

Informe Técnico

DISEÑO, EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE UNIÓN

Proyecto de investigación:
Obtención de piedra natural de alta
resistencia y reducido espesor

Realizado por:



Camí de Castella, 4
03660 Novelda (Alicante)

Peticionario:



BEMARSA
SPANISH MARBLES-OWN QUARRIES

Ctra. Elda-Monóvar (Camino de la Estación, s/n)
03600 Elda (Alicante) Spain

ÍNDICE

	Página
DESCRIPCIÓN DE AIDICO:	3
Participación en redes	3
Acreditaciones	4
1. OBJETIVOS	6
2. RESULTADOS	6
2.1 Resistencia a tracción: Ensayo de adhesión	
2.2 Resistencia a la heladicidad	
2.3. Resistencia a la humedad y temperatura	7
2.4. Resistencia a flexión	
3. CONCLUSIONES	8

DESCRIPCIÓN DE AIDICO

PARTICIPACIÓN EN REDES

AIDICO es miembro de las siguientes organizaciones:

AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación
ENAC: Entidad Nacional de Acreditación
FEDIT: Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología
REDIT: Red de Institutos Tecnológicos de la Comunidad Valenciana
IVQ: Fundación Valenciana de Calidad
IVE: Instituto Valenciano de la Edificación
REIC: Red Española de Institutos de Construcción.
PTEC: Plataforma Tecnológica Española de la Construcción
DSEI: Plataforma Tecnológica de Seguridad Industrial

Así mismo, participa activamente en las siguientes redes nacionales e internacionales de I+D:

Redes Europeas:

BEST PRODUCT: Establecimiento y explotación de una Red de Ingeniería Medioambiental para el Desarrollo Optimizado de Productos (Eureka E13517).
ENMAT: European Network of Materials Research Centres

Redes Nacionales:

RENAC: Red para la aplicación de Nanotecnologías en la construcción y el hábitat.
RICAD: Red de ingeniería y ciencia de adhesivos.
ROCADIM: Red temática de piedra natural: ENLACE "<http://www.igme.es/INTERNET/REDPNAT/RTPN.htm>"
Red Temática Española de Almacenamiento de Energía
INVE\$CON: Red temática en construcción. ENLACE "<http://www.invescon.net>"

Redes Regionales:

RENAC: Red para la aplicación de nanotecnologías en la construcción y el hábitat.
RED PREN: Red de Piedra natural
REDADCOV: Red de I+D+i de adhesivos para la mejora tecnológica de los sectores tradicionales de la comunidad valenciana.

ACREDITACIONES

AIDICO ha obtenido las siguientes acreditaciones de laboratorio:

Acreditación ENLACE

"[http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_Prefabricados_\(n_133-LE-351\)Rev9.pdf](http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_Prefabricados_(n_133-LE-351)Rev9.pdf)" ENAC 133/LE351 para la realización de ensayos de prefabricados y pavimentos sin pulir.

Acreditación ENLACE

"[http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_Hormigon_\(n_133-LE-667\)Rev7.pdf](http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_Hormigon_(n_133-LE-667)Rev7.pdf)" ENAC 133/LE667 para la realización de ensayos de hormigón, cementos y áridos para hormigón.

Acreditación ENLACE

"[http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_aceros_\(n_133-LE-953\)Rev5.pdf](http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_aceros_(n_133-LE-953)Rev5.pdf)" ENAC 133/LE953 para la realización de ensayos de armaduras de acero.

Acreditación ENLACE

"[http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_Cales_\(n_133-LE-913\)Rev4.pdf](http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_Cales_(n_133-LE-913)Rev4.pdf)" ENAC 133/LE913 para la realización de ensayos de cales para la construcción.

Acreditación ENLACE

"[http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_Fuego_\(num_133-LE-1215\)Rev4.pdf](http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_Fuego_(num_133-LE-1215)Rev4.pdf)" ENAC 133/LE1215 para la realización de ensayos de resistencia al fuego.

Acreditación ENLACE

"[http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_reaccion_AIDIMA_\(n_133-LE-246\)Rev9.pdf](http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_reaccion_AIDIMA_(n_133-LE-246)Rev9.pdf)" ENAC 133/LE246 para la realización de ensayos de reacción al fuego e inflamabilidad (AIDIMA).

Acreditación ENLACE

"[http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_Elementos_de_seguridad_\(n_133-LE-1148\)Rev4.pdf](http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_Elementos_de_seguridad_(n_133-LE-1148)Rev4.pdf)" ENAC 133/LE1148 para la realización de ensayos de redes de seguridad.

Acreditación ENLACE

"[http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_Calibracion-masa_\(n_90-IC-196\)Rev9.pdf](http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_Calibracion-masa_(n_90-IC-196)Rev9.pdf)" ENAC 90/IC196 para la realización de calibraciones en el área mecánica-masa.

Acreditación ENLACE

"[http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_Calibracion-fuerza_\(n_90-IC-442\)Rev5.pdf](http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Alcance_acreditacion_Calibracion-fuerza_(n_90-IC-442)Rev5.pdf)" ENAC 90/IC442 para la realización de calibraciones en el área mecánica-fuerza.



Además, AIDICO también ha obtenido las siguientes acreditaciones de su Entidad de Certificación:

ENLACE

"http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Anexo_Tecnico_20_C&CO22_Rev-12.pdf"
ENAC 20/C-SCO22 para la certificación de Sistemas de Gestión de la Calidad



ENLACE

"http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Anexo_Tecnico_25_CPRO47_Rev-05.pdf"
ENAC 25/C-PRO47 para la Certificación de Productos:



ENLACE

"http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Anexo_Tecnico_18_CMAO19_Rev-05.pdf"
ENAC 18/C-MAO19 para la certificación de Sistemas de Gestión Medioambiental.



