



*INFORME DE PATOLOGÍA DEL EDIFICIO CORRESPONDIENTE A  
LA CASA DEL MARINO Y DEL PESCADOR DE LA AUTORIDAD  
PORTUARIA DE LA BAHÍA DE ALGECIRAS*





## ÍNDICE

<b>1. OBJETO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....</b>	<b>3</b>
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y FUNCIONALES.....	3
<b>4. LOCALIZACIÓN DE CATAS Y ENSAYOS .....</b>	<b>6</b>
<b>5. REPORTAJE FOTOGRÁFICO .....</b>	<b>7</b>
<b>6. RESULTADOS DE CATAS Y ENSAYOS .....</b>	<b>8</b>
CATAS.....	8
CAMPAÑA DE MEDICIÓN DE RECUBRIMIENTOS .....	12
ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN .....	12
ENSAYOS DE MEDICIÓN DE PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN .....	14
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CLORUROS .....	17
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SULFATOS .....	19
PÉRDIDA DE ESPESOR DE LA ARMADURA POR CORROSIÓN .....	19
<b>7. PATOLOGÍAS DETECTADAS .....</b>	<b>20</b>
PATOLOGÍAS QUE AFECTAN A LA DURABILIDAD.....	21
CONSECUENCIAS .....	22
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>23</b>
<b>9. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>24</b>
<b>10. ANEJO 1: REPORTAJE FOTOGRÁFICO.....</b>	<b>25</b>
<b>11. ANEJO 4: RESULTADOS DE ENSAYOS.....</b>	<b>41</b>



## 1. OBJETO

En el presente informe se describen las patologías detectadas en el edificio de referencia, evaluando las causas que han producido las mismas y dando una opinión sobre su incidencia. Para confeccionar el presente informe se han realizado visitas al edificio por parte de los técnicos de infraestructuras, así como catas y ensayos en los elementos fundamentales de la estructura de la vivienda en obras.

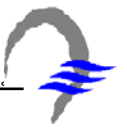
## 2. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

No se trata de un estudio de patologías o una evaluación estructural del edificio completo, pues para ello necesitaríamos realizar amplios trabajos de campo, investigación y ensayos estructurales. Se trata de realizar un análisis de la información existente y de los datos extraídos en las viviendas investigadas para emitir opinión técnica y recomendaciones.

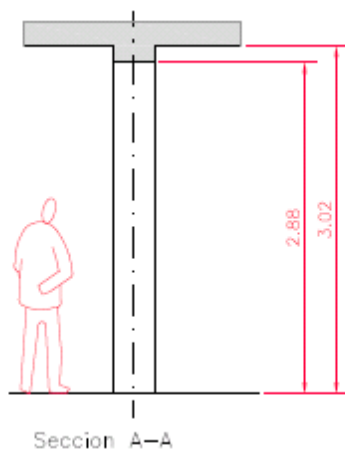
## 3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

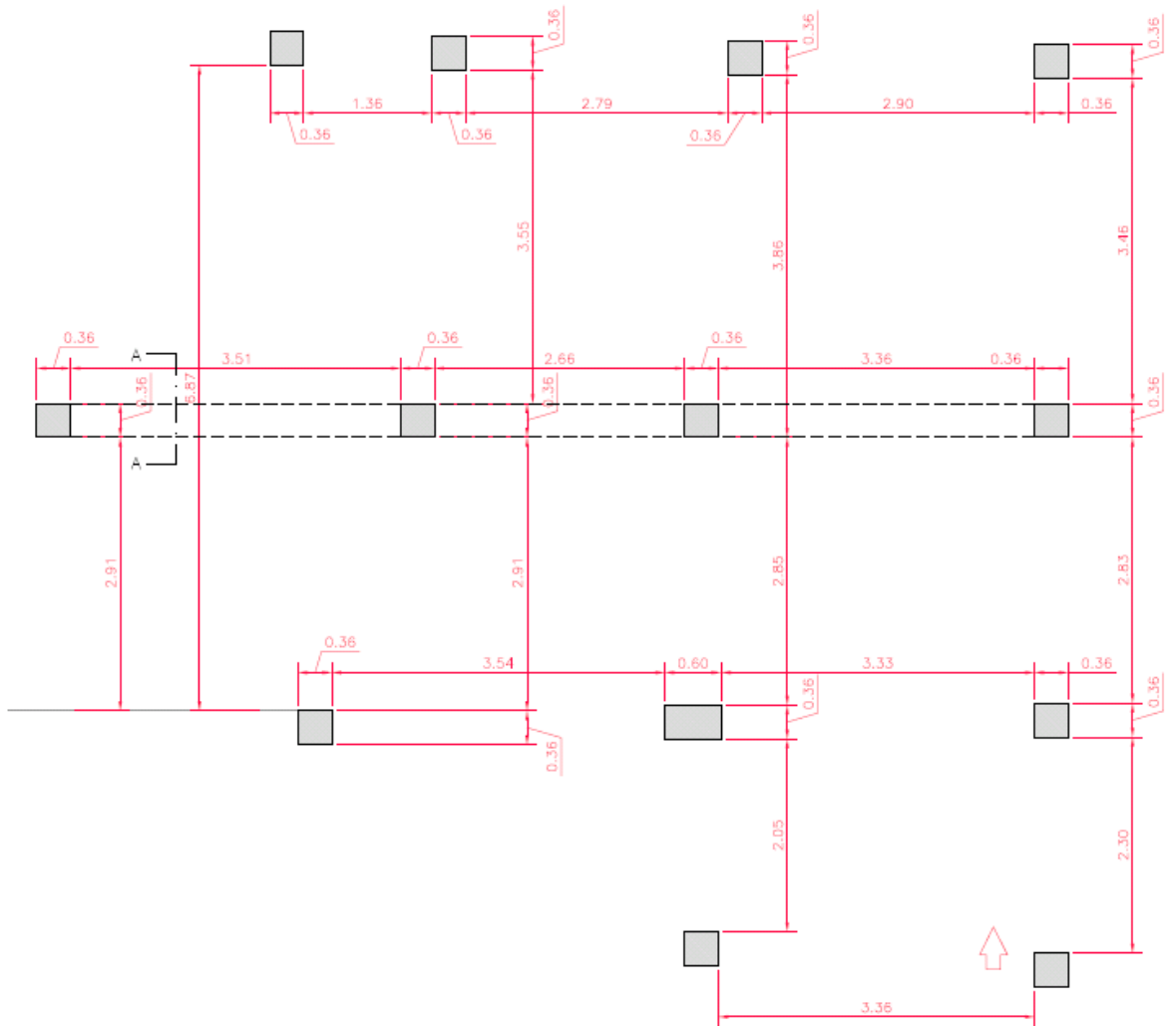
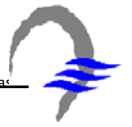
### Características geométricas y funcionales

El edificio consta de un total de cinco plantas, planta baja más cuatro. Además de las alturas descritas tenemos que sumarle una más, por la estructura existente en la terraza transitable, por lo tanto la cubierta del edificio no ocupa toda la planta, esta estructura en cubierta tiene forma de U, tal y como se puede observar en la foto siguiente.

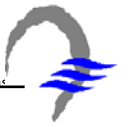


A continuación se adjuntan croquis con la geometría de parte del local diáfano situado en la planta primera, sobre el que se han centrado gran parte de las inspecciones realizadas.





En la actualidad el edificio tiene uso de vivienda en la planta primera a cuarta, y función comercial en los locales correspondientes a los bajos del mismo, en la actualidad se encuentra parcialmente habitado.



#### 4. LOCALIZACIÓN DE CATAS Y ENSAYOS

Para la definición de los distintos elementos que componen la estructura, se han realizados diversas catas y ensayos, con objeto de determinar las características geométricas de los mismos, así como la de los materiales que lo componen. Estos estudios se han realizado sobre varias viviendas deshabitadas, ubicadas en las plantas primera, segunda, y cuarta del edificio en cuestión.

Los estudios realizados sobre esta zona han sido:

- Catas sobre jácenas, pilares y viguetas de forjado.
- Extracción de testigos de hormigón, y posterior rotura a compresión de los mismos.
- Campaña de medición de recubrimientos de las estructuras de hormigón armado.
- Campaña de medición de profundidad de carbonatación, cloruros, sulfatos, etc.

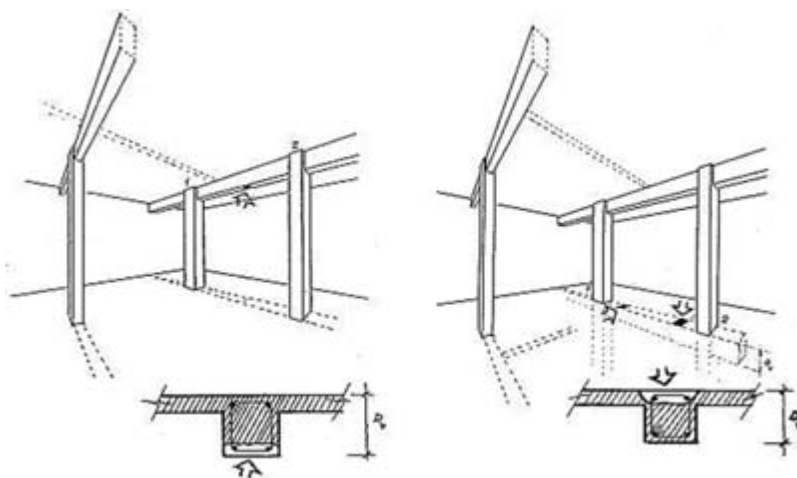
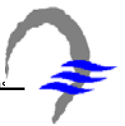


Fig1. Esquema tipo de las catas realizadas en vigas.



Aprovechando los testigos de hormigón, encargamos la realización de ensayos de contenido en cloruro y sulfatos del hormigón endurecido. Los resultados del contenido en cloruros del hormigón los pasaremos a contenido en cemento, que es el que limita la normativa EHE, suponiendo un hormigón de calidad media.

## 5. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

Se incluye en el anejo una colección de fotografías que muestran los daños más importantes encontrados en las distintas viviendas y que constituyen la parte principal del presente estudio.



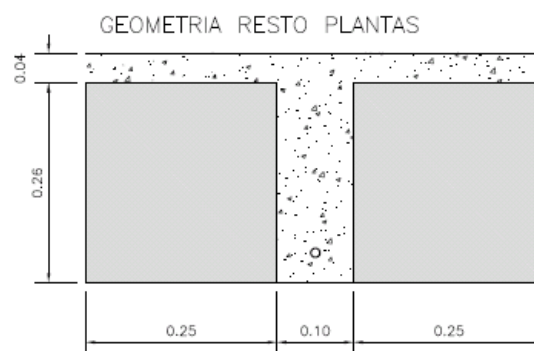
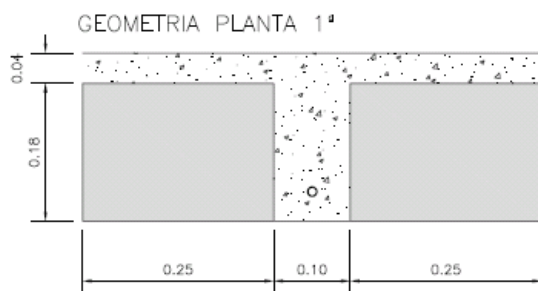
## 6. RESULTADOS DE CATAS Y ENSAYOS

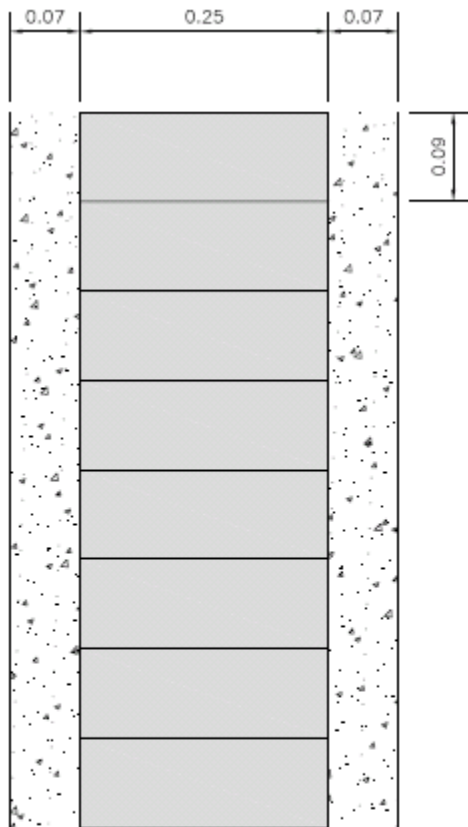
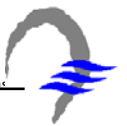
### CATAS

Tras las catas realizadas, hemos determinado que la estructura principal está formada por forjados unidireccionales con nervios de hormigón armado, ejecutados in-situ, así como pilares y vigas de hormigón armado con acero liso, hemos determinado una resistencia para el hormigón variable entre 15,11 N/mm<sup>2</sup> y 23,27 N/mm<sup>2</sup> dependiendo del elemento y su situación, y para el acero liso 2.200 N/mm<sup>2</sup> (datos extraídos de los ensayos y de las características resistentes de los elementos de aquella época).

