

INFORME TÉCNICO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE LAS ANTIGUAS OFICINAS VICINAY

Ribera de Deusto nº42 - Zorrotzaurre – BILBAO



Abril 2019

PROMOTOR: Departamento de Educación del Gobierno Vasco

ESTUDIO DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
ANASAGASTI - BASTERRA - EREÑO, S.L.P.

I. Ereño – J.M. Anasagasti – P. M^a Anasagasti – J.R. Basterra – I. Anasagasti / Arquitectos

c/ Gral. Concha, 1-entrs. izda. 48008 Bilbao - Tf. 94 443 57 92 – Fax 94 443 58 49



El presente documento es copia de su original del que es autor el Estudio de Arquitectura y Urbanismo ANASAGASTI-BASTERRA-EREÑO. Su utilización total o parcial, así como cualquier reproducción o cesión a terceros fuera de los fines propios del proyecto, requerirá la previa autorización expresa de su autor quedando en todo caso prohibida cualquier modificación unilateral del mismo, bajo licencia Creative Commons (by-nc-nd) 3.0 Unported.

INFORME DE EVALUACION ESTRUCTURAL

El presente dictamen se compone de 16 páginas que constituyen el cuerpo del mismo, un Anejo 1 con la descripción detallada de los daños detectados y un Anejo 2 con los resultados completos de los ensayos y mediciones realizadas

INDICE

INFORME DE EVALUACION ESTRUCTURAL	1
1. ANTECEDENTES	2
2. INFORMACION PREVIA	2
2.1. Recopilación de documentación	2
2.2. Identificación y ubicación del edificio	2
2.3. Normativa de referencia	4
2.4. Inspecciones y actuaciones realizadas	5
2.5. Ensayos realizados	5
3. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN	7
3.1. Geometría de la estructura	7
3.2. Inventario de lesiones	8
4. ESTADO DE LA ESTRUCTURA	12
5. EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA	13
6. CONCLUSIONES	15

1. ANTECEDENTES.

Se redacta el presente informe por encargo del Departamento de Educación del Gobierno Vasco, a través del Servicio de Construcciones de la Dirección de Infraestructuras, Recursos y Tecnologías, mediante el procedimiento de adjudicación directa (exp B 030/18) cuyo objeto es la redacción de un informe técnico de análisis estructural del edificio de las antiguas oficinas Vicinay de Zorrotzaurre en Bilbao.

El técnico redactor es Pedro María Anasagasti Echeita, arquitecto, colegiado con número 1322 en el Colegio Oficial de Arquitectos Vasco-Navarro, con estudio profesional en c. General Concha, nº1 – entresuelo izquierda de Bilbao, CP 48008, en nombre de ANASAGASTI-BASTERRA-EREÑO S.L.P., sociedad inscrita en registro de sociedades del COAVN con el nº 950273, con domicilio en Bilbao, Calle General Concha nº1, entresuelo izquierda. CP 48008, Tfno 944435792.y CIF B-95220174.

El objetivo del informe es la realización de un análisis de la estructura del edificio, para conocer su estado, comprobar su resistencia y descartar cualquier patología grave que pudiera tener, previamente a comenzar con los proyectos y obras de rehabilitación del edificio.

Para la realización de las pruebas y ensayos se ha contado con la colaboración de GIKE S.A., laboratorio de ensayos que cuenta con la ACREDITACION ENAC* para la realización de ensayos de "Hormigón y áridos para hormigón (LE/614)", y está reconocida como ENTIDAD COLABORADORA, Laboratorio de Ensayo, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

2. INFORMACION PREVIA

2.1. Recopilación de documentación.

Se ha consultado la documentación disponible en el archivo del Ayuntamiento de Bilbao. Con signatura C-001405/006 se ha localizado la solicitud por parte de Ricardo Bastida, arquitecto, en representación del Banco de Bilbao, de permiso de construcción de un edificio de archivo en la zaguera de la casa nº41 de la Ribera de Deusto (con memoria y dos planos) y otra posterior de la ampliación consistente en la elevación de tres pisos (con memoria y dos planos).

Se dispone de un levantamiento topográfico realizado por ARANE TOPOGRAFÍA S.L.

2.2. Identificación y ubicación del edificio

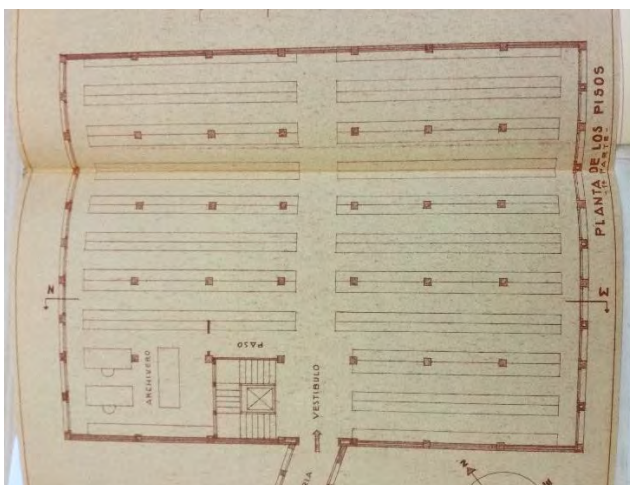
El edificio se encuentra situado en Bilbao, calle Ribera de Deusto nº 42, dentro del ámbito territorial definido en el Plan Especial de Ordenación Urbana del Área de Zorrotzaurre, en Bilbao, parcela EQ-10 de equipamientos públicos.



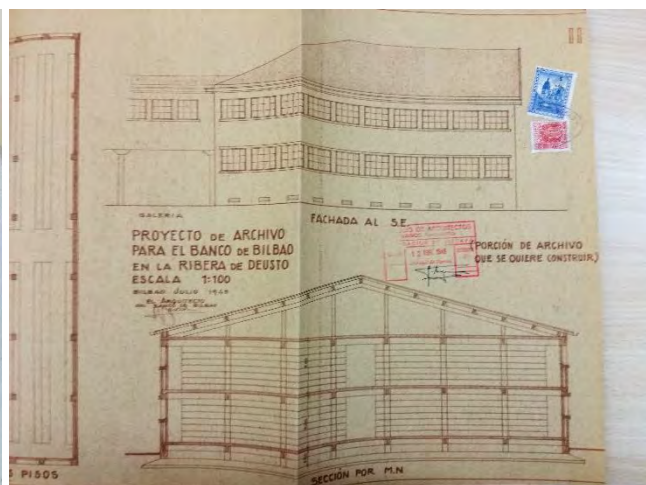
Dependiente actualmente del Departamento de Educación del Gobierno Vasco, fue en su origen construido por el Banco de Bilbao, en sus terrenos situados en la parte zaguera del edificio ya existente de Ribera de Deusto nº41, para albergar su archivo. Entre los años 1946 y 1948 se construyó una primera fase, con proyecto del arquitecto Ricardo Bastida, en un bloque de 20x26 metros de planta baja y planta primera sobre un bajosótano de ventilación, previsto para futuras ampliaciones, tanto en planta (hasta una dimensión total de 100x26m) como en altura, para lo que se construyó la cubierta con armazón de madera.



