalar si es docente con Dedicación Total.

Duilio Amándola Reyno, Dedicación Compensada en el cargo N° 6117, G° 5 con  
35 h., del 1.5.11 al 30.6.11

**E) Facultad:**

Facultad de Arquitectura

**F) Departamento o Instituto:**

Instituto de la Construcción

**G) Fecha de finalización:**

Abril 2013

Arq. DUILIO AMÁNDOLA REYNO  
DIRECTOR EJECUTIVO DEL IC



.....  
Firma del responsable

**II- DETALLE DE LA EJECUCION DE RECURSOS**  
(en moneda nacional)

**Incluir recursos ejecutados hasta el 31 de diciembre de 2011.**

**A) Sueldos**

<b>Creación de cargos</b>	<b>Monto \$u</b>
No corresponde	
<b>Total</b>	

<b>Extensiones horarias</b>	<b>Monto \$u</b>
Claudia Chocca, en el cargo N° 6925 de Asistente del IC, G° 2, de 28 a 36h, del 01.04.11 al 31.08.11 de 33 a 36 h, del 1.9.11 al 31.12.11	35.933,4 11.866,2
Gianella Mussio en el cargo N° 9023 de Asistente del IC, G° 2 de 28 a 29 h, del 1.4.11 al 30.6.11, de 26 a 30 h, del 1.7.11 al 30.9.11, de 23 a 32 h, del 1.10.11 al 31.12.11	2.767,7 7.612,1 19.157,7
Alejandro Rodriguez en el cargo N° 65393 de Grado 7, de 44h a 48h del 1.9.2011 al 31.12.2011	5785,9
<b>Total</b>	<b>83123,0</b>

<b>Dedicaciones compensadas</b>	<b>Monto \$u</b>
Duilio Amándola, cargo N° 6117, G°5, con 35h del 1.5.2011 al 30.6.2011	31309,8
Gabriela Díaz Arnesto, cargo N° 6486, G°3, con 24h del 1.4.2011 al 31.12.2011	59216,2
<b>Total</b>	<b>90526,0</b>

**B) Gastos:**

<b>Materiales, insumos, otros gastos</b>	<b>Monto \$u</b>
10 discos de aluminio para ensayo de adherencia	7012,4
<b>Total</b>	<b>7012,4</b>

C) Inversiones:

<b>Equipos</b>	<b>Monto \$u</b>
Equipo para la determinación de la permeabilidad al agua de los morteros	39699,0
Equipo para la determinación de la trabajabilidad y rigidez de los morteros	29653,9
Célula de ensayo de permeabilidad al vapor de agua de los morteros	22776,8
Equipo de retención de agua de cemento y cal	42345,6
Molde metálico	9142,8
Molde para probetas	12811,9
<b>Total</b>	<b>156430,1</b>

<b>Bibliografía</b>	<b>Monto \$u</b>
No corresponde	
<b>Total</b>	

  
.....  
Firma del/de la contador/a del Servicio  
Cra. ANABEL LOPEZ  
DIR. DPTO. CONTADURIA

### III- INFORME TÉCNICO

a) La propuesta planteaba como estrategia de investigación, una primera etapa de análisis bibliográfico conceptual acerca de los criterios relacionados con las especificaciones sobre morteros para revoques establecidas en documentos técnicos y una segunda etapa experimental donde se implementarían metodologías de ensayo a revoques.

De las actividades específicas propuestas a abril de 2012 se han concretado las siguientes:

En relación a la **revisión bibliográfica**, se realizó el estudio comparativo:

- De tipos de mortero, mediante el análisis de bibliografía nacional, como por ejemplo, la Memoria General del MTOP, memorias constructivas y fichas elaboradas por Instituto de la Construcción (Arq. Dal Monte, Arq. Tiscornia, Fichas de Cátedra Construcción I). Asimismo se entrevistaron técnicos con experiencia en práctica de obra.

A partir de este análisis se identificaron los morteros de uso más frecuente en nuestro medio y de ellos se seleccionaron los que serían abordados en el marco de este proyecto, relacionándolos al uso previsto, como por ejemplo: capa impermeable, revoque grueso, revoque fino, monocopa, etc.

Asimismo, se incluyeron morteros no convencionales (nuevos desarrollos) diseñados a partir de la inclusión de adiciones, con el propósito de alcanzar mayor eficiencia frente a los morteros convencionales. Con este propósito se decidió incluir morteros coloreados en base al agregado de pigmentos sintéticos, se analizó la incidencia de la adición de perlas de poliestireno en el desempeño térmico de algunos morteros y la inclusión de ceniza de cáscara de arroz a los efectos de evaluar el comportamiento de este residuo proveniente de la producción agrícola.