La descripción estructural del *forjado* del edificio es:

- Espesor aproximado de capa de compresión: 4 cm.
- Distancia entre eje viguetas: 35 cm.
- Las viguetas de dicho forjado están hormigonados in-situ con un ancho aproximado de 10 cm.
- Armadura longitudinal de vigueta: barra de acero liso de diámetro 12 mm.
- Los aligeramientos del forjado están formados por ladrillo hueco doble.
- Espesor del forjado: Forjado de primera planta 30 cm., resto de plantas 22 cm.





1Ø10 ARMADURA SUPERIOR  
CENTRO VANO

1Ø12 EN NERVIOS A VIGA

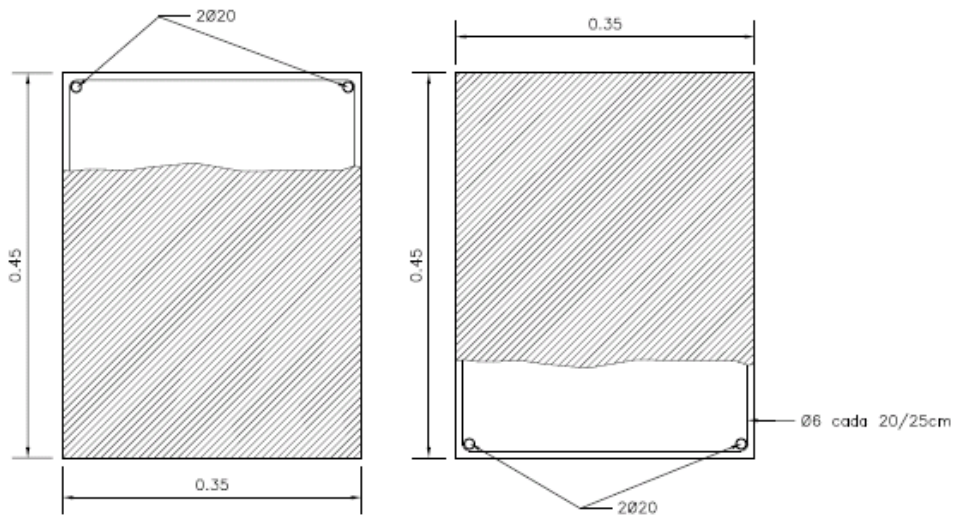
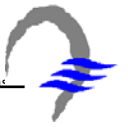
La descripción estructural de la *viga central* del forjado es:

Dimensión de viga: 35 cm. de ancho y 15 cm. de descuelgue inferior.

Armado longitudinal inferior: 2 Ø 20

Armado longitudinal superior: 2 Ø 20 en el centro del vano.

Armadura cortante: estribo simple de Ø 6 cada 20 cm./25 cm.



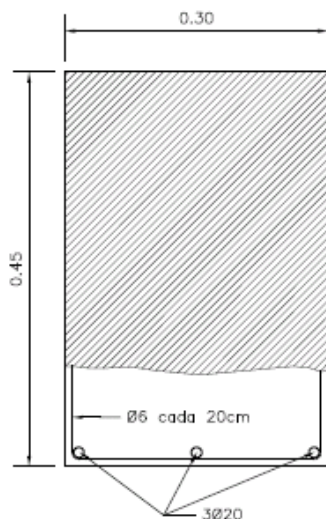
CATA VIGA CENTRAL  
CATA CENTRO VANO

La descripción estructural de las *vigas de borde* del forjado es:

Dimensión de viga: 30 cm. de ancho y 15 cm. de descuelgue inferior.

Armado longitudinal inferior: 3 Ø 20

Armadura cortante: estribo simple de Ø 6 cada 20 cm./25 cm.



CATA VIGA BORDE  
CATA CENTRO VANO



La descripción estructural de los *pilares* es:

Dimensión de pilar planta primera: sección cuadrada de 35 cm..

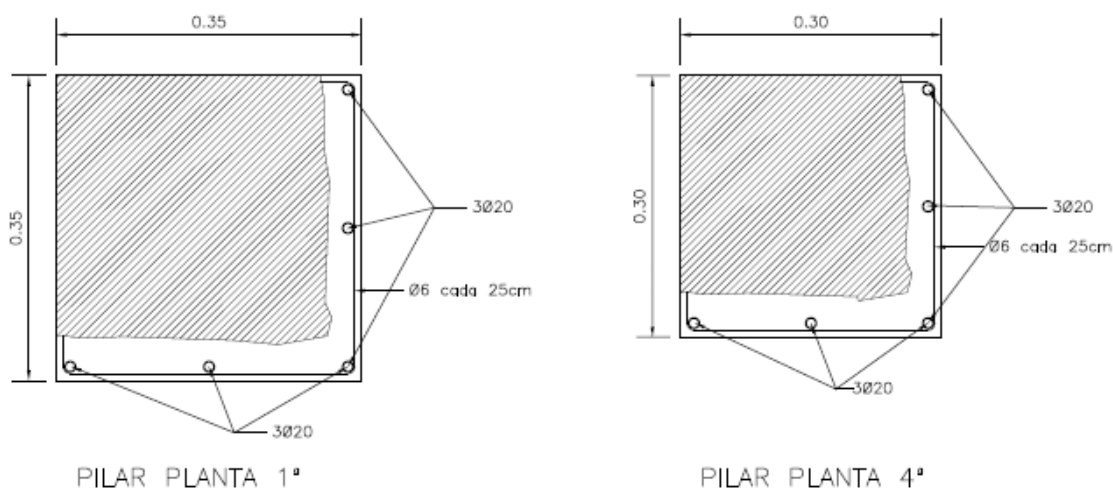
Armado longitudinal de pilar planta primera: 3 Ø 20 por cara

Armadura cortante: estribo simple de Ø 6 cada 25 cm.

Dimensión de pilar planta cuarta: sección cuadrada de 30 cm..

Armado longitudinal de pilar planta cuarta: 3 Ø 20 por cara

Armadura cortante del pilar resto plantas: estribo simple de Ø 6 cada 25 cm./30 cm.



Esta distribución de armado corresponde con los esquemas de armado utilizados en la época de construcción del edificio, adjunto se puede observar el esquema tipo del armado de una viga.

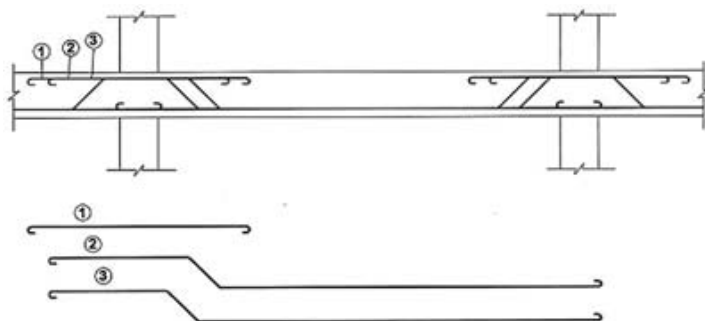


Fig2. Disposición típica de armadura lisa en viga.



## CAMPAÑA DE MEDICIÓN DE RECUBRIMIENTOS

Utilizando medidores electromagnéticos (pachómetro) realizamos mediciones sobre la capa de compresión del forjado y el inferior de viguetas para detectar el recubrimiento de las armaduras y dilucidar la existencia de armadura.

Los recubrimientos mínimos medidos han sido:

ELEMENTO	RECUBRIMIENTO
PILAR	25 mm.
VIGA	20 mm.
VIGUETA	15 mm.

En el anejo correspondiente a los ensayos de laboratorio se pueden observar todos los recubrimientos medidos en las distintas catas realizadas.

## ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Los testigos extraídos se extraen con brocas de 6cm de diámetro, es llamativa la resistencia mucho más baja, obtenida en los pilares y vigas perimetrales de fachada respecto a los centrales. Los testigos de hormigón extraídos se conservaron en cámara húmeda previamente a su rotura.

Realizamos los siguientes comentarios al respecto:

La resistencia de los testigos de hormigón saturados de humedad puede disminuir un 20% respecto al testigo seco. Opinamos que para la evaluación estructural debe conservarse el testigo en ambiente de laboratorio y en



zonas concretas tomar medidas para evitar el acceso de humedad.

Además se han extraído de la zona superior donde la resistencia suele ser menor.

Este aspecto ha podido determinar resistencias del hormigón más bajas de las reales. Aún así, la resistencia baja del hormigón no es un aspecto crítico en los pilares del edificio, al ser reducidas las sollicitaciones exteriores, tener armado adecuado y estribado, coacciones de la fachada etc.

El resultado de los ensayos de resistencia a compresión realizados a través de las extracciones de testigos realizadas, han sido:

Resistencia a compresión	
PILAR INTERIOR PLANTA 2 <sup>a</sup>	23,27 N/mm <sup>2</sup>
PILAR EXTERIOR CUBIERTA PLANTA 4 <sup>a</sup>	15,11 N/mm <sup>2</sup>
PILAR EXTERIOR VIVIENDA PLANTA 4 <sup>a</sup>	19,00 N/mm <sup>2</sup>

Como se puede observar por los resultados obtenidos, los elementos estructurales en contacto con la cubierta poseen una resistencia inferior a los realizados en las plantas inferiores, ya que se encuentran más afectados por la agresividad del medio externo.



## ENSAYOS DE MEDICIÓN DE PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

En las fotos correspondientes al anejo de laboratorio se pueden observar los testigos de hormigón sobre el que se realiza el llamado “ensayo-brasileño” para realizar el ensayo de carbonatación.

Comentamos lo siguiente.

- El ensayo de carbonatación es un ensayo para estimar el PH del hormigón y su facultad de proteger a las armaduras. Aunque el ataque por corrosión se puede iniciar, con aportación de cloruros marinos, a PH más altos que los indicados en el ensayo. El ensayo aporta los siguientes valores, si tras aplicar el indicador de PH (fenolftaleína) el hormigón vira a color rojo-púrpura indica que el PH es mayor que 9,50 y por tanto decimos que no está carbonatado. Si no se produce coloración alguna, el PH es menor de 8 y decimos que está carbonatado. Si, como ocurre en la fotografía, el hormigón vira a rosa claro, el PH se encuentra entre 8 y 9,50 y por tanto tiene indicios de carbonatación. Estrictamente hablando la profundidad de carbonatación la estimamos (observando la fotografía) en unos 4.5 a 4.7 cm en el lado de fachada (suficiente para traspasar la armadura) técnicamente se estima que el hormigón deja de proteger a las armaduras para PH inferiores a 9. Por tanto podemos suponer en todo caso que las armaduras están desprotegidas

Se han realizado tres extracciones de testigos de hormigón, con objeto de determinar la profundidad de afección por carbonatación sobre la sección de hormigón. Estos testigos se han realizado en la zona de estructura más expuesta, correspondiente a la fachada del edificio en la planta 1ª y 4ª, en los correspondientes a la planta 4ª se han observado claros síntomas de oxidación.

Si realizamos un estudio analítico de la profundidad de carbonatación, obtenemos:



## Vigueta forjado interior

### ESTIMACIÓN DE PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN EN ELEMENTOS DE HORMIGÓN

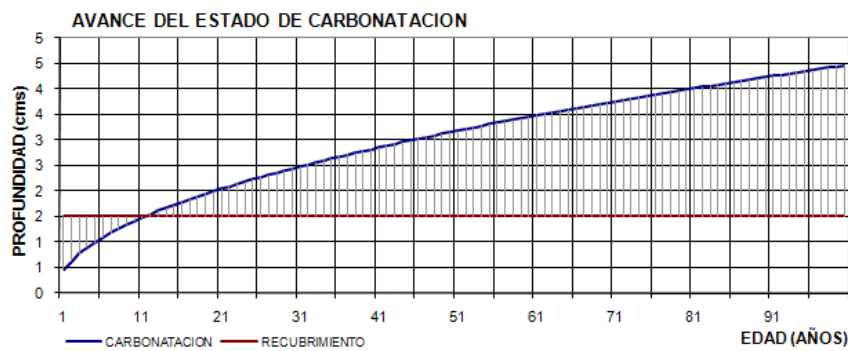
\*Según referencia a formulación de Fernandez Paris de Hamada (1968) en "Tecnología y propiedades mecánicas del Hormigón", Adolfo Delibes Liniers, Ed. Internac

• RELACIÓN AGUA/CEMENTO	$\phi$	<input type="text" value="0.60"/>	0,60
• TIPO DE CEMENTO USADO	$r_1$	Portland Normal	1,0
• TIPO DE ARIDO	$r_2$	Arena natural, Grava Ligera	1,2
• ADITIVO UTILIZADO	$r_3$	Normal	1,0

• RECUBRIMIENTO (cms)	$r$	<input type="text" value="1.5"/>	1,5
• AÑO DE FINAL DE LAS OBRAS	$t_0$	1945	
• AÑO ACTUAL	$t_f$	2001	
• EDAD DEL HORMIGÓN (AÑOS)	$t$	56	