Proyecto inicial del edificio y ampliaciones previstas

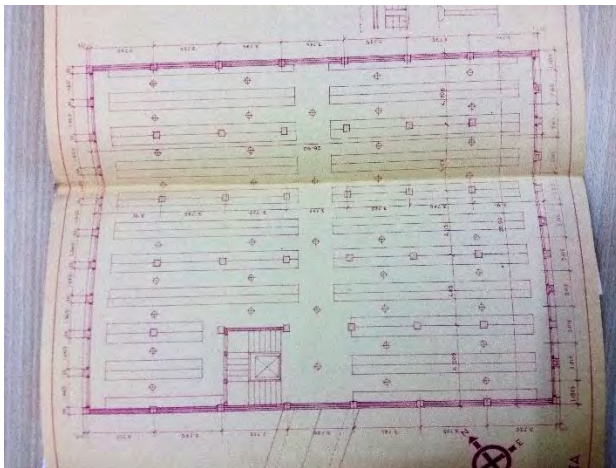


Planta del edificio original

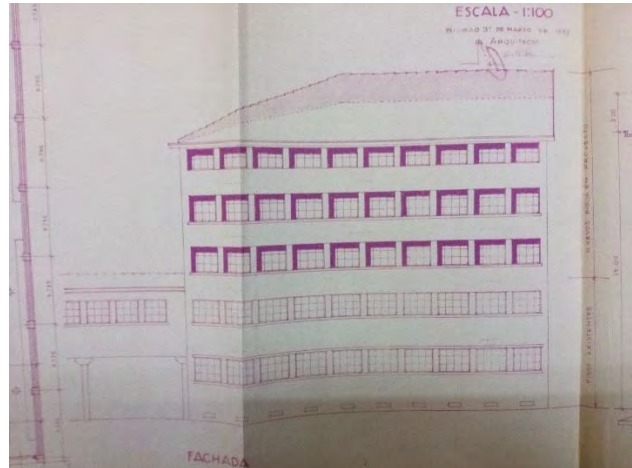


Alzado y sección del edificio original

Posteriormente, en los años 50 se realizó por el mismo arquitecto la ampliación en altura del edificio, eliminando la cubierta de madera y levantando tres nuevos pisos.



Planta de la ampliación



Alzado de la ampliación

Albergó a continuación oficinas y almacenes de la empresa Cadenas Vicinay, hasta su traslado a unas nuevas instalaciones, dentro del proceso transformación de Zorrotzaurre.

El edificio actualmente es un volumen compacto desarrollado en planta baja más cuatro y bajo cubierta, con una arquitectura sobria y limpia, funcional, que en dos de sus paños verticales se abre al exterior con una serie de ventanas moduladas de carpintería metálica. Las plantas baja y primera se encuentran distribuidas en distintas dependencias, siendo las plantas superiores diáfanas.

Constructivamente, la edificación es de estructura de hormigón y cierres de ladrillo con fachadas raseadas y pintadas y cubierta a tres aguas con teja cerámica. La carpintería en las plantas baja y primera es de aluminio lacado, y en el resto de hierro. Hay herrajes metálicos de protección en los huecos de planta baja.

Según la documentación del proyecto de ampliación la estructura está dimensionada para una sobrecarga de 750 kg/m² en pisos y 250 kg/m² en cubierta.

2.3. Normativa de referencia

La norma vigente en la época de construcción del edificio es la ORDEN de 20 de marzo de 1944 por la que se aprueba la Instrucción definitiva para el proyecto de ejecución de obras de hormigón.

Ella fijaba para tensión admisible del hormigón y el acero, en función de la resistencia a compresión del hormigón, los siguientes valores:

Resistencia a compresión en kg/cm ²	120	160	200
Tensión admisible hormigón en kg/cm ²	40	53	66
Tensión admisible acero especial en kg/cm ²	1.300	1.700	1.800
Tensión admisible acero corriente en kg/cm ²	1.200		

2.4. Inspecciones y actuaciones realizadas

Se realizó una visita previa de inspección con fecha 10 de diciembre de 2018, con un reconocimiento general del edificio, especialmente en su parte estructural, para la detección de lesiones.

Una segunda visita, el 9 de enero de 2019, con responsables del laboratorio de ensayos, para fijar la localización de los testigos a extraer y la situación de la prueba de carga. Se decide realizar 5 extracciones de pilares (uno por planta) y tres de losas.

Hay posteriores visitas de inspección y toma de datos con fechas 10, 14, 15 y 17 de enero, coincidentes con la extracción de testigos y la ejecución de la prueba de carga, para la determinación de la geometría de la estructura, la revisión del sistema constructivo y la realización de un inventario detallado de los daños, con reportaje fotográfico.

Decidida a la vista de los resultados provisionales una ampliación de pruebas, se realizan visitas el 19 y 21 de febrero de 2019 coincidentes con la preparación de pilares y la realización del chequeo de pilares mediante esclerómetro y ultrasonidos y el 3 de marzo, de extracción de tres nuevos testigos en pilares.

Durante éstas visitas se detectaron una serie de daños en el edificio, cuyo detalle se recoge como Anexo al presente informe.

2.5. Ensayos realizados

Sobre la estructura se han realizado en distintas fases los siguientes ensayos, cuyos resultados se adjuntan como Anexos al presente informe:

ENSAYOS DESTRUCTIVOS:

- Extracción y rotura de probetas testigo de hormigón. Consiste en un ensayo para determinar la resistencia de un hormigón endurecido de una estructura mediante la extracción con sonda rotativa de diamante de probetas testigo, y su posterior rotura en laboratorio. Es el sistema más seguro para determinar con fiabilidad la resistencia a compresión pero también es el sistema más costoso y más destructivo, aunque usándolo de forma combinada con un método no destructivo permite reducir el número de extracciones y conseguir correlaciones que permiten hacer buenas estimaciones de las resistencias.

Se han realizado un total de 11 extracciones (8 en pilares y 3 en losas de forjado).

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.

-Determinación de la profundidad de carbonatación: Consiste en impregnar el hormigón con un indicador de pH (una solución alcohólica de fenolftaleína al 1%) para conocer si la carbonatación es superior o inferior al recubrimiento de hormigón y por tanto si el hormigón es capaz de proteger adecuadamente a las armaduras de la corrosión.

Se ha realizado la determinación sobre la totalidad de los testigos extraídos.

- Estudio esclerométrico. Consiste en un ensayo para obtener la calidad de la capa superficial (3-4 cm.) del hormigón. El sistema de funcionamiento está basado en la medida del rebote de una masa de acero, liberada por un percutor al hacer presión con el aparato sobre la superficie de hormigón. Permite de manera indirecta realizar estimaciones de la resistencia del hormigón si se emplea de manera complementaria con la rotura de testigos.

Se ha realizado el estudio en 49 pilares del edificio

- Ensayos por ultrasonidos. Determina la velocidad de propagación de los impulsos de las vibraciones longitudinales ultrasónicas que pasan a través del hormigón, pudiendo por tanto caracterizar la masa del hormigón que se está estudiando. Permite determinar la homogeneidad del hormigón delimitando las zonas de distinta calidad, la presencia de fisuras y huecos y la valoración orientativa de la resistencia de hormigón.