Para cada uno de los morteros elegidos se establecieron las características de los materiales constituyentes, dosificación y consistencia, según el uso previsto.

Además se definieron para el estudio 9 sistemas de morteros para revestimientos. Éstos serán colocados en un muro exterior dentro del predio de la Facultad de Arquitectura, a los efectos de evaluar alguna de sus propiedades, tras haber sido expuestos a condiciones reales de uso.

En la Tabla 1 se listan para los 20 morteros y los 9 sistemas seleccionados sus componentes, la dosificación en volumen y el uso previsto correspondiente. Ver apartado b).

- De las propiedades relevantes de los morteros para uso en revoques. Específicamente se analizaron metodologías de ensayo de diferente origen (por ejemplo uruguayas, argentinas, chilenas, brasileras, europeas e internacionales).

Como resultado de este estudio, se eligieron las propiedades con las metodologías de ensayo asociadas que se indican en la Tabla 2.

- De las características de los materiales para uso en morteros para revoques. A partir del análisis de especificaciones técnicas se seleccionaron las características indicadas en la Tabla 3 con el propósito de caracterizar los áridos apropiados para este uso. Ver apartado b).

En relación al **planeamiento de las actividades**, se realizó una programación diaria a los efectos de realizar los ensayos. Para ello, se tuvo en consideración la disponibilidad de materiales, personal y equipos. Asimismo, se tuvo en cuenta tiempo de curado y desmolde de las probetas.

En relación a la **etapa experimental**, se realizó la implementación de ensayos para aquellas metodologías que utilizaban equipamiento existente según lo previsto, y se concretó la compra de los equipos nuevos.

Se recopilaron las especificaciones de los materiales a ser utilizados para la realización de los ensayos suministradas por los diferentes proveedores.

Particularmente, para aquellos áridos, de los que no se disponía dicha información se procedió a efectuar la caracterización, mediante ensayos de laboratorio en el Instituto de la Construcción. De esta manera, se verificaron los requisitos establecidos en documentos técnicos con el propósito de asegurar la aptitud de los áridos para su uso en morteros para revoques.

Inicialmente se seleccionaron de distintos proveedores tres áridos, identificados como: árido fino (AF1), árido mediano (AM1) y árido grueso (AG1). En la Tabla 4 del apartado b), se muestra la granulometría de cada uno de ellos.

Debido a que la Memoria Constructiva General para Edificios Públicos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas establece requisitos para el árido grueso que no fueron alcanzados por los áridos analizados, se decidió elaborar un árido (identificado como AG2), a partir de la mezcla de porcentajes adecuados para cada rango de abertura de tamiz, que cumpliera con estas especificaciones.

Respecto a la ejecución de ensayos, a la fecha se ha ensayado un total de 6 morteros, los que se indican en la Tabla 5, excepto aquellos que implican la utilización de equipamiento nuevo (retentividad al agua y permeabilidad al vapor de agua) o que son realizados en laboratorio externo (conductividad térmica).

**b)** Los principales avances del proyecto derivan de haber concretado las actividades antes mencionadas, lo cual posibilita que a la fecha se cuente con las primeras determinaciones. Ver Tabla 5.

Los resultados obtenidos permiten reconocer diferencias entre los tipos seleccionados. Un análisis más detallado se realizará en la etapa correspondiente a evaluación del experimento, una vez que se disponga de la totalidad de los datos.

A continuación se presentan las Tablas 1, 2, 3, 4 y 5, producto de las actividades abordadas a la fecha.