$R$	$r_1 \cdot r_2 \cdot r_3$	1,2000	DATOS DE CALCULO INTERMEDIOS
$\alpha$	$f(\omega)$	0,1384	
$a$	$R\sqrt{\alpha}$	0,4465	

<b>PROF. DE CARBONATACION ESTIMADA (cms)</b>	
$X$ (estimada) =	3,341 cms



<b>ATAQUE A LA ARMADURA</b>	
ARMADURA DESPASIVADA EN	11 AÑOS
POSIBLE INICIO DE CORROSIÓN	SI
TEORICAMENTE DESDE HACE	-45 AÑOS
QUE EL AVANCE DEL FRENTE DE CARBONATACIÓN LLEGA A LA ARMADURA	

## Viga de borde cubierta

### ESTIMACIÓN DE PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN EN ELEMENTOS DE HORMIGÓN

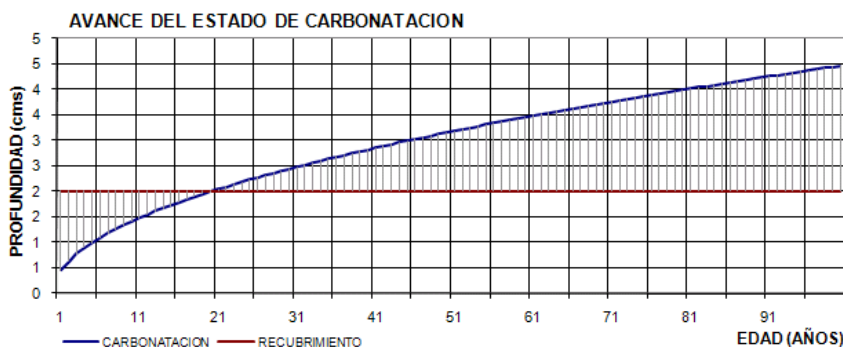
\*Según referencia a formulación de Fernandez Paris de Hamada (1968) en "Tecnología y propiedades mecánicas del Hormigón", Adolfo Delibes Liniers, Ed. Internac

• RELACIÓN AGUA/CEMENTO	$\phi$	<input type="text" value="0.60"/>	0,60
• TIPO DE CEMENTO USADO	$r_1$	Portland Normal	1,0
• TIPO DE ARIDO	$r_2$	Arena natural, Grava Ligera	1,2
• ADITIVO UTILIZADO	$r_3$	Normal	1,0

• RECUBRIMIENTO (cms)	$r$	<input type="text" value="2"/>	2
• AÑO DE FINAL DE LAS OBRAS	$t_0$	1945	
• AÑO ACTUAL	$t_f$	2001	
• EDAD DEL HORMIGÓN (AÑOS)	$t$	56	

$R$	$r_1 \cdot r_2 \cdot r_3$	1,2000	DATOS DE CALCULO INTERMEDIOS
$\alpha$	$f(\omega)$	0,1384	
$a$	$R\sqrt{\alpha}$	0,4465	

<b>PROF. DE CARBONATACION ESTIMADA (cms)</b>	
$X$ (estimada) =	3,341 cms



<b>ATAQUE A LA ARMADURA</b>	
ARMADURA DESPASIVADA EN	20 AÑOS
POSIBLE INICIO DE CORROSIÓN	SI
TEORICAMENTE DESDE HACE	-36 AÑOS
QUE EL AVANCE DEL FRENTE DE CARBONATACIÓN LLEGA A LA ARMADURA	

Viga de borde planta intermedia

ESTIMACIÓN DE PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN EN ELEMENTOS DE HORMIGÓN

\*Según referencia a formulación de Fernandez Paris de Hamada (1968) en "Tecnología y propiedades mecánicas del Hormigón", Adolfo Delibes Liniers, Ed. Intermac

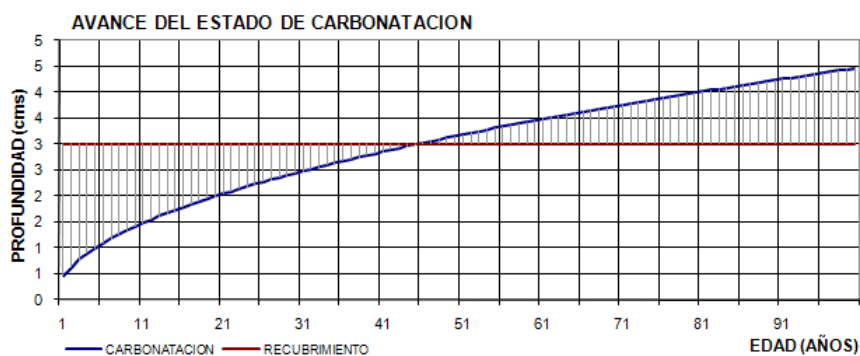
• RELACIÓN AGUA/CEMENTO	$\omega$	0,60		• RECUBRIMIENTO (cms)	$r$	3
• TIPO DE CEMENTO USADO	$r_1$	Portland Normal	1,0	• AÑO DE FINAL DE LAS OBRAS	$t_0$	1945
• TIPO DE ARIDO	$r_2$	Arena natural, Grava Ligera	1,2	• AÑO ACTUAL	$t_f$	2001
• ADITIVO UTILIZADO	$r_3$	Normal	1,0	• EDAD DEL HORMIGÓN (AÑOS)	$t$	56

$R$	$r_1 \cdot r_2 \cdot r_3$	1,2000	DATOS DE CALCULO INTERMEDIOS
$\alpha$	$f(\omega)$	0,1384	
$a$	$R \cdot \alpha$	0,4465	

<b>PROF. DE CARBONATACION ESTIMADA (cms)</b>	
$X$ (estimada) =	3,341 cms



<b>ATAQUE A LA ARMADURA</b>	
ARMADURA DESPASIVADA EN	45 AÑOS
POSIBLE INICIO DE CORROSIÓN	SI
TEÓRICAMENTE DESDE HACE	-11 AÑOS
QUE EL AVANCE DEL FRENTE DE CARBONATACIÓN LLEGA A LA ARMADURA	

Los resultados de los ensayos realizados han sido:

REFERENCIA TESTIGO	LOCALIZACIÓN TESTIGO	PROFUNDIDAD CARBONATACIÓN	OBSERVACIONES
SAH-02-50-10	PILAR PLANTA 4	3,1 cm*	La profundidad de carbonatación abarca la totalidad de la muestra ensayada por lo que se deduce que la profundidad de carbonatación real será superior a 3,1 cm.
SAH-02-109-10	PILAR PLANTA 1	4,5 cm	
SAH-02-112-10	PILAR PLANTA 4	4,7 cm	

Tras estos resultados podemos confirmar que las armaduras correspondientes a los elementos estructurales de cubierta se encuentran en un proceso de carbonatación más avanzado, ya que tras las catas realizadas hemos detectado que el recubrimiento de estos elementos es inferior a los 2,5 cm. Para estos elementos, la



profundidad de carbonatación supera ampliamente este valor, afectando a la armadura por procesos de corrosión.

## DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CLORUROS

Con este ensayo puede obtenerse información del contenido en cloruros en el hormigón, tanto si procede de los materiales componentes del mismo como si penetraron posteriormente, a lo largo de la vida del elemento.

La normativa EHE limita el contenido de cloruros en el hormigón a un 0,40%, referidos al contenido en peso de cemento, con los ensayos podría obtener el contenido de cloruros respecto al contenido de hormigón, haremos la conversión suponiendo una dosificación acorde con la resistencia estimada

Se han realizado tres ensayos de cloruros en varias muestras de testigo de hormigón en pilares. El contenido de cloruros del hormigón puede provenir tanto del exterior en ambiente marino, como de los propios componentes del hormigón (áridos). En este caso parece que provienen del exterior ya que el contenido es mucho mayor en la muestra exterior que en el interior, 0,08% frente a 0,04%, y 0.59% frente a 0,04% si lo comparamos con el testigo extraído en cubierta. Hemos supuesto un contenido en cemento para un hormigón de calidad media 250Kp/cm<sup>3</sup> y una densidad del hormigón de 2300 Kp/cm<sup>3</sup>, la normativa EHE limita el contenido de cloruros en el hormigón a un 0,40% (para evitar problemas de corrosión), referidos al contenido en peso de cemento, con las hipótesis anteriores habría que limitar el contenido a un 0,04% referidos al peso de hormigón



Las conclusiones principales de los ensayos realizados son:

- En el ensayo efectuado en el exterior del testigo se obtiene un resultado de 0.08% de contenido en cloruros respecto al contenido de hormigón, ampliamente superior al límite establecido para el riesgo por corrosión, los procesos de corrosión se han favorecido por este motivo, si lo comparamos con el valor obtenido en la determinación realizada en el testigo de la cubierta, 0,59% la diferencia es mucho mayor. El resultado parece indicar que el contenido de cloruros proviene principalmente del exterior (sales marinas), debido a la mayor proporción encontrada. Estas sales provenientes del ambiente marino han provocado también una penetración de sales de sulfatos. En el caso de la determinación realizada en cubierta este extremo se magnifica, ya que la penetración es mucho mayor.

De los testigos extraídos se han obtenido los siguientes resultados de laboratorio:

REFERENCIA TESTIGO	LOCALIZACIÓN TESTIGO	CLORUROS %
SAH-02-109-10	PILAR PLANTA 1	0,04
SAH-02-111-10	PILAR PLANTA 2	0,08
SAH-02-112-10	PILAR PLANTA 4	0,59

Como se puede comprobar por los resultados obtenidos, la zona de la estructura que se encuentra más afectada por síntomas de corrosión es la correspondiente a la cubierta del edificio, tal y como se ha contrastado con las catas in situ, ya que la cubierta, perteneciente al techo de la cuarta planta, tiene claros síntomas de corrosión en las armaduras de los elementos estructurales que la componen.



## DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SULFATOS

Mediante estos ensayos se ha determinado la proporción en sulfatos solubles de la muestra de hormigón extraída con los testigos. Los resultados obtenidos han sido:

REFERENCIA TESTIGO	LOCALIZACIÓN TESTIGO	SULFATOS %
SAH-02-109-10	PILAR PLANTA 1	0,001
SAH-02-111-10	PILAR PLANTA 2	0,003
SAH-02-112-10	PILAR PLANTA 4	0,001

## PÉRDIDA DE ESPESOR DE LA ARMADURA POR CORROSIÓN

Se han realizado ensayos de pérdida de espesor en las barras de acero oxidadas de varias catas realizadas, procediendo a una limpieza exhaustiva de la zona afectada por corrosión, estos ensayos se han realizado sobre los elementos estructurales afectados por corrosión de la cuarta planta.

Como resultado de dichos ensayos se han obtenido los siguientes resultados:

Elemento	Diámetro original	Diámetro actual
Forjado 4ª planta	20 mm.	18,2 mm
Pilar 4ª planta	20 mm.	18,7 mm

Por lo tanto tenemos pérdidas de espesor de casi el 10 % en las barras.



## 7. PATOLOGÍAS DETECTADAS

A modo de resumen podemos indicar que se trata de un edificio antiguo que ha alcanzado prácticamente su vida útil, situado en un ambiente marino agresivo y que está constituido por una estructura con hormigón armado. Además existe un estado general de corrosión iniciada en los elementos perimetrales más expuestos (vigas y pilares fachada) correspondientes principalmente a la cubierta del edificio. Existen grietas y fisuras en los forjados de cubierta y lucernario

No se detectan daños que tengan su origen en la interacción cimentación-terreno.

Se han detectado daños en los elementos de cerramiento medianeros con los edificio colindantes. Aunque dichos daños, tras la inspección visual, parecen solo afectar a los elementos de cerramiento exterior.

Las causas generales que provocan la corrosión de armaduras en hormigón armado fueron además de la necesaria y normal (en hormigones antiguos) carbonatación del hormigón son:

- Escasez de recubrimiento inicial por defectos de ejecución, no utilización de separadores.
- Fundamentalmente en el ámbito de la cubierta y lucernario, existen bajantes de pluviales que producen filtraciones de agua que unido a la falta de una



correcta impermeabilización de la cubierta iniciaron y aceleraron el proceso de corrosión.

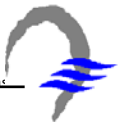
### **Patologías que afectan a la durabilidad**

Están vienen causadas por la afección que tiene el ambiente marino sobre la estructura de hormigón armado, deteriorándola y provocando la corrosión de las armaduras de las secciones estructurales. Principalmente esta provocado por la agresividad ambiental sobre los elementos expuestos, así como la insuficiencia de recubrimiento de las secciones, que provoca el rápido deterioro de la armadura por corrosión. A este hecho, debemos sumarle la falta de impermeabilización de los forjados de cubierta, identificados en las catas realizadas en el techo de la 4ª planta y terraza.

Este punto se confirma con los resultados de profundidad de carbonatación obtenidos, donde podemos observar que tal profundidad ya ha alcanzado a la armadura existente, por lo que ha comenzado el proceso de oxidación, e incluso la degradación del hormigón.