ENLACE

"http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Anexo_Tecnico_OCCO49_Rev-08.pdf"
ENAC OC-C/O49 para la Evaluación de Conformidad (Directiva 89/106/CEE sobre productos de la construcción.



ENLACE

"http://descargas.aidico.es/Acreditaciones/Anexo_Tecnico_OCPO89_Rev-01.pdf" ENAC OC-C/O89 para la Evaluación de Conformidad (Directiva 89/106/CEE sobre productos de la construcción.



1. OBJETIVOS

El objetivo del presente informe es la caracterización de las propiedades mecánicas y durabilidad de un producto formado por piedra natural laminada en el que MIDICO ha diseñado el sistema de unión.

2. RESULTADOS

2.1 Resistencia a tracción: Ensayo de adhesión

La adhesión del laminado se mide mediante ensayo resistencia a tracción siguiendo la normativa UNE-EN 1348:1997.

Tabla 1. Resistencia a tracción media del laminado

Mármol	Tracción a rotura	(MPa)Análisis rotura
Crema Marfil	6,8 ± 0.6	0% adhesión
Crema Valencia	5,6 ± 0.5	0% adhesión

Se produce rotura cohesiva del mármol, es decir, en ningún caso se produce un fallo de adhesión entre la resina y el mármol, por lo que la unión del laminado está garantizada.

2.2 Resistencia a la heladicidad

Este ensayo es válido en el caso en que el laminado vaya a estar expuesto en exterior y condiciones muy extremas.

La resistencia a la heladicidad de la unión se determina mediante ciclos de hielo/deshielo siguiendo la normativa de piedra natural UNE-EN 12371:2001. Cada ciclo consiste en un período de congelación en aire de seis horas, seguido de un periodo de descongelación de seis horas en el que las probetas estarán sumergidas en agua. Número de ciclos 48.

Después del ensayo de heladicidad se determina la adhesión del laminado mediante resistencia a tracción. Los resultados se incluyen en la Tabla 2.

Tabla 2. Resistencia a tracción media del laminado después de ensayo de heladicidad

Mármol	Tracción a rotura	(MPa)Análisis rotura
Crema Marfil	5.0 ± 1.4	10% adhesión
Crema Valencia	5,4 ± 0.7	1.7% adhesión

La durabilidad de la unión después del ensayo de heladicidad se considera buena, puesto que la resistencia a tracción ha disminuido ligeramente. El análisis del tipo de rotura muestra un 10 % de rotura adhesiva en Crema Marfil y solo un 2 % en Crema Valencia

2.3. Resistencia a la humedad y temperatura

El material laminado se mantuvo 30 minutos en agua a 110°C. La evaluación de la adhesión después del envejecimiento con humedad y temperatura se realizó mediante resistencia a tracción en Crema Marfil.

Tabla 3. Resistencia a tracción media del laminado después de ensayo de humedad y temperatura

Mármol	Tracción a rotura	(MPa) Análisis rotura
Crema Marfil.	4,3 ± 0,6	0% adhesión

La durabilidad de la unión es muy buena, en ningún caso se produce rotura adhesiva, por lo que el laminado no se altera condiciones de humedad y temperaturas elevadas.

2.4. Resistencia a flexión

Evaluación de las propiedades mecánicas del laminado y comparación con el mármol de iguales dimensiones sin laminar. Las probetas de mármol proceden de la misma tabla, son muy similares, para minimizar las heterogeneidades propias del mármol. El espesor de las piezas es de 20 mm.

La resistencia a la flexión bajo carga concentrada se determina midiendo la carga de rotura en base a la norma de piedra natural UNE-EN 12372:2007. La carga se incrementa uniformemente a una velocidad de (0,25 ± 0,05) MPa/s hasta que se produce la rotura de la probeta.

Tabla 4. Resistencia a flexión del laminado

Crema Marfil	Resistencia a flexión (MPa)
En bruto	8,7 ± 2,8
Laminado	14,0 ± 2,0

Se ha conseguido incrementar su resistencia a flexión en un 60%. No obstante, estos valores no son absolutos debido a la heterogeneidad de los mármoles fisurales, por lo que las mejoras varían dependiendo del grado de fisuración de los mármoles.

3. CONCLUSIONES

El mármol laminado compuesto por dos piezas de mármol de bajo espesor y distinta calidad, presenta propiedades mecánicas, muy superiores a los mármoles que lo constituyen.

AIDICO ha seleccionado y validado tanto el adhesivo, proceso de aplicación y curado, como el diseño de la unión. La optimización de los distintos parámetros que afectan tanto al producto como al sistema de fabricación permite establecer las siguientes conclusiones:

Las altas prestaciones del adhesivo consiguen rellenar, sellar y reforzar las grietas y oquedades del mármol, que son los puntos habituales de rotura, de manera que se incrementa notablemente su resistencia. Los estudios de adhesión de uniones mármol-adhesivo que se han realizado con distintos mármoles muestran en todos los casos que la adhesión resina-mármol es superior a la cohesión interna del mármol, lo que se traduce en un aumento de la resistencia a tracción. La resistencia a tracción de las uniones presenta valores de 7 a 5.5 MPa, dependiendo del tipo de mármol.

Para garantizar la durabilidad de las uniones mármol-resina se realizan distintos ensayos de envejecimiento acelerado, cuyos resultados garantizan la durabilidad de las uniones puesto que la resistencia a tracción del material envejecido tiene valores entorno a 5 MPa y la rotura se produce mayoritariamente en el mármol.