**Tabla 1- Tipos de morteros y de sistemas de revestimiento.**

<b>Código</b>	<b>Denominación/tipo</b>	<b>Materiales componentes</b>	<b>Dosificación volumen</b>
MO 1-a	Mortero impermeable	Arena terciada AM1 Cemento Portland Hidrófugo inorgánico	4 1 1/9 de agua
MO 1-b	Mortero impermeable	Arena terciada AM1 Cemento Portland Hidrófugo inorgánico	3 1 1/9 de agua
MO 2-a	Mortero impermeable	Arena terciada AM1 Cemento Portland	3 1
MO 2-b	Mortero impermeable	Arena gruesa AG1 Cemento Portland	3 1
MO 2-c	Mortero impermeable	Arena gruesa AG2 Cemento Portland	3 1
MO 3-a	Mortero grueso	Arena gruesa AG1 Cal hidratada Cemento Portland	3,5 1 1/5
MO 3-b	Mortero grueso	Arena gruesa AG1 Cal hidratada Cemento Portland	5 1 1
MO 4-a	Mortero grueso	Mezcla gruesa Cemento Portland	5 1
MO 4-b			
MO 5-a	Mortero fino	Arena fina AF1 Cal hidratada Cemento Portland	3 1 1/10
MO 6-a	Mortero fino	Mezcla fina Cemento Portland	1 1/10
MO 7-a	Mortero tipo monocapa interior	Arena terciada AM1 Cemento albañilería	4 1
MO 8-a	Mortero tipo monocapa interior o mortero bicapa exterior	Arena terciada AM1 Cemento Portland Aditivo: plastificante	4 1 s/fab
MOCA 9	Mortero monocapa 1		s/fab
MOCA 10	Mortero monocapa 2		s/fab
MOCA 11	Mortero monocapa c/aislante		s/fab
MO 51-a	Mortero grueso c/aislante térmico	Arena terciada AM1 Cal hidratada Cemento Portland Perlas poliestireno	5 1 1 2
MO 51-b	Mortero grueso c/aislante térmico	Arena terciada AM1 Cal hidratada Cemento Portland Perlas poliestireno	5 1 1 1,6
MO 51-c	Mortero grueso c/aislante térmico	Arena terciada AM1 Cal hidratada Cemento Portland Perlas poliestireno	5 1 1 0,9
MO 52-a	Mortero grueso	Mezcla gruesa	5
MO 52-b	con ceniza cáscara de arroz (CCA)	Cemento Portland CCA UY	0,8 0,2
MO 52-c	Mortero grueso con ceniza cáscara de arroz (CCA)	Mezcla gruesa Cemento Portland CCA EUA	5 0,8 0,2
MO 53-a	Mortero grueso con residuos de obra (RDO)	RDO cerámico Cal hidratada Cemento Portland	5 1 1
MO 54-a	Mortero grueso con residuos de obra (RDO)	RDO cementicio Cal hidratada Cemento Portland	5 1 1
MO 55-b	Mortero fino coloreado	Mezcla fina Cemento Portland Pigmento amarillo	1 1/10 5 % CP
MO 56-a	Mortero fino coloreado	Mezcla fina Cemento Portland Pigmento rojo	1 1/10 5 % CP

MO 57-a MO 57-b	Mortero fino coloreado	Mezcla fina Cemento Portland Pigmento negro	1 1/10 5 % CP
SI 1	<b>Revoque exterior</b> de 3 capas Cal+Arena	1era capa Mo impermeable 2da capa Mo gruesa 3era capa Mo fina	Mo 1-b Mo 3-b Mo 5-a
SI 2	<b>Revoque exterior</b> de 3 capas con "Mezcla"	1era capa Mo impermeable 2da capa Mo gruesa 3era capa Mo fina	Mo 1-b Mo 4-b Mo 6-a
SI 3	<b>Revoque exterior</b> de 2 capas	1era capa Mo impermeable 2da capa	Mo 1-b Mo 8-a
SI 4	<b>Revoque exterior</b> de 3 capas con aislante	1era capa Mo impermeable 2da capa Mo grueso c/aislante 3era capa Mo tipo fina	Mo 1-b Mo 51-a Mo 6-a
SI 5	<b>Revoque exterior</b> de 3 capas con residuos de obra (RDO)	1era capa Mo impermeable 2da capa Mo grueso RDO cer 3era capa Mo tipo fina	Mo 1-b Mo 53-a Mo 6-a
SI 6	<b>Revoque exterior</b> de 3 capas con residuos de obra (RDO)	1era capa Mo impermeable 2da capa Mo grueso RDO cem 3era capa Mo tipo fina	Mo 1-b Mo 54-a Mo 6-a
MOCA 09	<b>Mortero monocapa 1</b>		MOCA 09
MOCA 10	<b>Mortero monocapa 2</b>		MOCA 10
MOCA 11	<b>Mortero monocapa c/aislante</b>	2da capa. Mo tipo fina	MOCA 11 Mo 6-a

NOTA: La lista de morteros surge de aquellos seleccionados inicialmente a los que se le incorporan variantes basadas en la utilización de componentes o dosificaciones diferentes. Por ejemplo, un tipo de mortero resultó en tres variantes a partir del uso de agregados con granulometría diferente.