Además de las afecciones detectadas en los forjados de cubierta, también se han detectado patologías en los lucernarios del techo de la primera planta, ya que estos lucernarios se encuentran en la en el fondo del patio de luces del edificio, por lo que la acumulación de agua en la parte superior es constante, produciendo el deterioro de dichos elementos por la continua presencia de agua sobre ellos.

También hemos detectado puntos con humedad elevada en las zonas próximas a las bajantes, afectando a los forjados, motivado principalmente por perdidas en dichas bajantes.



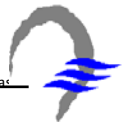
## Consecuencias

Además de las pérdidas de sección de las armaduras que disminuyen la resistencia, el acero de las vigas está sin recubrimiento de hormigón en una longitud importante y por tanto no cuenta con la protección suficiente para conferir la durabilidad requerida.

Aunque se subsane, el proceso de corrosión continua con el oxígeno y la humedad del ambiente, ya que los armados se encuentran protegidos sólo por el enfoscado, en los casos en el que este existe.

Es altamente probable que otras zonas del forjado no inspeccionadas presenten idéntica situación. En especial bajo forjado de cubierta

Respecto a las patologías que afectan al cerramiento de fachada medianero, pueden provocar la falta de estanqueidad de la fachada, así como la pérdida de capacidad.



## 8. CONCLUSIONES

*Tras las inspecciones, ensayos realizados llegamos a las siguientes conclusiones:*

- ✚ Los elementos de hormigón más expuestos, principalmente los de cubierta, se encuentran deteriorados y con una profundidad de carbonatación importante, llegando incluso a producir procesos de oxidación y pérdida de sección de las armaduras que lo componen , así como la pérdida de recubrimiento de hormigón por estallido y disgregación. A estos elementos de cubierta debemos sumarle los correspondientes a los lucernarios que también han sufrido procesos de corrosión muy importantes, incluso con rotura completa.*
- ✚ Aunque no se han detectado defectos estructurales graves en el edificio, debemos de apuntar que , por experiencia en edificios similares de la misma época y con la misma tipología estructural , la capacidad resistente que posee es inferior a la exigida por la normativa vigente para las distintas combinaciones de carga que tiene como uso de vivienda.*
- ✚ El cerramiento exterior medianero con el edificio anexo, se encuentra afectado por la afección de dicho edificio, fisurando dicho cerramiento y produciendo el desprendimiento de la fábrica de ladrillo.*



## 9. RECOMENDACIONES

Existe un estado general de corrosión iniciada en los elementos perimetrales del edificio (vigas y pilares) en la zona de los elementos en contacto con la cubierta. Actualmente no supone un riesgo grave. La corrosión de armaduras es un proceso imparable pero puede ser detenido aplicando medidas de protección.

En todo caso debe realizarse una protección superficial de los pilares y vigas perimetrales con resinas epoxi o barreras asfálticas para aislarlos del medio agresivo, con nuevos estudios sobre corrosión adicionales, se podrá decidir la actuación más adecuada en cada zona: protección superficial (mínimo a realizar en todos los elementos), reparación-saneado y/o refuerzo. Se deberá de reparar y/o reforzar la fábrica de ladrillo correspondiente a la fachada medianera afectada por fisuras, con objeto de restituir su capacidad.

***TODO LO EXPUESTO EN ESTE INFORME TÉCNICO SON RECOMENDACIONES GENERALES, Y POR TANTO ENTENDEMOS QUE DICHAS ACTUACIONES A REALIZAR DEBEN SER OBJETO DEL PROYECTO CORRESPONDIENTE.***



## 10.ANEJO 1: REPORTAJE FOTOGRÁFICO.



FOTO 1. PLACA DEL PORTAL DE LA ENTRADA. En la placa se puede observar el año de construcción del edificio.

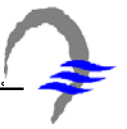


FOTO 2. PUERTA DE ENTRADA AL EDIFICIO. Fisuras del encuentro entre el cerramiento y el pilar de fachada junto a la puerta de entrada al edificio.

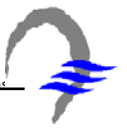


FOTO 3.LOCAL PRIMERA PLANTA. Vista general del local de la primera planta inspeccionado.



FOTO 4.LOCAL PRIMERA PLANTA. Vista del lucernario afectado por patologías con origen en la corrosión, y desprendimiento posterior de los elementos que lo componen.



FOTO 5. LOCAL PRIMERA PLANTA. Vista de zona de humedades por infiltración de agua junto al lucernario de la primera planta.



FOTO 6. LOCAL PRIMERA PLANTA. Vista de las patologías que afectan al lucernario, se puede observar la corrosión de las armaduras del mismo y el desprendimiento de algunas zonas.



FOTO 7. LOCAL PRIMERA PLANTA. Vista de bajante del techo del local de primera planta, se puede observar como las pérdidas de dicha bajante han producido acumulación de humedades a su alrededor.

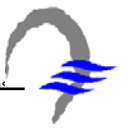


FOTO 8. LOCAL PRIMERA PLANTA. Vista de armadura longitudinal del pilar correspondiente a un pilar de la primera planta. En esta cata se puede observar síntomas de corrosión en la armadura longitudinal.

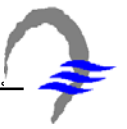


FOTO 9. LOCAL PRIMERA PLANTA. Vista de armadura longitudinal del pilar correspondiente a un pilar de la primera planta. Esta cata ya se encontraba realizada cuando se comenzaron las inspecciones, por lo que la corrosión es debida a la falta de recubrimiento durante estos años.



FOTO 10. LOCAL PRIMERA PLANTA. Vista de las manchas de humedad en el techo del local de primera planta, debido a la infiltración de agua desde los cuartos húmedos de la planta superior.



FOTO 11. LOCAL PRIMERA PLANTA. Vista de desperfectos en fábrica de ladrillo perteneciente al cerramiento de fachada medianero con el edificio anexo.

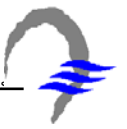


FOTO 12. LOCAL PRIMERA PLANTA. Vista de desperfectos en cerramiento de fachada medianera.



FOTO 13. VIVIENDA 4<sup>a</sup> PLANTA. Vista de fisuras en techo de vivienda habitada del forjado de cubierta, en la zona correspondiente al encuentro de la fachada exterior con el forjado.

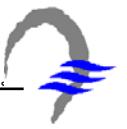


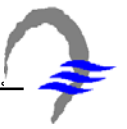
FOTO 14. VIVIENDA 4ª PLANTA. Vista de cata en viga de borde con claros síntomas de corrosión, esta viga delimita el forjado de cubierta y la fachada del edificio.



FOTO 15. VIVIENDA 4ª PLANTA. Vista de viga de borde de forjado, con armaduras en avanzado estado de corrosión con pérdida de sección, correspondiente a forjado de cubierta.



FOTO 16. CUBIERTA TRANSITABLE. Vista de la armadura sin recubrimiento de protección y con síntomas de corrosión, correspondiente a la parte baja del pretil de la terraza.



## 11.ANEJO 4: RESULTADOS DE ENSAYOS

**ENSAYOS ESTRUCTURALES EN EDIFICIO LA CASA  
DEL MARINO DE LA AUTORIDAD PORTUARIA  
BAHÍA DE ALGECIRAS**

**ALGECIRAS, CÁDIZ**

**REF: SA-094-10**

**MARZO 2010**

**PETICIONARIO: A.P.B.A**

**ASEGURAMIENTO DE CALIDAD**

**ENSAYOS ESTRUCTURALES EN EDIFICIO LA CASA DEL MARINO DE LA AUTORIDAD  
PORTUARIA BAHÍA DE ALGECIRAS  
(ALGECIRAS)**

**ULTIMO CLIENTE:** A.P.B.A.  
**CLIENTE:** A.P.B.A.  
**DIRECCIÓN DEL CLIENTE:** ---

**REFERENCIA DEL INFORME:** SA-094-10  
**INFORME DIGITAL:** SERGEYCO únicamente se hará responsable de las copias emitidas en papel debidamente selladas y firmadas.  
**CONFIDENCIALIDAD:** Este informe será distribuido únicamente a los participantes en el proyecto y aquellos solicitados por el peticionario

Este informe ha sido encargado por A.P.B.A. para la realización de ensayos estructurales en el edificio La Casa del Marino de la Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras.

Referencia del informe	Fecha	Estado del informe	Realizado por	Revisado por	Aprobado por
SA-094-10	10/03/2010	Definitivo	Ismael Manzorro	José Antonio Quirós	Daniel Sotillo

<b>CONTROL DE REVISIONES DEL INFORME</b>			
<b>Punto del índice</b>	<b>Página (s)</b>	<b>Nº de revisión</b>	<b>Motivo de la revisión</b>

<b>REGISTRO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD</b>			
<b>Sección del informe</b>	<b>Realizado por</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>
Memoria del informe	Ismael Manzorro	J. Antonio Quirós	Daniel Sotillo
Acta de resultados de ensayos in situ	***	***	***
Anejos	Ismael Manzorro	J. Antonio Quirós	Daniel Sotillo

PETICIONARIO: **A.P.B.A.**

OBRA: “ENSAYOS ESTRUCTURALES EN EDIFICIO LA CASA DEL  
MARINO DE LA AUTORIDAD PORTUARIA DE ALGECIRAS  
(CÁDIZ)”

## ÍNDICE

<b>MEMORIA</b>
----------------

### 1.- INTRODUCCION

- 1.1. Antecedentes y objeto de estudio
- 1.2. Localización de la zona de estudio

### 2.- TRABAJOS DE CAMPO

- 2.1. Calicatas en pilares.
- 2.2. Calicatas en forjados.
- 2.3. Extracción de testigos de hormigón.
- 2.4. Pérdidas de espesor de las armaduras por corrosión.

### 3.- TRABAJOS DE LABORATORIO

- 3.1. Resistencia a compresión de testigos de hormigón.
- 3.2. Ensayos de profundidad de carbonatación.
- 3.3. Determinación del contenido en cloruros.
- 3.4. Determinación del contenido en sulfatos.

### 4.- ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

- 4.1. Calicatas en pilares.
- 4.2. Calicatas en forjados.
- 4.3. Resistencia a compresión de testigos de hormigón.
- 4.4. Ensayos de profundidad de carbonatación.
- 4.5. Determinación del contenido en cloruros.
- 4.6. Determinación del contenido en sulfatos.
- 4.7. Pérdidas de espesor de las armaduras por corrosión.

**ANEJOS**

- A.- ACTAS DE ENSAYO RESISTENCIA TESTIGOS DE HORMIGÓN.
- B.- PLANO DE LOCALIZACIÓN.
- C.- PLANO DE LOCALIZACIÓN DE ENSAYOS REALIZADOS.

## 1.- INTRODUCCIÓN

---

### 1.1. ANTECEDENTES Y OBJETO DE ESTUDIO

Por encargo del **A.P.B.A.** se redacta el presente informe de resultados correspondiente a:

“ENSAYOS ESTRUCTURALES EN EDIFICIO LA CASA DEL MARINO DE LA AUTORIDAD PORTUARIA DE ALGECIRAS, CÁDIZ”

Con fecha 11 de Febrero de 2.010 comenzaron los trabajos de campo cuyo objetivo se centra en la realización de calicatas en pilares y forjados y extracción de testigos en distintos pilares, siendo ambos ensayos necesarios para la conocer el estado de la estructura del edificio.

### 1.2. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La edificación objeto de estudio se encuentra ubicada en la localidad de Algeciras, provincia de Cádiz, más concretamente junto a la Avda. Virgen del Carmen. El plano de localización del edificio se encuentra en los anejos que se adjuntan al final del informe.



FOTO 1.- SITUACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

## 2.- TRABAJOS DE CAMPO

---

Los trabajos de campo realizados en la edificación objeto de estudio han consistido en la ejecución de:

- Once (11) calicatas en forjado mediante medios manuales.
- Dos (2) calicatas en pilares mediante medios manuales.
- Cinco (5) extracciones de testigos de hormigón mediante máquina Hilti.

A continuación se detallan los trabajos de campo.

### 2.1. CALICATAS EN PILARES

Se han realizado dos (2) calicatas en pilares del edificio, en la primera y cuarta planta del mismo. Ambas calicatas se han realizado mediante medios manuales confirmando la cuantía de armadura y la disposición de la misma. La localización de las catas se adjunta en los planos de los anejos.

#### **CALICATA #1 (CP1)**



FOTO 2.- CALICATA EN PILAR PLANTA 1

### **CALICATA #13 (CP2)**



FOTO 3.- CALICATA EN PILAR PLANTA 4

## **2.2. CALICATAS EN FORJADOS**

Se han realizado once (11) calicatas en forjado, dejando a la vista los elementos estructurales de la misma. La localización de las catas se adjunta en los planos de los anejos.