Se ha realizado el ensayo en 49 pilares del edificio y los tres testigos de losas de forjado.

- Medición potencial de media pila. Consiste en un ensayo que se realiza para determinar el estado en el que se encuentra una armadura con respecto a la corrosión. Para ello se recurre a la medida de potencial eléctrico entre el acero del armado y un electrodo de referencia colocado sobre la superficie del hormigón. La medida del potencial de corrosión es un valor de referencia que no permite cuantificar la corrosión que presenta la barra, pero si la posibilidad de que se esté produciendo este fenómeno en el momento de la lectura.

Se ha realizado en cinco pilares del edificio.

PRUEBAS DE SERVICIO

- Prueba de carga: Son ensayos destinados a determinar de forma experimental las acciones que una determinada estructura de hormigón armado puede soportar en condiciones adecuadas de seguridad. Consisten en aplicar acciones sobre el elemento estructural, generalmente un forjado, para determinar y analizar la respuesta de dicho elemento ante esas acciones a través de la obtención de unas magnitudes (deformaciones, corrimientos, etc.) en una serie de puntos críticos de la estructura.

Se ha realizado una prueba de carga en el forjado de planta segunda, en un vano completo entre pilares, para una sobrecarga total de 5 kN/m².

ENSAYOS DE LABORATORIO

- Densidad aparente. Consiste en un ensayo que mide la densidad aparente. Permite estimar la porosidad del hormigón.

Se ha realizado en todos los testigos.

3. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN

3.1. Geometría de la estructura.

No se disponen de planos de armado de la estructura original. La descripción responde a un muestreo no exhaustivo realizado a través de mediciones in situ de elementos estructurales (dimensiones y armados) y reconocimientos pachométricos, cuyo resultado puede por tanto no ser representativo de la realidad del edificio en su totalidad.

La cimentación consiste en un muro perimetral de hormigón armado y muros intermedios en las alineaciones de pilares situadas en dirección aproximada Este-Oeste. Estos muros intermedios tienen practicados huecos de paso que comunican las diferentes crujías. Entre ellos se disponen vigas transversales descolgadas de hormigón armado sobre las que apoya una losa bidireccional del mismo material.

La cámara sanitaria que forman los muros de cimentación se encuentra actualmente con agua hasta prácticamente la rasante exterior al edificio. Carece de acceso y sólo se puede observar desde alguna de las rejillas de ventilación existentes.



Acceso



Cámara sanitario

Sobre esa cámara se levanta ya la estructura del edificio formada por un conjunto de pilares formando una retícula de luces aproximadas 3,80x4,10 metros. En el tercio central de la primera crujía desde el sur se dispone el núcleo de comunicaciones, con la escalera y el ascensor.

Los forjados son reticulares, de losa de hormigón armada en su cara inferior, sobre vigas de canto apoyadas en los pilares con una dirección principal Este-Oeste y vigas secundarias en la dirección transversal, en la que hay además brochales en el centro de las vigas principales. Ésta disposición se repite en los forjados de plantas 1ª, 2ª, 3ª y 4ª, pasando en el bajocubierta a una solución con vigas invertidas entre pilares y losa bidireccional que marca en el encuentro con las fachadas este, oeste y sur el inicio de la pendiente de la cubierta. En la cubierta se recupera la solución de vida de cuelgue.

Las dimensiones y armados de los distintos elementos son

Pilares	Dimensiones	Armado longitudinal	Armado transversal
Bajo cubierta	20 x 20 cm	--	--
Planta 4	25 x 25 cm	4 Ø 14	Ø 6 a 17

Pilares	Dimensiones	Armado longitudinal	Armado transversal
Planta 3	25 x 25 cm	4 Ø 14	Ø 6 a 20
Planta 2	30 x 30 cm	4 Ø 16	Ø 6 a 20
Planta 1	30 x 30 cm	4 Ø 16	Ø 6 a 16
Planta baja	35 x 35 cm	4 Ø 20	Ø 6 a 20

Forjados	Vigas principales	Vigas secundarias	Losa
Bajo cubierta	30 x 10 cm	30 x 10 cm	--
Planta 4	45 x 12 cm	35 x 10 cm	--
Planta 3	45 x 12 cm	35 x 10 cm	12 cm
Planta 2	45 x 12 cm	35 x 10 cm	10 cm
Planta 1	45 x 12 cm	35 x 10 cm	11 cm
Armados	Inf 2 Ø 16 e Ø 5 a 15	Inf 2 Ø 10 e Ø 5 a 15	Ø 8 a 15

Esta descripción responde a un muestreo no exhaustivo, cuyo resultado puede por tanto no ser representativo de la realidad del edificio en su totalidad. Las armaduras son de barra lisa de acero.

3.2. Inventario de lesiones

Se han detectado en el edificio, tanto a través de las inspecciones visuales como mediante los ensayos realizados los siguientes daños en la estructura del edificio:

FISURAS

Se trata de roturas de la masa de hormigón. Se han detectado numerosas fisuras en el edificio, fundamentalmente en forjados y más localizadas en muros y tabiques. Se concentran principalmente en las esquinas del edificio. Siguen mayormente una disposición a 45 grados con respecto a los ejes de la estructura.

Algunas atraviesan completamente el forjado, fracturando la losa.

Muchas de ellas tienen testigos de yeso. Se desconoce la fecha de su colocación. Algunos han fisurado de nuevo sin que se pueda asegurar a ciencia cierta si las fisuras siguen o no activas.

Su disposición por plantas se refleja en los planos del Anexo I y es la siguiente, referidas al techo de la planta correspondiente:

Sótano sanitario: en la parte vista desde fuera no se han detectado. El resto carece de acceso y se halla inundado.

Planta baja: No se han detectado. La planta dispone de falso techo y en las catas que se han realizado no se han descubierto fisuras. Tampoco se observan fisuras en la tabiquería.

Planta primera: Se han detectado en la esquina noroeste dos fisuras en la losa de hormigón. Ambas a 45 grados y dentro de la primera crujía. Hay colocados 2 testigos que se mantienen intactos. Se ve alguna fisura en el falso techo de los baños.

Planta segunda: Se han detectado en las cuatro esquinas del edificio. Todas a 45 grados en varias líneas sensiblemente paralelas y dentro de la primera crujía salvo en la esquina noreste en la que pasa ligeramente a la segunda. Hay colocados 5 testigos que se mantienen intactos. Hay alguna fisura en los muros de cerramiento y en la caja de escaleras.

Planta tercera: Se han detectado en tres de las cuatro esquinas del edificio, las que tienen la estructura vista. Todas a 45 grados en varias líneas sensiblemente paralelas y dentro de la primera crujía salvo en la esquina noreste en la que pasa ligeramente a la segunda. Hay colocados 5 testigos de los que se mantienen intactos 3, estando los correspondientes a la esquina suroeste fisurados. Hay alguna fisura en los muros de cerramiento y en la caja de escaleras.