**Tabla 2 - Ensayos de caracterización de morteros.**

<b>Propiedades en estado fresco</b>	<b>Metodología de ensayo</b>
Consistencia	Norma EN 1015-3
Densidad aparente	Norma EN 1015-6
Contenido de aire	Norma EN 1015-7
Trabajabilidad en tiempo abierto	Norma EN 1015-9
<b>Propiedades en estado endurecido</b>	<b>Metodología de ensayo</b>
Flexión	Norma EN 1015-11
Compresión	Norma EN 1015-11
Absorción	Norma EN 1015-18
Adherencia	Norma EN 1015-12
Densidad aparente	Norma EN 1015-10
Retracción	Norma UNE 83831
Permeabilidad al vapor de agua	Norma EN 1015-19
Retentividad	Norma NCh 2259
Conductividad	Norma ISO 8302

NOTA: Si bien esta Tabla resume las metodologías de referencia a utilizar, en la práctica ha resultado necesario complementar esa información con otros documentos técnicos.

**Tabla 3 – Características para la caracterización de los áridos**

Características		Método de ensayo
<b>Geométricas</b>	Tamaño del árido	EN 13139
	Granulometría, módulo de finura, dimensión máxima característica	UNIT-NM 248
	Contenido de finos	UNIT-NM 46
<b>Físicas</b>	Densidad a granel y espacios vacíos	UNIT-NM 45
	Densidad	UNIT-NM 52
	Absorción de agua	UNIT-NM 30
<b>Químicas</b>	Contenido de arcilla en terrones y materiales friables	UNIT-NM 44

**Tabla 4 – Granulometría en porcentajes de masa retenida y módulo de finura de los áridos seleccionados.**

Tamiz		AG1			AM1			AF1			
Nº	Abertura de malla (mm)	Masa retenida (g)	Masa retenida (%)	Masa retenida acumulada (%)	Masa retenida (g)	Masa retenida (%)	Masa retenida acumulada (%)	Masa retenida (g)	Masa retenida (%)	Masa retenida acumulada (%)	
4	4,76	21,1	4,2	4,2	2,8	0,6	0,6	0	0	0	
8	2,38	72,1	14,4	18,6	12,7	2,5	3,1	0	0	0	
16	1,19	156,7	31,4	50,0	100,3	20,0	23,1	0	0	0	
30	0,590	170,0	34,0	84,0	210,3	42,1	65,2	6,4	1,3	1,3	
50	0,297	71,6	14,3	98,3	140,8	28,2	93,4	381,5	76,3	77,6	
100	0,150	6,9	1,4	99,7	24,4	4,9	98,3	107,4	21,5	99,1	
RESTO		1,6	0,3	100,0	8,7	1,7	100,0	4,7	0,9	100,0	
<b>Módulo de finura</b>				<b>3,54</b>					<b>2,84</b>	<b>1,78</b>	

**Tabla 5 – Características de morteros**

	MO 1-a	MO 2-a	MO 3-a	MO 4-a	MO 6-a	MO 7-a	MO 8-a
<b>Contenido de aire (%)</b>	12,5	8,0	7,5	7,8	8,8	6,1	12,0
<b>Densidad en fresco (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1930	2030	2070	1990	1910	1810	1950
<b>Trabajabilidad (min)</b>	364	419	354	247	352	275	307
<b>Densidad en endurecido (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1990	2260	2230	2190	2110	2230	2020
<b>Compresión (MPa)</b>	12,0	16,6	1,5	3,8	23,7	2,0	10,0
<b>Absorción (kg/(m<sup>2</sup>.min<sup>0,5</sup>))</b>	0,26	0,55	1,19	0,93	1,36	0,88	0,15

c) Las etapas realizadas coinciden con lo propuesto inicialmente.

Corresponde aclarar que si bien estaba previsto analizar morteros aplicados sobre distintos sustratos, se revisó dicha hipótesis de trabajo, pues introducía una variable aleatoria que distorsionaba los objetivos del trabajo. Por lo tanto se decidió realizar el estudio de los sistemas sobre un único sustrato existente y como tal, más representativo de las condiciones reales de exposición. Se consideró que con la realización de probetas de pequeña dimensión con distintos sustratos, no se podrían obtener resultados factibles de ser asociados al desempeño. Asimismo se recoge la sugerencia de uno de los evaluadores en cuanto a reducir el número de sustratos a considerar.

d) No se presentaron dificultades que modifiquen lo planificado.