### **CALICATA #2 (CF1)**



FOTO 4.- CALICATA EN FORJADO PLANTA 1

**CALICATA #3 (CF2)**



FOTO 5.- CALICATA EN FORJADO PLANTA 1

**CALICATA #4 (CF3)**



FOTO 6.- CALICATA EN FORJADO PLANTA 1

**CALICATA #5 (CF4)**



FOTO 7.- CALICATA EN FORJADO PLANTA 1

**CALICATA #6 (CF5)**



FOTO 8.- CALICATA EN FORJADO PLANTA 2

**CALICATA #7 (CF6)**



FOTO 9.- CALICATA EN FORJADO PLANTA 4

**CALICATA #8 (CF7)**



FOTO 10.- CALICATA EN FORJADO PLANTA 4

**CALICATA #9 (CF8)**



FOTO 11.- CALICATA EN VIGA FORJADO PLANTA 4

**CALICATA #10 (CF9)**



FOTO 12.- CALICATA EN FORJADO PLANTA 4

**CALICATA #11 (CF10)**



FOTO 13.- CALICATA EN VIGA FORJADO PLANTA 4

**CALICATA #12 (CF11)**



FOTO 14.- CALICATA EN VIGA FORJADO PLANTA 4

### 2.3. EXTRACCION DE TESTIGOS DE HORMIGON

Se ha llevado a cabo la extracción de cinco (5) testigos de hormigón mediante máquina de extracción rotatoria con broca HILTI de 74 mm de diámetro.

La extracción de testigos se ha realizado en los pilares del edificio, concretamente en pilares de la primera, segunda y cuarta planta; la localización exacta de la extracción de los testigos la podemos ver en el plano adjunto en los anejos al final del informe.

TESTIGOS DE HORMIGÓN			
TESTIGO	REFERENCIA	ELEMENTO	DIAMETRO (cm)
T1	SAH-02-109-10	PILAR PLANTA 1	7,4
T2	SAH-02-110-10	PILAR PLANTA 1	7,4
T3	SAH-02-111-10	PILAR PLANTA 2	7,4
T4	SAH-02-112-10	PILAR PLANTA 4	7,4
T5	SAH-02-50-10	PILAR PLANTA 4	7,4

### 2.4. PERDIDAS DE ESPESOR DE LAS ARMADURAS POR CORROSION

A fin de determinar la pérdida de espesor debido a la corrosión, las muestras se han limpiado mediante medios mecánicos según lo indicado por el documento **ASTM G1-03**, “*Standard practice for preparing, clearing and evaluating corrosion test specimen*”.

Según lo indicado por el mencionado documento, la corrosión que presenten las muestras ha de ser eliminada sin que se produzca una pérdida significativa del metal de base, a fin de permitir una estimación precisa del material perdido por la corrosión.

Los métodos de eliminación de la corrosión pueden dividirse en tres categorías generales:

- Mecánicos
- Químicos
- Electrolíticos

Como se ha mencionado, el procedimiento solo debe eliminar los productos de la corrosión, sin que resulte pérdida del metal de base.

Tras una limpieza exhaustiva de la zona afectada por la corrosión, en ellas se pueden medir el grado de oxidación de las barras de acero, realizando una medición del diámetro antes de su limpieza y después de ésta.

A continuación se muestra una tabla con la localización de los ensayos de pérdidas de espesor de las armaduras por corrosión:

<b>ENSAYOS DE PERDIDAS DE ESPESOR DE ARMADURAS POR CORROSIÓN</b>	
<b>ELEMENTO</b>	<b>PLANTA</b>
PILAR	4
VIGA FORJADO	4

### 3.- TRABAJOS DE LABORATORIO

---

#### 3.1. RESISTENCIA A COMPRESION DE TESTIGOS DE HORMIGON

Una vez extraído el testigo se procede a su medición para su posterior ensayo en laboratorio. Los testigos son tallados para proporcionarles las dimensiones con las que serán objeto del ensayo de compresión y refrentados en sus bases mediante el uso de azufre para conseguir unas superficies uniformes.

Una vez tallados y refrentados los testigos quedan con las siguientes dimensiones:

##### TESTIGO 3: SAH-02-111-10

DIAMETRO	74 mm.
LONGITUD	10,5 cm.



FOTO 15.-TESTIGO 3 PREVIO ROTURA

**TESTIGO 4: SAH-02-112-10**

<b>DIAMETRO</b>	<b>74 mm.</b>
<b>LONGITUD</b>	<b>10,8 cm.</b>



FOTO 16.-TESTIGO 4 PREVIO ROTURA

**TESTIGO 5: SAH-02-50-10**

<b>DIAMETRO</b>	<b>74 mm.</b>
<b>LONGITUD</b>	<b>10,3 cm.</b>



FOTO 17.-TESTIGO 5 PREVIO ROTURA

### 3.2. ENSAYOS DE PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

Se han realizado ensayos de carbonatación del hormigón en tres (3) de los testigos extraídos, como podemos ver en la siguiente tabla:

TESTIGO	REFERENCIA	LOCALIZACIÓN
1	SAH-02-109-10	PILAR 1ª PLANTA
4	SAH-02-112-10	PILAR 4ª PLANTA
5	SAH-02-50-10	PILAR 4ª PLANTA

Según describe la norma UNE 112-011 el objetivo del ensayo es medir el cambio de pH que nos indica hasta dónde ha progresado el proceso de carbonatación. Para ello, se ha rociado con fenolftaleína a fin de medir su pH. Esta sustancia vira al rosa en presencia de un medio básico (superior a un pH = 8); en caso de que no se produzca cambio de color, esto indica que ha tenido lugar la carbonatación, o degradación del hormigón por efecto del anhídrido carbónico, con la consiguiente reducción del pH.

### 3.3. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CLORUROS

Con este ensayo puede obtenerse información del contenido de cloruros en el hormigón de un elemento estructural, tanto si proceden de los materiales componentes del mismo como si penetraron posteriormente, a lo largo de la vida del elemento.

Este método consiste en la determinación de cloruros totales (los solubles y no solubles en agua) de hormigones endurecidos y puestos en servicio, por el método volumétrico de VOLARD.

El procedimiento descrito en la norma UNE 112-010-94 es el siguiente. La muestra de cemento se descompone con ácido nítrico diluido, en ebullición. Los sulfuros se oxidan a sulfato y no interfieren. Los cloruros disueltos se precipitan añadiendo una cantidad conocida de una disolución patrón de nitrato de plata. Después de ebullición, el precipitado se lava con ácido nítrico diluido y se desecha. El filtrado y las aguas de lavado se enfrían por debajo de 25 °C y el nitrato de plata en exceso se valora con una disolución patrón de tiocianato de amonio en presencia de una sal de hierro utilizada como indicador.

Se han ensayado muestras de hormigón procedentes de los testigos extraídos del edificio, concretamente de los que se muestran a continuación.

TESTIGO	REFERENCIA	LOCALIZACIÓN
1	SAH-02-109-10	PILAR 1ª PLANTA
3	SAH-02-111-10	PILAR 2ª PLANTA
4	SAH-02-112-10	PILAR 4ª PLANTA

### 3.4. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SULFATOS

Se ha realizado análisis del contenido en sulfatos según Norma UNE EN 1744-1. Su determinación consiste en obtener la proporción de sulfatos solubles mediante precipitación. El contenido en iones sulfatos se expresa en %, en masa, con relación a la masa de la muestra. Se ha realizado ensayos de contenido en sulfatos en los siguientes testigos:

TESTIGO	REFERENCIA	LOCALIZACIÓN
1	SAH-02-109-10	PILAR 1ª PLANTA
3	SAH-02-111-10	PILAR 2ª PLANTA
4	SAH-02-112-10	PILAR 4ª PLANTA

## 4.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS


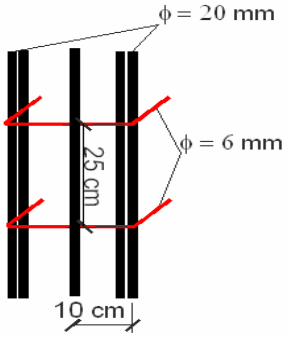
### 4.1. CALICATAS EN PILARES

Como ya se ha indicado anteriormente se han realizado dos (2) calicatas en pilares de la primera y cuarta planta. En el plano de localización de ensayos aparecen marcadas las situaciones de las calicatas.

#### **CALICATA CP1:**

La calicata se ha realizado en un pilar de la primera planta para la comprobación de la armadura existente, determinándose en la misma la existencia de barras longitudinales de  $\varnothing 20$  mm. y transversales de  $\varnothing 6$  mm.


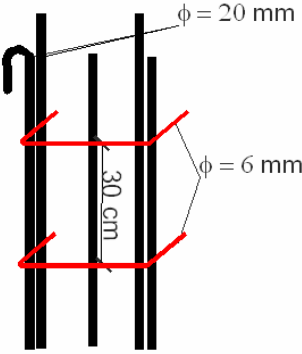
A continuación podemos ver la fotografía y esquema de la calicata realizada:

CALICATA Nº	ELEMENTO	DIMENSIONES	DESCRIPCION	
CP-1	PILAR PRIMERA PLANTA	35 X 35 cm	<b>ARMADURA LONGITUDINAL</b> - $\varnothing 20$ - SEPARACIÓN: 20 cm	<b>ARMADURA TRANSVERSAL</b> - $\varnothing 6$ - SEPARACIÓN: 25 cm
			RECUBRIMIENTO MÍNIMO: 30 mm RECUBRIMIENTO MÁXIMO: 70 mm	
				

**CALICATA CP2:**

La segunda calicata de pilares se ha realizado en la cuarta planta del edificio, en el pilar donde se han extraído los testigos 4 y 5.

Podemos indicar que las dimensiones del mismo son 30 X 30 cm. y la armadura está formada por barras longitudinales de  $\varnothing$  20 y transversales de  $\varnothing$  6.

CALICATA Nº	ELEMENTO	DIMENSIONES	DESCRIPCION	
CP-2	PILAR CUARTA PLANTA	30 X 30 cm	<b>ARMADURA LONGITUDINAL</b> - $\varnothing$ 20	<b>ARMADURA TRANSVERSAL</b> - $\varnothing$ 6 - SEPARACIÓN: 30 cm
			RECUBRIMIENTO MÍNIMO: 30 mm RECUBRIMIENTO MÁXIMO: 60 mm	
				

Como podemos ver en la foto se observan corrosiones importantes en la armadura.

## 4.2. CALICATAS EN FORJADOS

Se han llevado a cabo un total de once (11) calicatas en forjados y vigas de forjados.


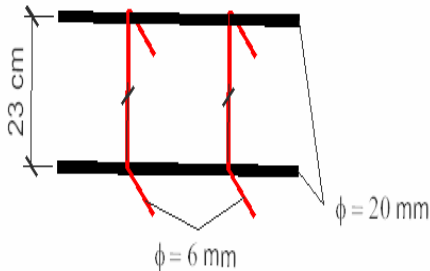
### CALICATA CF1:

La primera calicata en forjado se ha realizado en la primera planta y más concretamente en una de las vigas de cuelgue.

CALICATA Nº	ELEMENTO	DIMENSIONES	DESCRIPCION	
CF-1	VIGA CUELGUE PLANTA PRIMERA	35 X 15* cm * parte visible canto	<b>ARMADURA LONGITUDINAL</b>	<b>ARMADURA TRANSVERSAL</b>
			- Ø 20 - SEPARACIÓN: 20 cm	- Ø 6 - SEPARACIÓN: 25 cm
			RECUBRIMIENTO MÍNIMO: 30 mm RECUBRIMIENTO MÁXIMO: 60 mm	
				


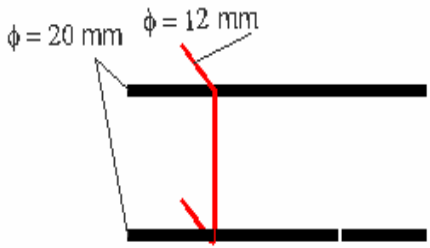
**CALICATA CF2:**

La segunda calicata de forjado también se ha realizado en una viga de cuelgue, situada junto a la entrada a la vivienda.

CALICATA Nº	ELEMENTO	DIMENSIONES	DESCRIPCION	
CF-2	VIGA CUELGUE PLANTA PRIMERA	35 X 15* cm * parte visible canto	<b>ARMADURA LONGITUDINAL</b> - Ø 20 - SEPARACIÓN: 23 cm	<b>ARMADURA TRANSVERSAL</b> - Ø 6
			RECUBRIMIENTO MÍNIMO: 30 mm RECUBRIMIENTO MÁXIMO: 35 mm	
				


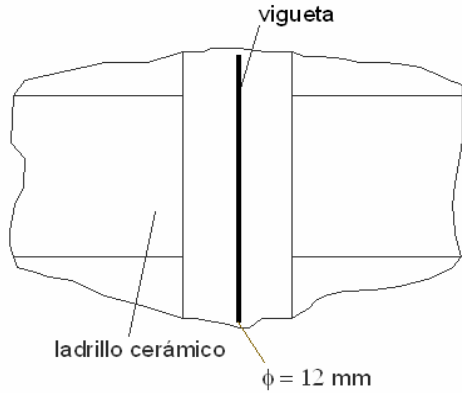
**CALICATA CF3:**

La calicata CF3 se ha realizado en una unión de pilar, viga y vigueta del forjado de la primera planta. De dicho pilar se ha extraído un testigo (SAH-02-110-10). Su localización exacta se puede ver en los planos de localización de ensayos que aparecen en los anejos.