Planta cuarta: Se han detectado fisuras en la primera crujía perimetral de las fachadas noreste y sureste y en la esquina suroeste. Sensiblemente a 45 grados en las dos primeras crujías y más ortogonales en los vanos centrales. Hay colocados 3 testigos de los que se mantiene intacto uno, estando los dos restantes fisurados. Hay alguna fisura en los muros de cerramiento y en la caja de escaleras.

Planta bajocubierta: Se han detectado en el suelo, algunas coincidentes con las vistas por la parte inferior del forjado. Hay también fisuras en vanos interiores con disposición longitudinal. Hay tres testigos que se mantienen intactos. No se han detectado fisuras en el techo.

Son lesiones de origen mecánico producidas por la falta de resistencia del hormigón a las sollicitaciones y deformaciones a los que está sometido. Puede estar debido a asentamientos diferenciales o movimientos de los pilares de esquina, variaciones térmicas o al mal diseño de la estructura ante los empujes de cubierta. En este sentido, en las mediciones facilitadas se han detectado desniveles entre las esquinas suroeste y noreste del edificio que oscilan entre los 5 y 10 cm, lo que lleva a suponer que se han producido movimientos no previstos en cimentación. Se trata de una zona con terrenos de muy baja capacidad portante y que han sufrido también los efectos de las inundaciones.

Se desconoce si son fisuras activas o nuevas, los testigos están sin fechar y algunos de ellos han vuelto a fisurar.

DESCONCHADOS Y PEFORACIONES

Se trata de disminuciones de la sección de hormigón, algunas de ellas están asociadas a corrosión de la armadura del hormigón, y otras a actuaciones premeditadas de picado del hormigón, cajeados y ejecución de rozas para el paso de instalaciones o perforaciones para anclajes.

Su disposición por plantas se refleja en los planos del Anexo I y es la siguiente:

Sótano sanitario: en la parte vista desde fuera no se han detectado. El resto carece de acceso y se halla inundado.

Planta baja: La planta dispone de falso techo y en las catas que se han realizado se ha descubierto una roza y un cajeado en viga para instalaciones.

Planta primera: Hay múltiples cajeados en la losa repartidos por todo el techo, la mayor parte circulares de unos 10 cm. Hay dos cuadrados, de 30cm de lado para el paso de conductos de ventilación que atraviesan la losa. En las vigas hay zonas con el armado inferior de las vigas al descubierto, armado que ha sido pintado y presenta señales de corrosión. Hay también desconchados provocados por una mala ejecución de fijaciones.

Planta segunda: Presenta una perforación en la losa para el paso de instalaciones junto a la caja de escaleras y un cajeadado en la losa. Los pilares presentan todos ellos perforaciones (8 en cada una de dos caras enfrentadas) para fijaciones.

Planta tercera: Presenta una perforación de la losa junto a la caja de escaleras y varios cajeados de la misma para instalaciones. Hay varios desconchados en las vigas con alguna armadura a la vista con corrosión. Toda la instalación de iluminación se ha realizado rozando losas y vigas para alojar los conductos.

Planta cuarta: Presenta varias perforaciones de la losa y un cajeadado para instalaciones. Se aprecia alguna armadura con corrosión.

Planta bajocubierta: Las vigas invertidas del suelo presentan varios desconchamientos con armaduras corroídas a la vista. En el techo hay igualmente varias perforaciones con armaduras corroídas a la vista.

DESAGREGACIONES

Consisten en la degradación del cemento que deja de funcionar como aglomerante y en consecuencia deja libres los áridos. Las causas suelen ser ataques químicos, sobre todo sulfatos y cloruros.

Se ha detectado en varios pilares de las plantas primera y cuarta al picar el revestimiento para la realización del ensayo de ultrasonidos. Los áridos se desprenden fácilmente con la mano.

CARBONATACIÓN DEL HORMIGÓN

Consiste en una reacción química entre el hidróxido cálcico procedente del cemento y el CO₂ del aire. El proceso hace descender la alcalinidad del hormigón con lo que deja de proteger a las armaduras de la corrosión.

Se ha medido en todos los testigos de hormigón extraídos. En cuanto a los pilares, salvo en la planta tercera, la profundidad de carbonatación supera a la del recubrimiento de las armaduras, dándose el caso extremo de la planta primera, en la que habiéndose extraído tres probetas, en todas ellas la probeta se encuentra carbonatada en su totalidad.

En lo que respecta a las losas, en los tres testigos extraídos se ha detectado carbonatación. En la planta primera no llega su profundidad hasta la armadura; en las plantas segunda y tercera sí.

La carbonatación del hormigón induce una corrosión generalizada en el acero.

CORROSIÓN DE LAS ARMADURAS

La corrosión es la destrucción de la superficie del acero por procesos electroquímicos. Los principales efectos que produce la corrosión son la disminución de la sección de las armaduras, la pérdida de adherencia entre hormigón y acero y la fisuración del hormigón que rodea a las armaduras, debido a la expansión de los óxidos.

Se han detectado procesos de corrosión en todas las armaduras que se encuentran a la vista, fundamentalmente en el forjado de cubierta, que se encuentra sin revestir y en lo poco que se ve del sótano sanitario. En el resto de plantas se observa donde se han producido perforaciones o desconchados.

Se ha realizado una medición del potencial de corrosión en un pilar de cada planta. Consiste en un ensayo que se realiza para determinar el estado en el que se encuentra una armadura, que no presenta fisuras en el plano de las barras, con respecto a la corrosión. La medida del potencial de corrosión es un valor de referencia que no permite cuantificar la corrosión que presenta la barra, pero si la posibilidad de que se esté produciendo este fenómeno en el momento de la lectura. Dos de los testigos han dado un resultado con una probabilidad de corrosión menor del 10% (plantas segunda y cuarta) y el resto una probabilidad incierta (mayor del 10% y menor del 90%), correspondiendo los valores más elevados a la planta primera.

Por otra parte, los valores de densidad aparente del hormigón obtenidos (entre 2120k/m³ y 2.300K7m³) son ligeramente inferiores al valor convencional de 24kN/m³, con desviaciones del 12%. De forma orientativa las porosidades próximas al 15% pertenecen a hormigones permeables que posiblemente puedan llegar a presentar problemas.

Todo esto, unido a la profundidad de carbonatación medida en los testigos, que deja a la armadura sin protección ante la corrosión, y a las fisuras que son nuevos puntos de penetración del oxígeno del aire, dentro de un ambiente marino e industrial hace suponer que se puede haber iniciado ya el proceso interiormente en más puntos de los detectados a la vista.

HUMEDADES Y EFLORESCENCIAS.

Se observan numerosas eflorescencias producidas por humedades en el forjado de cubierta, tanto en el de la cubierta propiamente dicha como en primera la crujía del forjado de bajocubierta que forma parte del faldón.

Esas humedades han originado eflorescencias producidas por diversas sales solubles que cristalizan en la superficie del hormigón.

En planta baja se observan humedades de capilaridad.

4. ESTADO DE LA ESTRUCTURA**EN CUANTO A LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN**

Se han realizado un total de 11 extracciones de testigos para la determinación de la resistencia del hormigón. En una primera fase 3 testigos de losas (plantas de forjado 1ª, 2ª y 3ª) y cinco de pilares (planta baja, 1ª, 2ª, 3ª, 4ª y 5ª). A la vista de los malos resultados obtenidos para las plantas 1ª y 3ª se realizó una nueva extracción de dos testigos adicionales en planta 1ª y uno en planta 3ª).

Ello se ha complementado con un reconocimiento esclerométrico de los pilares, midiendo el índice de rebote en 10 puntos para cada uno de los 49 pilares estudiados (6 en planta baja, 16 en planta primera, 9 en planta segunda, 9 en planta tercera y 9 en planta cuarta) de un total de 48 pilares por planta.

Se ha realizado además un ensayo de ultrasonidos de los pilares, con el método de transmisión directa, realizando tres mediciones para cada uno de los 54 pilares estudiados (7 en planta baja, 17 en planta primera, 10 en planta segunda, 10 en planta tercera y 10 en planta cuarta) de un total de 48 pilares por planta.

Se adjuntan a continuación un resumen de los resultados obtenidos cuyo detalle figura en los anexos.

	Rotura de testigos			Esclerómetro	Ultrasonidos	
	Tensión de rotura corregida N/mm ²			Calidad del hormigón	Calidad del hormigón	Tensión de rotura estimada N/mm ²
	1	2	3			
Planta 4ª	21,0			Aceptable	Mala	10,2 - 12,7
Planta 3ª	9,7	13,3		Aceptable	Mala	6,8 - 10,6
Planta 2ª	15,4			Aceptable	Aceptable	9,0 - 19,9
Planta 1ª	7,1	9,6	7,5	Mala	Mala	6,7 - 15,1
Planta Baja	21,3			Aceptable	Aceptable	7,1 - 12,0
Losa P 3ª	15,4					
Losa P 2ª	6,8					
Losa P1ª	12,6					

EN CUANTO AL ESTADO DEL ACERO

No se ha realizado toma de muestras de la armadura para realizar sobre las mismas ensayos químicos o mecánicos. Se ha realizado una prueba de carga en el forjado de planta segunda para una sobrecarga de 5kN/m². El forjado ha tenido un buen comportamiento elástico ante la prueba de carga, no se han producido fisuras ni deformaciones excesivas, ni se han producido flechas residuales, por lo que se considera que el armado está correctamente dimensionado.

Para las comprobaciones se ha considerado un límite elástico del acero de 240 N/mm², con una tensión admisible de 120 N/mm², correspondiente a la calidad de acero ordinario de la Orden de 20 marzo de 1944.

En cuanto a su estado en lo que respecta a la corrosión, las armaduras vistas, la medición del potencial de corrosión y la profundidad de carbonatación, que deja a la armadura sin protección ante la corrosión, las fisuras existentes que son nuevos puntos de penetración del oxígeno del aire, todo ello dentro de un ambiente marino e industrial hace suponer que se puede haber iniciado ya el proceso interiormente en más puntos de los detectados a la vista.

5. EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA

El análisis de la estructura se ha realizado conforme a los criterios establecidos en el anejo D “Evaluación estructural de edificios existentes” del Documento Básico DB SE del Código Técnico de la Edificación, verificando las exigencias relativas a la capacidad portante, mediante las fórmulas simplificadas para comprobación de secciones del anejo 7 “Cálculo simplificado de secciones en estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales” de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

Se ha considerado los siguientes valores de cargas:

Peso propio del hormigón: 26 kN/m²
Cargas permanentes: 1,5 kN/m²
Sobrecargas: 5 kN/m².

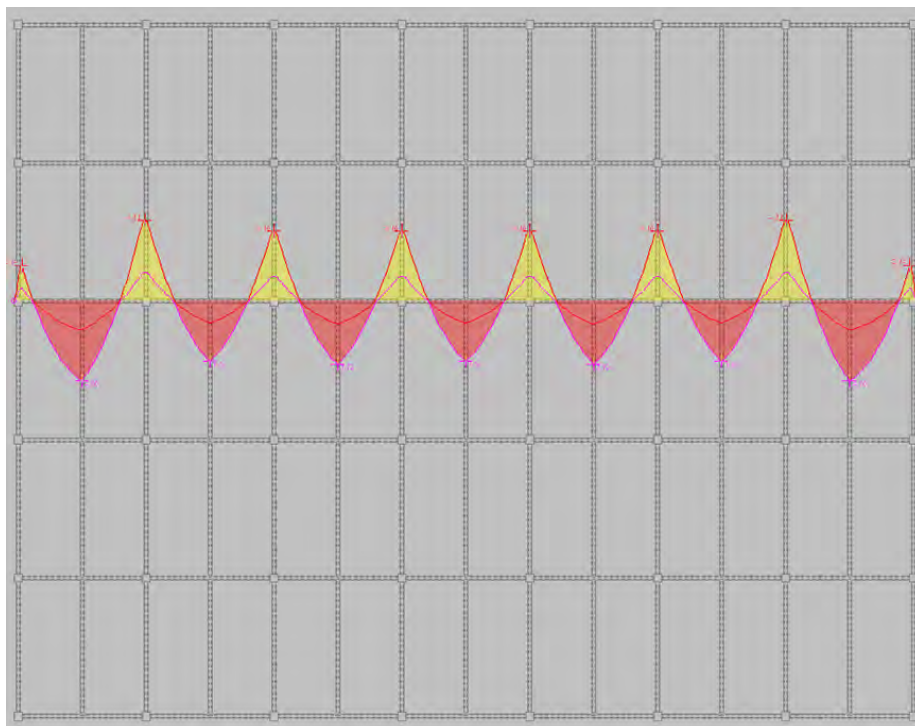
PILARES

Se ha realizado la estimación de cargas de cada planta, y se han comprobado las secciones obteniendo su carga última para tanto para los valores de resistencia del hormigón obtenidos de los testigos como del valor mínimo estimado por las mediciones de ultrasonidos. Para el acero se toma la tensión admisible fijada en la Orden de 1944 para el acero corriente (1200 k/cm²).