CALICATA Nº	ELEMENTO	DIMENSIONES	DESCRIPCION	
CF-3	FORJADO PRIMERA PLANTA	VIGA: 30 X 15*cm VIGUETA: 10 cm (ancho)	<b>ARMADURA LONGITUDINAL VIGA</b> - Ø 20 - SEPARACIÓN: 23 cm <b>VIGUETA</b> - Ø 12	<b>ARMADURA TRANSVERSAL VIGA</b> - Ø 12
			RECUBRIMIENTO MÍNIMO: 25 mm RECUBRIMIENTO MÁXIMO: 35 mm	
				


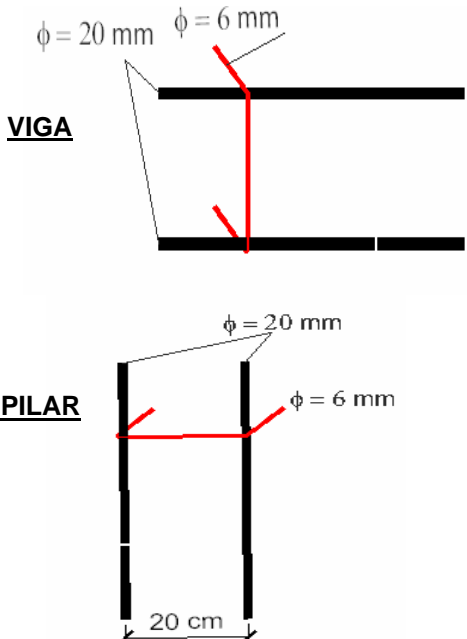
**CALICATA CF4:**

La quinta calicata (CF4) se ha realizado en el forjado de la primera planta dejando a la vista las dimensiones de la vigueta y de los ladrillos utilizados en la construcción del forjado. A continuación se detalla:

CALICATA Nº	ELEMENTO	DIMENSIONES	DESCRIPCION
CF-4	FORJADO PRIMERA PLANTA	VIGUETA: 10 cm (ancho) LADRILLO: 25 cm. (ancho)	ARMADURA LONGITUDINAL <b>VIGUETA</b> - Ø 12
			RECUBRIMIENTO MÍNIMO: 15 mm
			


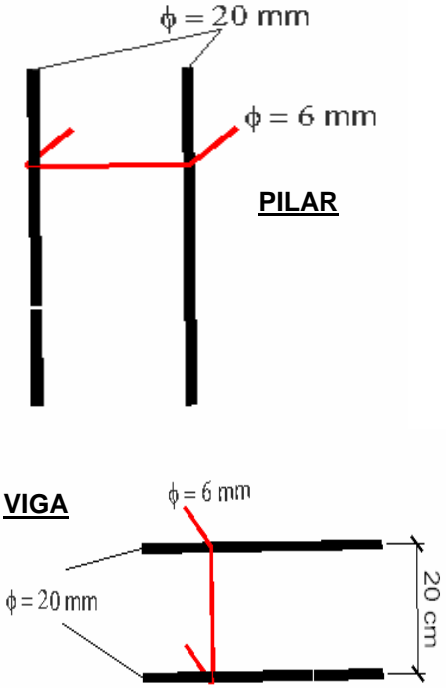
**CALICATA CF5:**

La siguiente calicata se realizó en la unión de un pilar y viga de cuelgue del forjado de la segunda planta, dejando ver las dimensiones y la armadura de dichos elementos.

CALICATA Nº	ELEMENTO	DIMENSIONES	DESCRIPCION	
CF-5	FORJADO SEGUNDA PLANTA	VIGUETA: 10 cm (ancho) VIGA: 30 x 20* cm. PILAR: 30* X 30* cm * dimensiones visibles	<b>ARMADURA LONGITUDINAL</b> <b>VIGUETA</b> - Ø 12 <b>VIGA</b> - Ø 20 (separación: 20cm) <b>PILAR</b> - Ø 20 (separación: 20cm)	<b>ARMADURA TRANSVERSAL</b> <b>VIGA</b> - Ø 6 <b>PILAR</b> - Ø 6
RECUBRIMIENTO MÍNIMO: 30 mm				
				


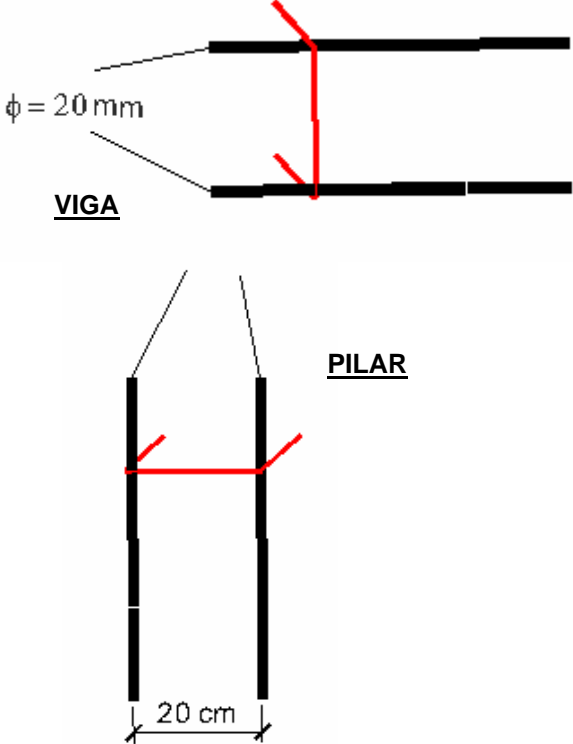
**CALICATA CF6:**

La calicata CF6 se ha realizado en el forjado de la cuarta planta verificando las dimensiones del pilar y viga de cuelgue.

CALICATA Nº	ELEMENTO	DIMENSIONES	DESCRIPCION	
CF-6	FORJADO CUARTA PLANTA	VIGUETA: 10 cm (ancho) VIGA: 33 x 15* cm. PILAR: 30 X 30 cm dimensiones visibles canto	<b>ARMADURA LONGITUDINAL VIGUETA</b> - Ø 12 <b>VIGA</b> - Ø 20 (separación: 20cm) <b>PILAR</b> - Ø 20	<b>ARMADURA TRANSVERSAL</b> <b>VIGA</b> - Ø 6 (separación: 20cm) <b>PILAR</b> - Ø 6
				
RECUBRIMIENTO MÍNIMO: 30 mm				


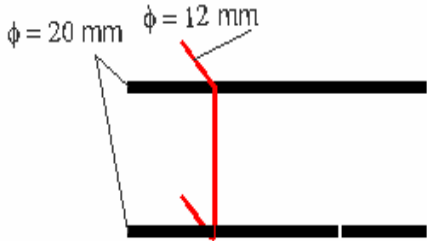
**CALICATA CF7:**

La calicata CF7 se ha realizado en la unión de vigas del forjado con pilar de la cuarta planta del edificio objeto de estudio. A continuación se muestran los datos obtenidos de dicha cata.

CALICATA Nº	ELEMENTO	DIMENSIONES	DESCRIPCION	
CF-7	FORJADO CUARTA PLANTA	VIGUETA: 10 cm (ancho) VIGA: 30 x 15* cm. PILAR: 35 X 30* cm * dimensiones visibles	<b>ARMADURA LONGITUDINAL</b> <b>VIGUETA</b> - Ø 12 <b>VIGA</b> - Ø 20 <b>PILAR</b> - Ø 20 (separación: 20cm)	RECUBRIMIENTO MÍNIMO: 40 mm
				


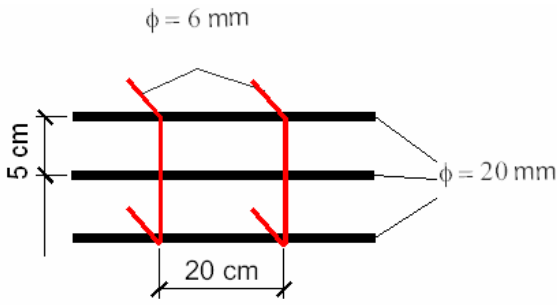
**CALICATA CF8:**

Esta calicata también se ha realizado en la cuarta planta, mas concretamente se ha realizado en una viga de cuelgue dejando la vista la armadura de la misma comprobando un alto estado de corrosión de las barras de acero.

CALICATA Nº	ELEMENTO	DIMENSIONES	DESCRIPCION	
CF-8	FORJADO CUARTA PLANTA	VIGA: 30 X 15*cm VIGUETA: 10 cm (ancho)	<b>ARMADURA LONGITUDINAL VIGA</b> - Ø 20 - SEPARACIÓN: 23 cm <b>VIGUETA</b> - Ø 12	<b>ARMADURA TRANSVERSAL VIGA</b> - Ø 12
			RECUBRIMIENTO MÍNIMO: 25 mm RECUBRIMIENTO MÁXIMO: 35 mm	
				


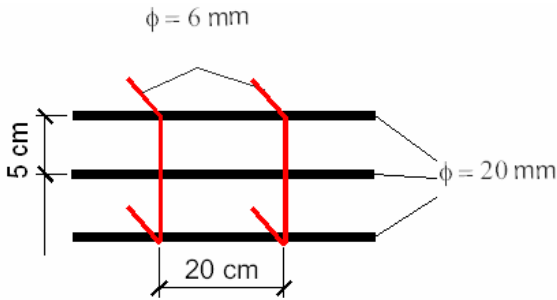
**CALICATA CF9:**

Esta calicata también se ha realizado en el forjado de la cuarta planta dejando ver la viga de cuelgue y viguetas de la zona.

CALICATA Nº	ELEMENTO	DIMENSIONES	DESCRIPCION	
CF-9	FORJADO CUARTA PLANTA	VIGA: 30 X 15*cm VIGUETA: 10 cm (ancho) *dimensión visible canto	<b>ARMADURA LONGITUDINAL VIGA</b> - Ø 20 - SEPARACIÓN: 5 cm	<b>ARMADURA TRANSVERSAL VIGA</b> - Ø 6 - SEPARACIÓN: 20 cm
			RECUBRIMIENTO MÍNIMO: 20 mm RECUBRIMIENTO MÁXIMO: 35 mm	
				


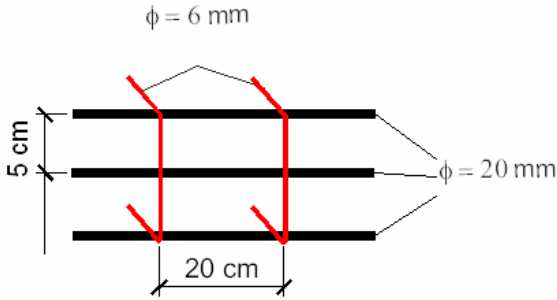
**CALICATA CF10:**

Calicata realizada en viga de cuelgue del forjado de la cuarta planta. La localización exacta puede verse en los planos adjuntos en los anejos.

CALICATA Nº	ELEMENTO	DIMENSIONES	DESCRIPCION	
CF-10	FORJADO CUARTA PLANTA	VIGA: 30 X 15*cm *dimensión visible canto	<b>ARMADURA LONGITUDINAL VIGA</b> - Ø 20 - SEPARACIÓN: 5 cm	<b>ARMADURA TRANSVERSAL VIGA</b> - Ø 6 - SEPARACIÓN: 20 cm
			RECUBRIMIENTO MÍNIMO: 30 mm RECUBRIMIENTO MÁXIMO: 35 mm	
				

**CALICATA CF11:**

Esta calicata se ha realizado en el forjado de la cuarta planta, concretamente en la misma habitación donde se ha realizado una cata en pilar y se han extraído dos testigos de hormigón.

CALICATA Nº	ELEMENTO	DIMENSIONES	DESCRIPCION	
CF-11	FORJADO CUARTA PLANTA	VIGA: 30 X 15*cm *dimensión visible canto	<b>ARMADURA LONGITUDINAL VIGA</b> - Ø 20 - SEPARACIÓN: 5 cm	<b>ARMADURA TRANSVERSAL VIGA</b> - Ø 6 - SEPARACIÓN: 20 cm
			RECUBRIMIENTO MÍNIMO: 30 mm RECUBRIMIENTO MÁXIMO: 35 mm	
				

### 4.3. RESISTENCIA A COMPRESION DE TESTIGOS DE HORMIGON

Una vez realizado el ensayo de compresión de las probetas obtenidas obtenemos los siguientes resultados:

#### TESTIGO 3: SAH-02-111-10 – PILAR PLANTA 2

ROTURA	105,3 kN
UNITARIA	23,27 N/mm <sup>2</sup>



FOTO 18.-TESTIGO 3 TRAS ROTURA

#### TESTIGO 4: SAH-02-112-10 – PILAR PLANTA 4

ROTURA	85,1 kN
UNITARIA	19,00 N/mm <sup>2</sup>



FOTO 19.-TESTIGO 4 TRAS ROTURA

**TESTIGO 5: SAH-02-50-10 – PILAR PLANTA 4**

<b>ROTURA</b>	<b>68,4 kN</b>
<b>UNITARIA</b>	<b>15,11 N/mm<sup>2</sup></b>



**FOTO 20.-TESTIGO 5 TRAS ROTURA**

Las actas de los ensayos se adjuntan en los anejos incluidos al final del informe.