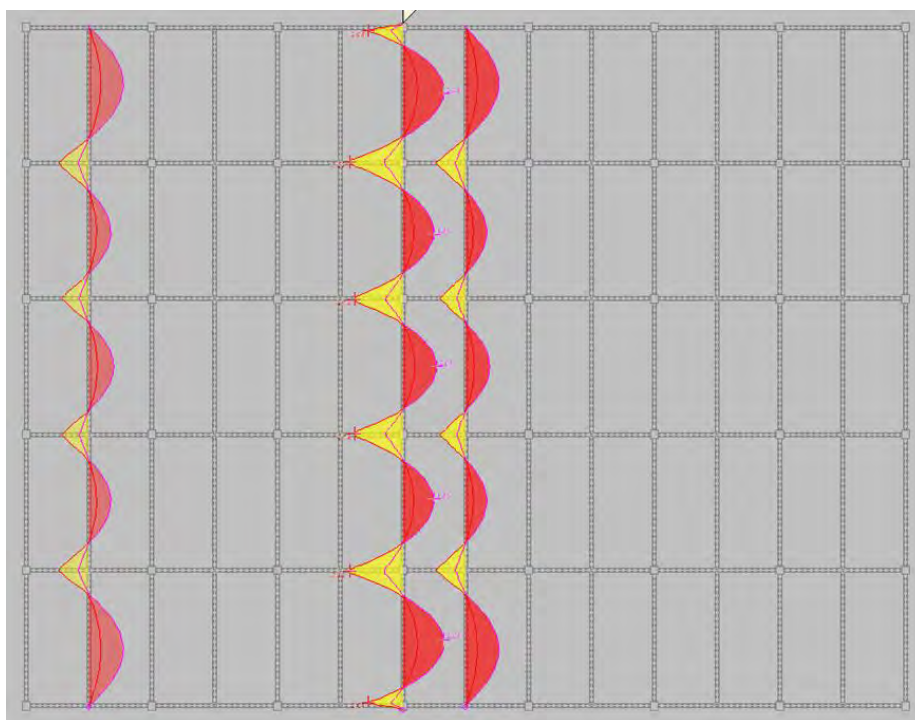
	Cargas (kN)				Tensión rotura N/mm ²	Carga última kN	
	Perm	Var	Total				
Planta 4ª	162,75	23,37	186,12	Testigo 8	21	946,58	Cumple
				Ultrasonidos	10,2	489,93	Cumple
Planta 3ª	296,50	148,01	444,51	Testigo 7	9,7	468,78	Cumple
				Testigo 11	13,3	621,01	Cumple
				Ultrasonidos	6,8	346,16	No Cumple
Planta 2ª	430,26	272,65	702,91	Testigo 6	15,4	1076,97	Cumple
				Ultrasonidos	9,0	663,27	No Cumple
Planta 1ª	566,91	397,29	964,20	Testigo 5	7,1	532,12	No Cumple
				Testigo 9	9,6	691,23	No Cumple
				Testigo 10	7,5	557,58	No Cumple
				Ultrasonidos	6,5	493,94	No Cumple
Planta B	704,43	521,93	1226,36	Testigo 4	21,3	2072,50	Cumple
				Ultrasonidos	7,1	778,75	No Cumple

VIGAS

Se han calculado las solicitaciones de vigas principales y secundarias mediante el programa CYPECAD versión 2019.d. Se adjuntan los momentos máximos obtenidos y los momentos últimos de la sección existente. Se ha considerado para la resistencia del hormigón la obtenida en la probeta más desfavorable correspondiente a losas, que es de $6,8 \text{ N/mm}^2$, y para el acero la fijada en la Orden de 1944 para el acero corriente (1200 k/cm^2).



Momento máximo vigas principales 47 mkN.



Momento máximo vigas secundarias 29,2 mkN.

	Momento de cálculo mkN	Momento último de la sección mkN	
Viga principal	47	94,59	Cumple
Viga secundaria	29,2	65,83	Cumple

FORJADO

Se ha realizado una prueba de carga en un paño de forjado de la planta segunda, para una sobrecarga de 5kN/m².

El forjado ha tenido un buen comportamiento elástico ante la prueba de carga, no se han producido fisuras ni deformaciones excesivas, ni se han producido flechas residuales, por lo que se considera que el armado está correctamente dimensionado y la losa tiene la capacidad resistente suficiente para las cargas previstas.

6. CONCLUSIONES

En cuanto a los forjados, mantienen la capacidad portante necesaria para las solicitaciones previstas.

En lo que respecta a los pilares, no tienen la capacidad portante para la utilización del edificio en condiciones de seguridad. Los pilares de planta primera prácticamente agotan su capacidad resistente con las cargas permanentes y presentan problemas de desagregación de la masa de hormigón, por lo que sería necesario su refuerzo previamente a su uso.

Deberá restringirse el acceso a plantas superiores a la primera planta salvo para trabajos de reparación y mantenimiento.

El resto de pilares dan resultados correctos a rotura de probetas pero insuficientes en las plantas baja, 2ª y 3ª por la medición de ultrasonidos. Es ésta última una estimación indirecta de la resistencia del hormigón y por tanto no es tan precisa como la rotura de probetas, pero dada la dispersión de los resultados de los ensayos se aconseja la realización de una nueva campaña de toma de datos de los pilares de estas plantas previa a la rehabilitación y puesta en uso del edificio.

En cuanto a los daños detectados, será preciso el refuerzo de todos los paños de forjado afectados por las fisuras, preferentemente previa demolición de los existentes, ante la dificultad de asegurar el correcto funcionamiento de la losa, en algunos casos fisurada en todo su espesor y por tanto sin continuidad en la transmisión de esfuerzos de compresión en el hormigón. En cualquier caso se deberá realizar una monitorización de las fisuras para comprobar su evolución.

Se deberán tratar igualmente todos los elementos dañados por corrosión, mediante un proceso consistente en el picado del hormigón dejando a la vista la armadura, la limpieza y protección de las

armaduras de acero (con un refuerzo de las mismas caso que sea necesario) y la restauración geométrica de la sección.

A la vista de los resultados de las pruebas realizadas (profundidad de carbonatación, medición de potencial de corrosión, etc.) se deberá proceder en obra a un chequeo exhaustivo de la estructura para detectar corrosiones internas no aparentes.

Se deberán eliminar las instalaciones empotradas en losas y vigas, restituyendo su geometría original.

Se deberán eliminar las filtraciones de agua en cubierta para evitar el aumento de las lesiones en los forjados de cubierta y planta cuarta.

No se ha podido acceder al bajosótano inundado, por lo que el informe presente sólo incluye el único paño visible del forjado de planta baja, desconociéndose el estado del resto.

Bajo promesa de decir verdad, declaro que he actuado y, en su caso, actuaré con la mayor objetividad posible, tomando en consideración tanto lo que pueda favorecer como lo que sea susceptible de causar perjuicio a cualquiera de las partes, y que conoce las sanciones penales en las que podría incurrir si incumpliera su deber como perito.

Es lo que a su leal saber y entender tiene el honor de informar el perito que suscribe, opinión que gustosamente somete a cualquier otra mejor fundada y que en prueba de conformidad firma en Bilbao a diecisiete de abril de dos mil diecinueve.

Fdo.: Pedro María Anasagasti Etxeita

Arquitecto

**INFORME TÉCNICO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL
DEL EDIFICIO DE LAS ANTIGUAS OFICINAS
VICINAY**

ANEJO 1

INVENTARIO DE LESIONES

1.- CAMARA SANITARIA.



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6

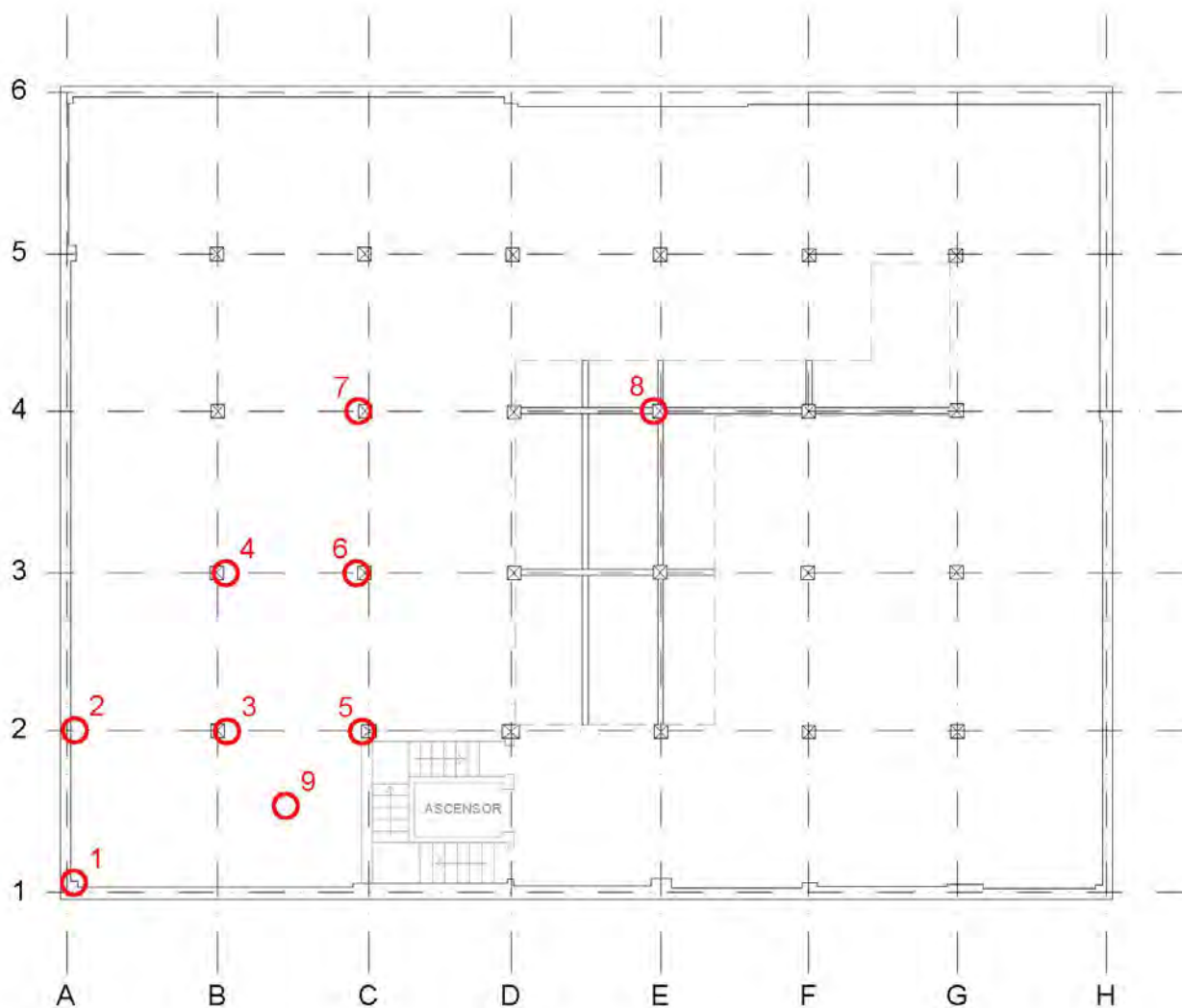


Foto 7



Foto 8

2.- PLANTA BAJA.