#### 4.4. ENSAYOS DE PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

Una vez realizado los ensayos de carbonatación según se indica en el apartado 3.2 del presente informe se han obtenido los siguientes resultados de laboratorio:

REFERENCIA TESTIGO	LOCALIZACIÓN TESTIGO	PROFUNDIDAD CARBONATACIÓN	OBSERVACIONES
SAH-02-50-10	PILAR PLANTA 4	3,1 cm*	La profundidad de carbonatación abarca la totalidad de la muestra ensayada por lo que se deduce que la profundidad de carbonatación real será superior a 3,1 cm.
SAH-02-109-10	PILAR PLANTA 1	4,5 cm	
SAH-02-112-10	PILAR PLANTA 4	4,7 cm	

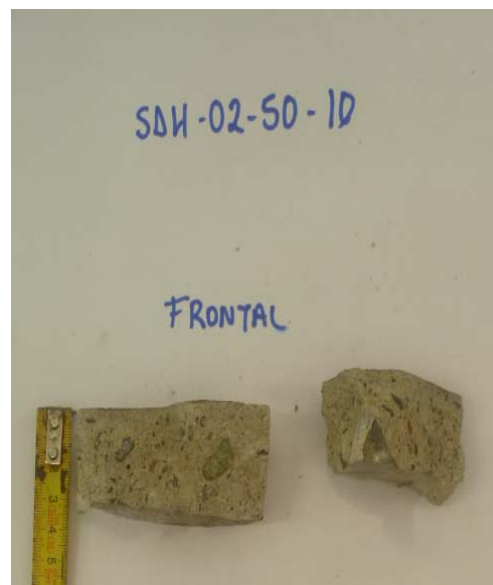
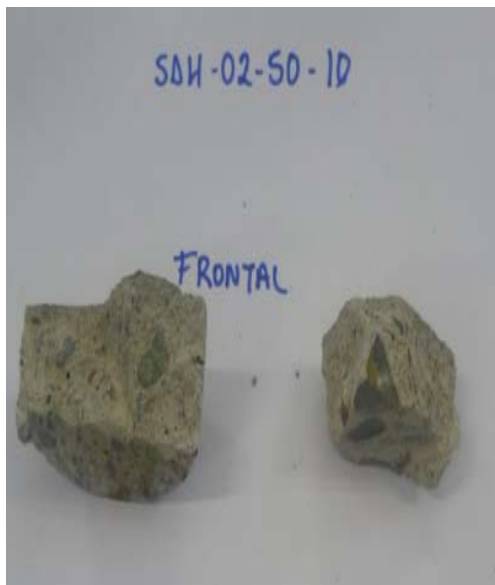


FOTO 21.-CARBONATACIÓN TESTIGO SAH-02-50-10

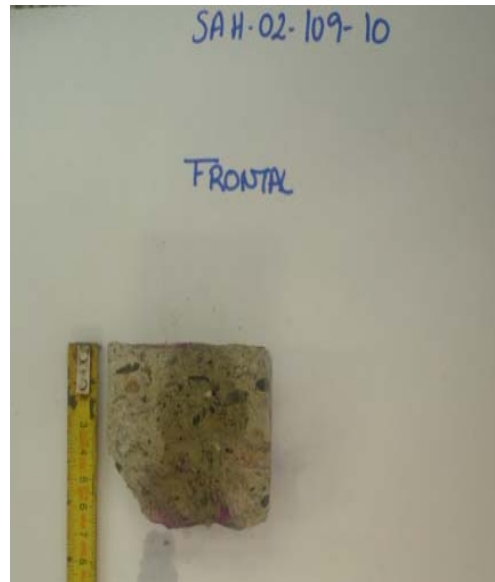
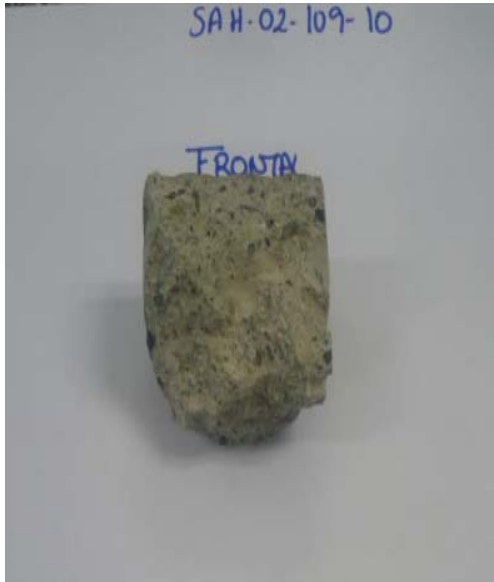


FOTO 22.-CARBONATACIÓN TESTIGO SAH-02-109-10

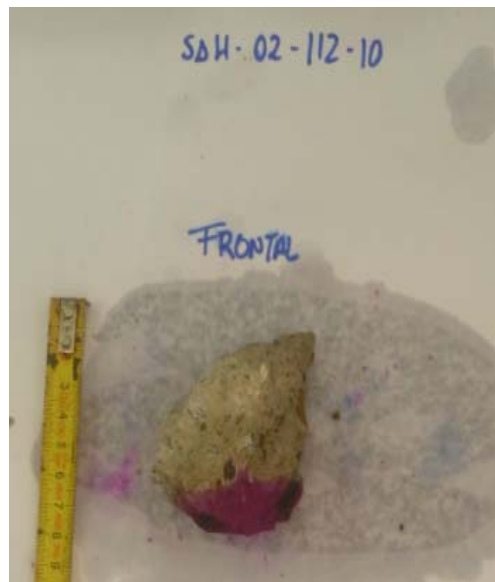


FOTO 23.-CARBONATACIÓN TESTIGO SAH-02-112-10

#### 4.5. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CLORUROS

Una vez realizado el ensayo de determinación del contenido en cloruros según se indica en el apartado 3.1 del presente informe se han obtenido los siguientes resultados de laboratorio:

REFERENCIA TESTIGO	LOCALIZACIÓN TESTIGO	CLORUROS %
SAH-02-109-10	PILAR PLANTA 1	0,04
SAH-02-111-10	PILAR PLANTA 2	0,08
SAH-02-112-10	PILAR PLANTA 4	0,59

#### 4.6. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SULFATOS

Una vez realizado el ensayo de determinación del contenido en sulfatos según se indica en el apartado 3.2 del presente informe se han obtenido los siguientes resultados de laboratorio:

REFERENCIA TESTIGO	LOCALIZACIÓN TESTIGO	SULFATOS %
SAH-02-109-10	PILAR PLANTA 1	0,001
SAH-02-111-10	PILAR PLANTA 2	0,003
SAH-02-112-10	PILAR PLANTA 4	0,001

#### 4.7. PERDIDAS DE ESPESOR DE LAS ARMADURAS POR CORROSION

No se han observado acumulaciones puntuales de óxido, sino que la oxidación se manifiesta regularmente por toda la superficie de la muestra. Tras una limpieza exhaustiva de la zona afectada por la corrosión, en ellas se pueden medir el grado de oxidación de las barras de acero, realizando una medición del diámetro de la barra tras su limpieza.

A continuación se muestran las fotografías de los distintas zonas ensayadas:

##### **VIGA FORJADO CUARTA PLANTA:**

En una de las vigas de cuelgue de la cuarta planta se ha realizado la medida del diámetro de las barras tras la eliminación de la zona afectada por la corrosión, dando como resultado un diámetro de la barra de 18,2 mm.



FOTO 24.-PÉRDIDA ESPESOR ARMADURA VIGA FORJADO PLANTA 4

#### **PILAR CUARTA PLANTA:**

En el pilar de la misma habitación se ha realizado la medida del diámetro de las barras tras la eliminación de la zona afectada por la corrosión, dando como resultado un diámetro de la barra de 18,7 mm.



FOTO 25.-PÉRDIDA ESPESOR ARMADURA PILAR PLANTA 4

La información aportada en el presente informe está basada en una serie de observaciones puntuales realizadas en la estructura objeto de estudio. La extrapolación de estos datos a la totalidad de la estructura es sólo una interpretación, si bien puede considerarse razonable.

El presente informe consta de 35 páginas, numeradas de la 1 a la 35 correlativamente.

San Roque, a 10 de Marzo de 2010



Juan José Encina García  
Responsable Técnico



SERGEYCO ANDALUCÍA S.L.  
Nave en Ctra. San Roque- La línea, Km. 1  
San Roque-11360 (Cádiz) Apto. Correos 78  
Telf.: 956-780076 - Fax: 956 694065  
C.I.F.: B-11.530.417

ACREDITADO POR LA JUNTA DE ANDALUCÍA  
INSCRITO EN EL R.L.E. Nº LE070-CA05  
BOJA Nº 204  
ÁREA: EHA

## RESISTENCIA A COMPRESIÓN TESTIGOS DE HORMIGÓN

REF N°: SAH-02-50-10

PETICIONARIO:	APBA
OBRA:	ENSAYOS ESTRUCTURALES EDIFICIO CASA DEL MARINO (ALGECIRAS)

Localización:	PILAR PLANTA 4	Fecha ensayo:	04/03/2010
Tipo de Muestra:	HORMIGON		

### EXTRACCIÓN Y CONSERVACIÓN DE PROBETAS TESTIGO UNE-EN 12504-1

Probeta nº	Longitud (cm)	Diametro (mm)	Conservación de Probetas	Ajuste superficie probeta
***	16,5	74	cámara húmeda	refrentado

### DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS UNE-EN 12390-3

PROBETA			
Diámetro (cm)	7,4	Area (cm <sup>2</sup> )	43,01
Altura (cm)	10,3	Volumen (cm <sup>3</sup> )	443,0
Esbeltez	1,39	Velocidad (N/s)	2150,37



Peso (Kg)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Resistencia (N/mm <sup>2</sup> )	Corrección por esbeltez	Resist. Correg. (N/mm <sup>2</sup> )
0,888	2,0	15,91	0,95	15,11

### OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO:  
Ana Mª. Ríos Mejías.  
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

DIRECTOR DE LABORATORIO:  
Daniel Mª. Sotillo Sáez.  
LICENCIADO EN CIENCIAS GEOLÓGICAS



SERGEYCO ANDALUCÍA S.L.  
Nave en Ctra. San Roque- La línea, Km. 1  
San Roque-11360 (Cádiz) Apto. Correos 78  
Telf.: 956-780076 - Fax: 956 694065  
C.I.F.: B-11.530.417

ACREDITADO POR LA JUNTA DE ANDALUCÍA  
INSCRITO EN EL R.L.E. Nº LE070-CA05  
BOJA Nº 204  
ÁREA: EHA

## RESISTENCIA A COMPRESIÓN TESTIGOS DE HORMIGÓN

REF N°: SAH-02-111-10

PETICIONARIO:	APBA
OBRA:	ENSAYOS ESTRUCTURALES EDIFICIO CASA DEL MARINO (ALGECIRAS)

Localización:	PILAR PLANTA 2	Fecha ensayo:	04/03/2010
Tipo de Muestra:	HORMIGON		

### EXTRACCIÓN Y CONSERVACIÓN DE PROBETAS TESTIGO UNE-EN 12504-1

Probeta nº	Longitud (cm)	Diametro (mm)	Conservación de Probetas	Ajuste superficie probeta
***	16,5	74	cámara húmeda	refrentado

### DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS UNE-EN 12390-3

PROBETA			
Diámetro (cm)	7,4	Area (cm <sup>2</sup> )	43,01
Altura (cm)	10,5	Volumen (cm <sup>3</sup> )	451,6
Esbeltez	1,42	Velocidad (N/s)	2150,37



Peso (Kg)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Resistencia (N/mm <sup>2</sup> )	Corrección por esbeltez	Resist. Correg. (N/mm <sup>2</sup> )
0,924	2,0	24,49	0,95	23,27

### OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO:  
Ana Mª. Ríos Mejías.  
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

DIRECTOR DE LABORATORIO:  
Daniel Mª. Sotillo Sáez.  
LICENCIADO EN CIENCIAS GEOLÓGICAS



SERGEYCO ANDALUCÍA S.L.  
Nave en Ctra. San Roque- La línea, Km. 1  
San Roque-11360 (Cádiz) Apto. Correos 78  
Telf.: 956-780076 - Fax: 956 694065  
C.I.F.: B-11.530.417

ACREDITADO POR LA JUNTA DE ANDALUCÍA  
INSCRITO EN EL R.L.E. Nº LE070-CA05  
BOJA Nº 204  
ÁREA: EHA

## RESISTENCIA A COMPRESIÓN TESTIGOS DE HORMIGÓN

REF Nº: SAH-02-112-10

PETICIONARIO:	APBA
OBRA:	ENSAYOS ESTRUCTURALES EDIFICIO CASA DEL MARINO (ALGECIRAS)

Localización:	PILAR PLANTA 4	Fecha ensayo:	04/03/2010
Tipo de Muestra:	HORMIGON		

### EXTRACCIÓN Y CONSERVACIÓN DE PROBETAS TESTIGO UNE-EN 12504-1

Probeta nº	Longitud (cm)	Diametro (mm)	Conservación de Probetas	Ajuste superficie probeta
***	25	74	cámara húmeda	refrentado

### DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS UNE-EN 12390-3

PROBETA			
Diámetro (cm)	7,4	Area (cm <sup>2</sup> )	43,01
Altura (cm)	10,8	Volumen (cm <sup>3</sup> )	464,5
Esbeltez	1,46	Velocidad (N/s)	2150,37




Peso (Kg)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Resistencia (N/mm <sup>2</sup> )	Corrección por esbeltez	Resist. Correg. (N/mm <sup>2</sup> )
0,952	2,0	19,79	0,96	19,00

### OBSERVACIONES:

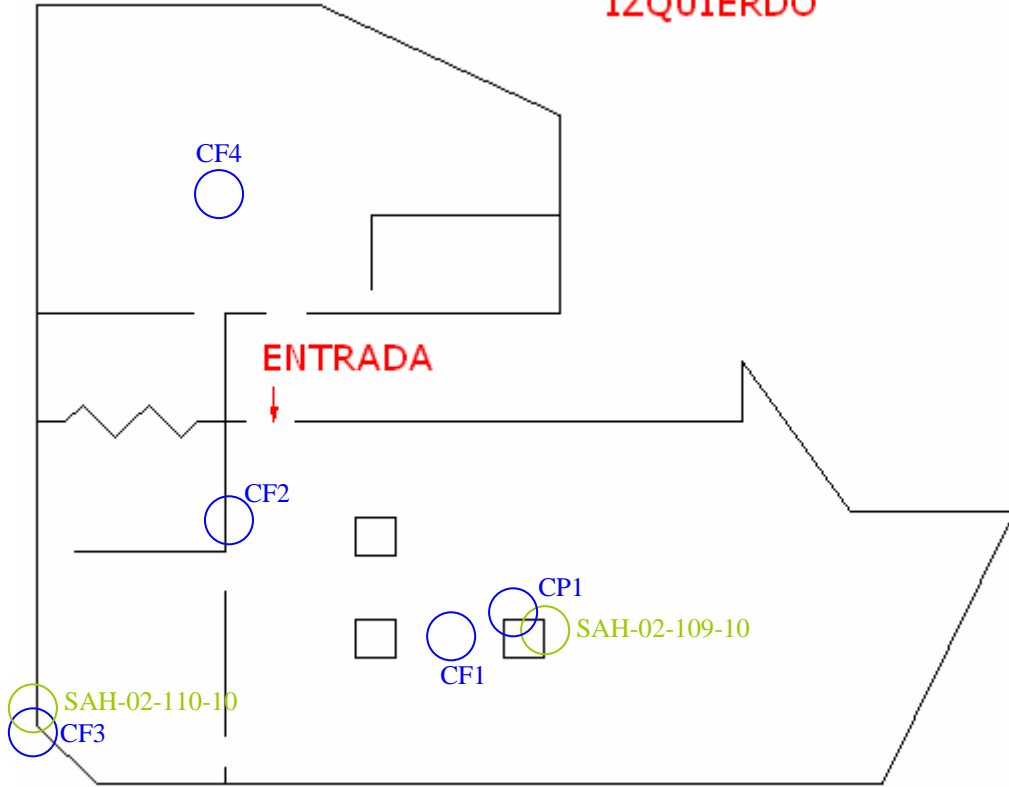
RESPONSABLE DEL ENSAYO:  
Ana Mª. Ríos Mejías.  
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

DIRECTOR DE LABORATORIO:  
Daniel Mª. Sotillo Sáez.  
LICENCIADO EN CIENCIAS GEOLÓGICAS



	<b>PLANO DE LOCALIZACIÓN</b>		<b>Nº 1</b>
	<b>PETICIONARIO:</b>	A.P.B.A.	
	<b>LOCALIDAD:</b>	ALGECIRAS	
	<b>UBICACIÓN:</b>	EDIFICIO CASA DEL MARINO	

**PLANTA 1  
PORTAL  
IZQUIERDO**



**AVENIDA VIRGEN DEL CARMEN**

**— CALICATAS**  
**— TESTIGOS**



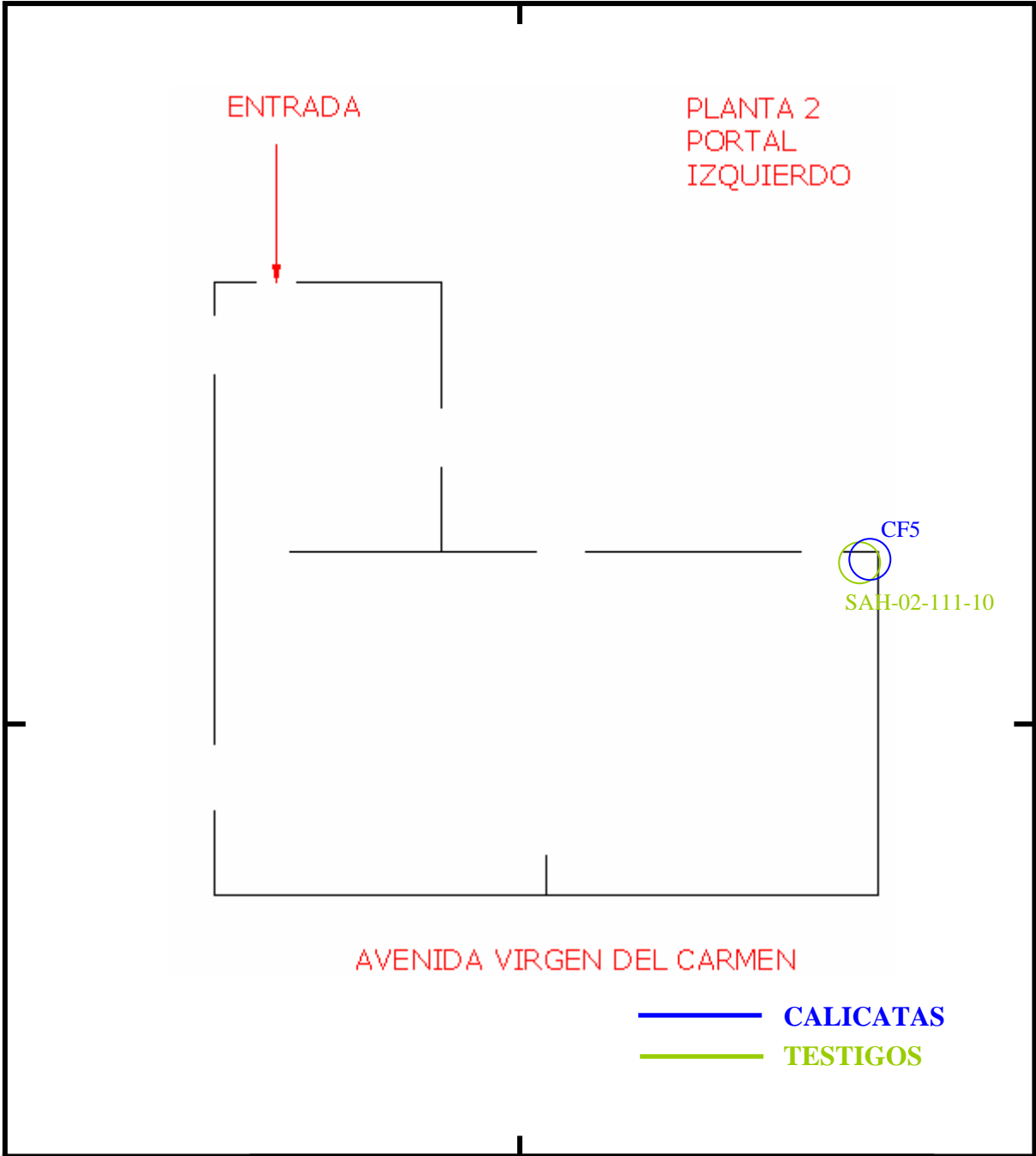
**PLANO DE LOCALIZACIÓN DE ENSAYOS**

**Nº1**

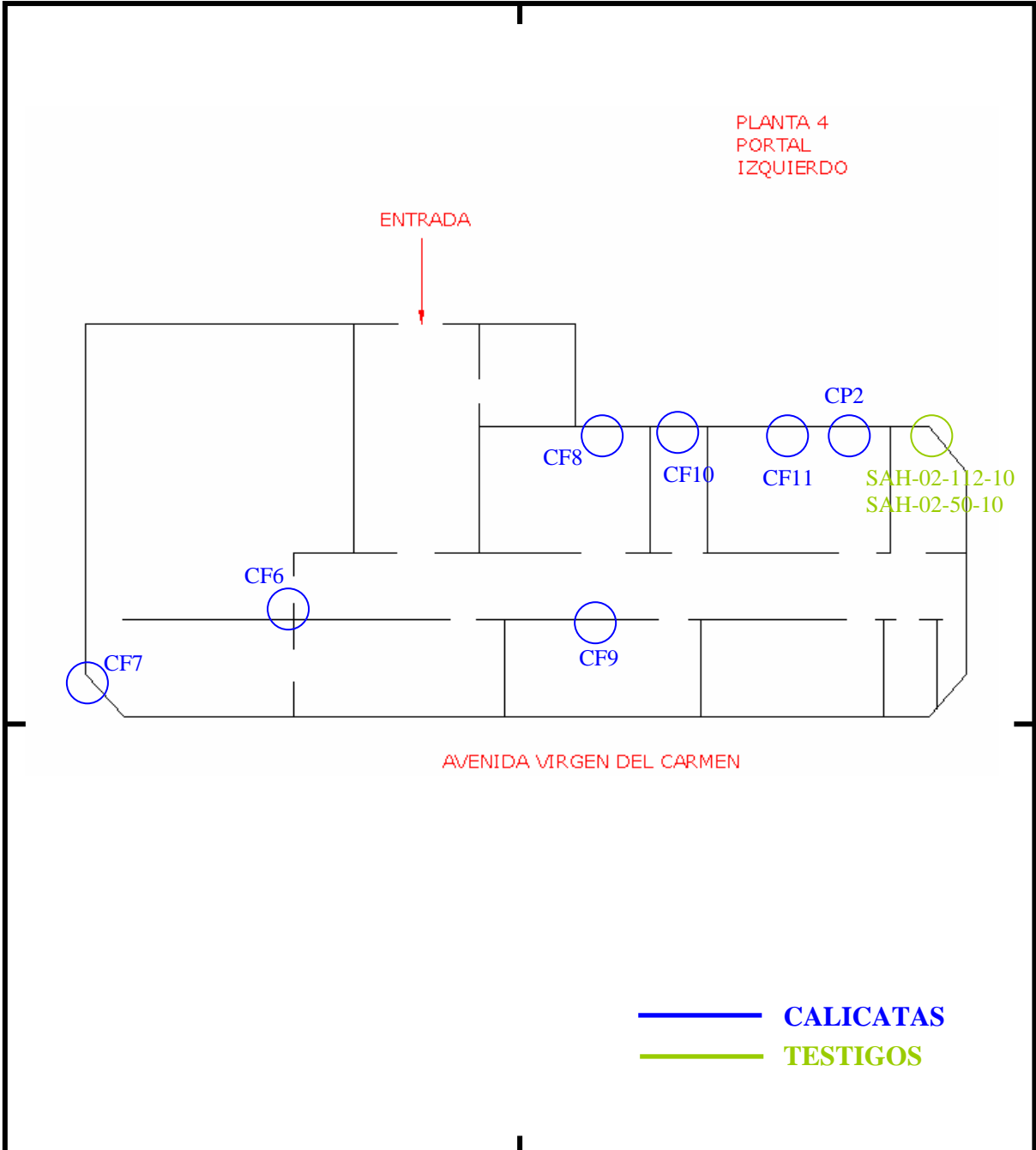
**PETICIONARIO:** A.P.B.A

**LOCALIZACIÓN:** ALGECIRAS

**UBICACIÓN:** EDIFICIO LA CASA DEL MARINO



	<b>PLANO DE LOCALIZACIÓN DE ENSAYOS</b>		<b>Nº2</b>
	<b>PETICIONARIO:</b>	A.P.B.A	
	<b>LOCALIZACIÓN:</b>	ALGECIRAS	
	<b>UBICACIÓN:</b>	EDIFICIO LA CASA DEL MARINO	



	<b>PLANO DE LOCALIZACIÓN DE ENSAYOS</b>		<b>Nº3</b>
	<b>PETICIONARIO:</b>	A.P.B.A	
	<b>LOCALIZACIÓN:</b>	ALGECIRAS	
	<b>UBICACIÓN:</b>	EDIFICIO LA CASA DEL MARINO	