Forjado de techo planta baja

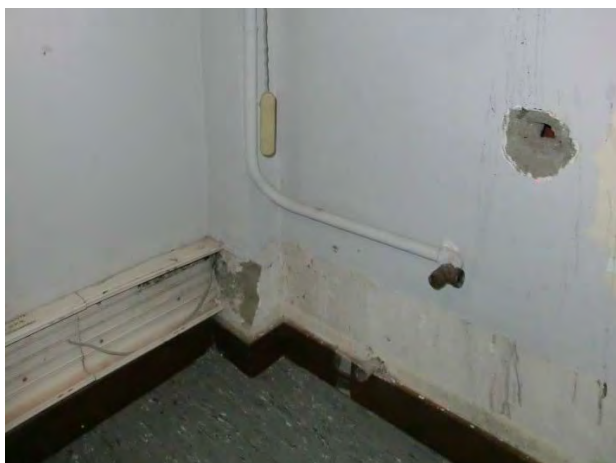


Foto 1-Pilar A1



Foto 2-Pilar A2

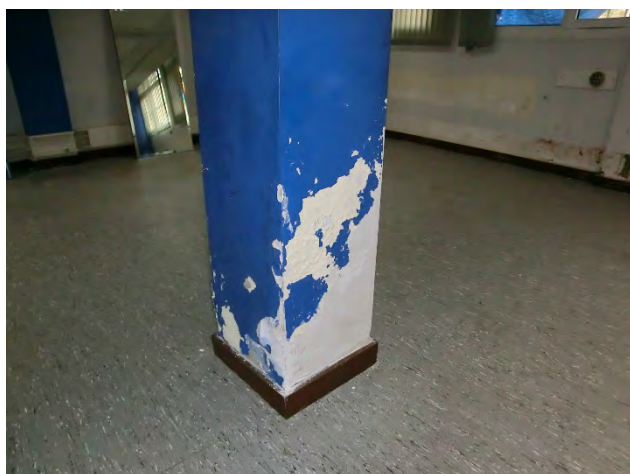


Foto 3-Pilar B2

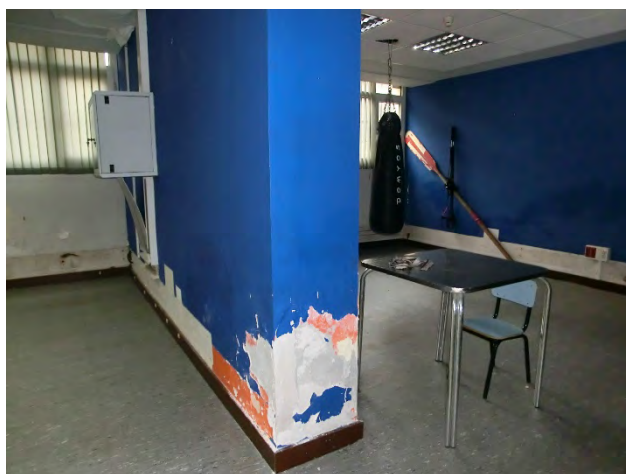


Foto 4-Pilar B3

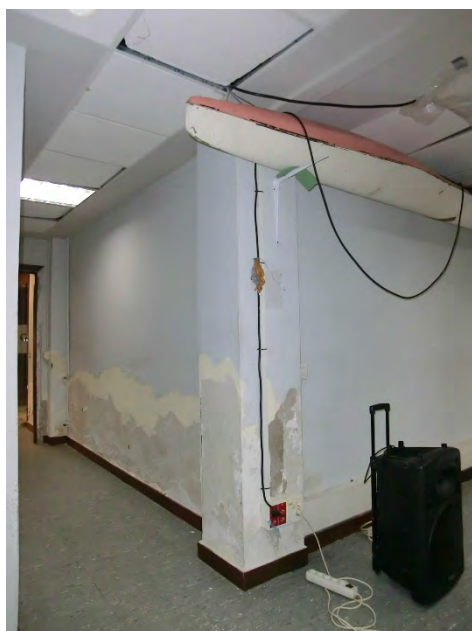


Foto 5-Pilar C2



Foto 6-Pilar C3



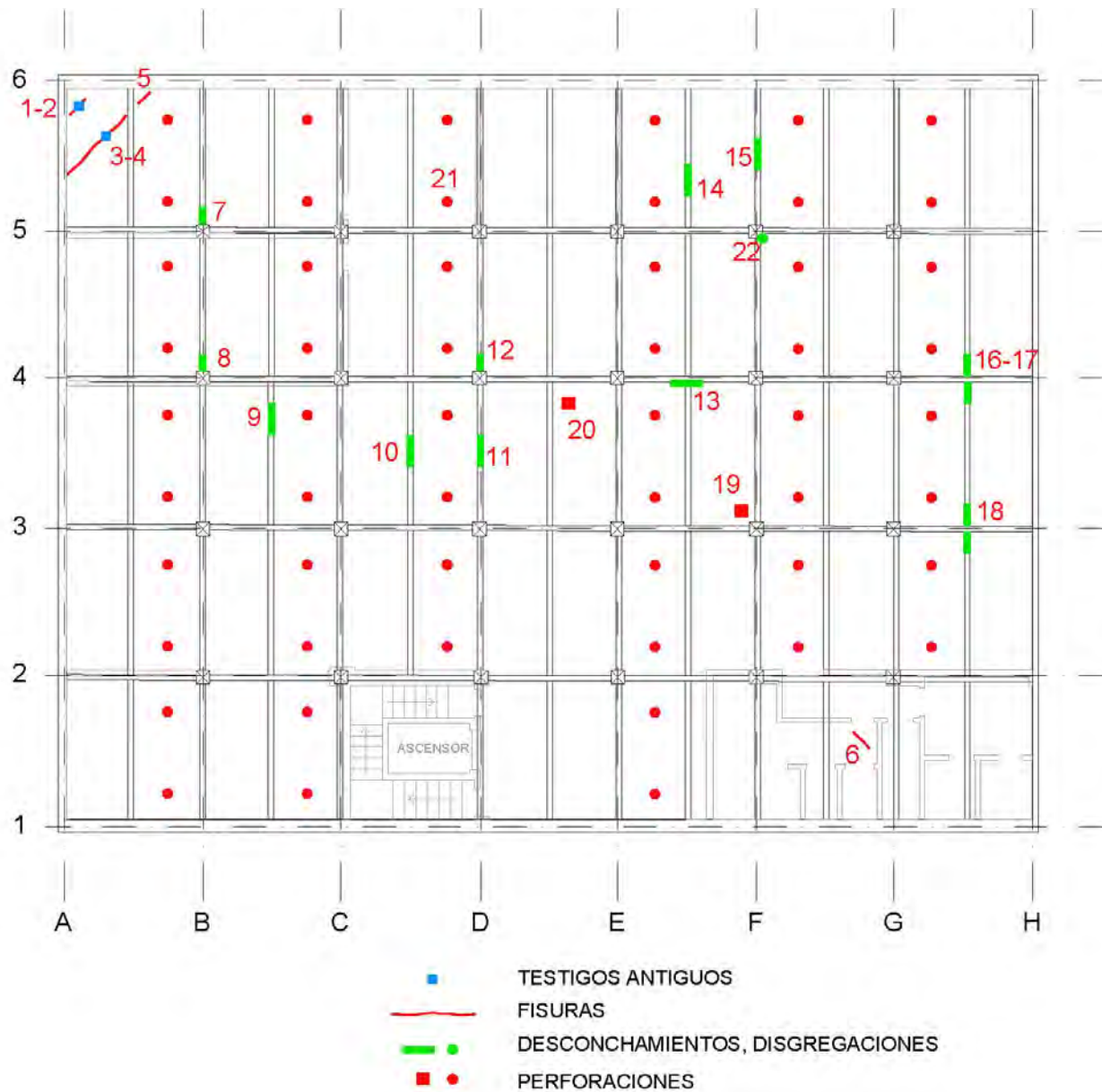
Foto 7-Pilar C4



Foto 8-Pilar E4



Foto 9

3.- PLANTA PRIMERA.

Forjado de techo planta primera



Foto 1-Fisura



Foto 2-Testigo



Foto 3-Fisura



Foto 4-Testigo



Foto 5-Fisura



Foto 6-Fisura



Foto 7-Desconchado



Foto 8-Desconchado



Foto 9-Desconchado



Foto 10-Desconchado



Foto 11-Desconchado



Foto 12-Desconchado



Foto 13-Desconchado



Foto 14-Desconchado



Foto 15-Desconchado



Foto 16-Desconchado



Foto 17-Desconchado



Foto 18-Desconchado

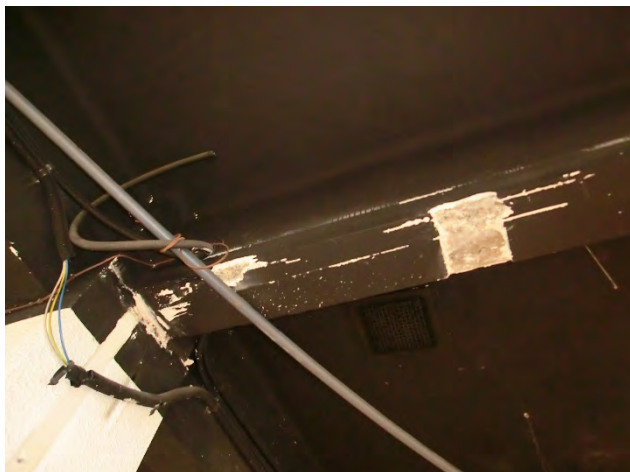


Foto 19-Perforación

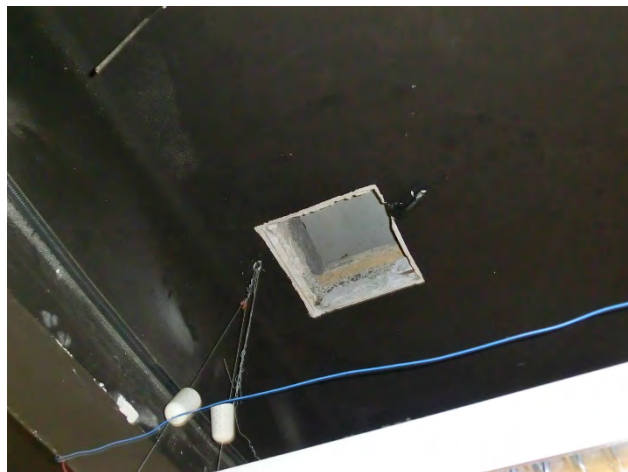


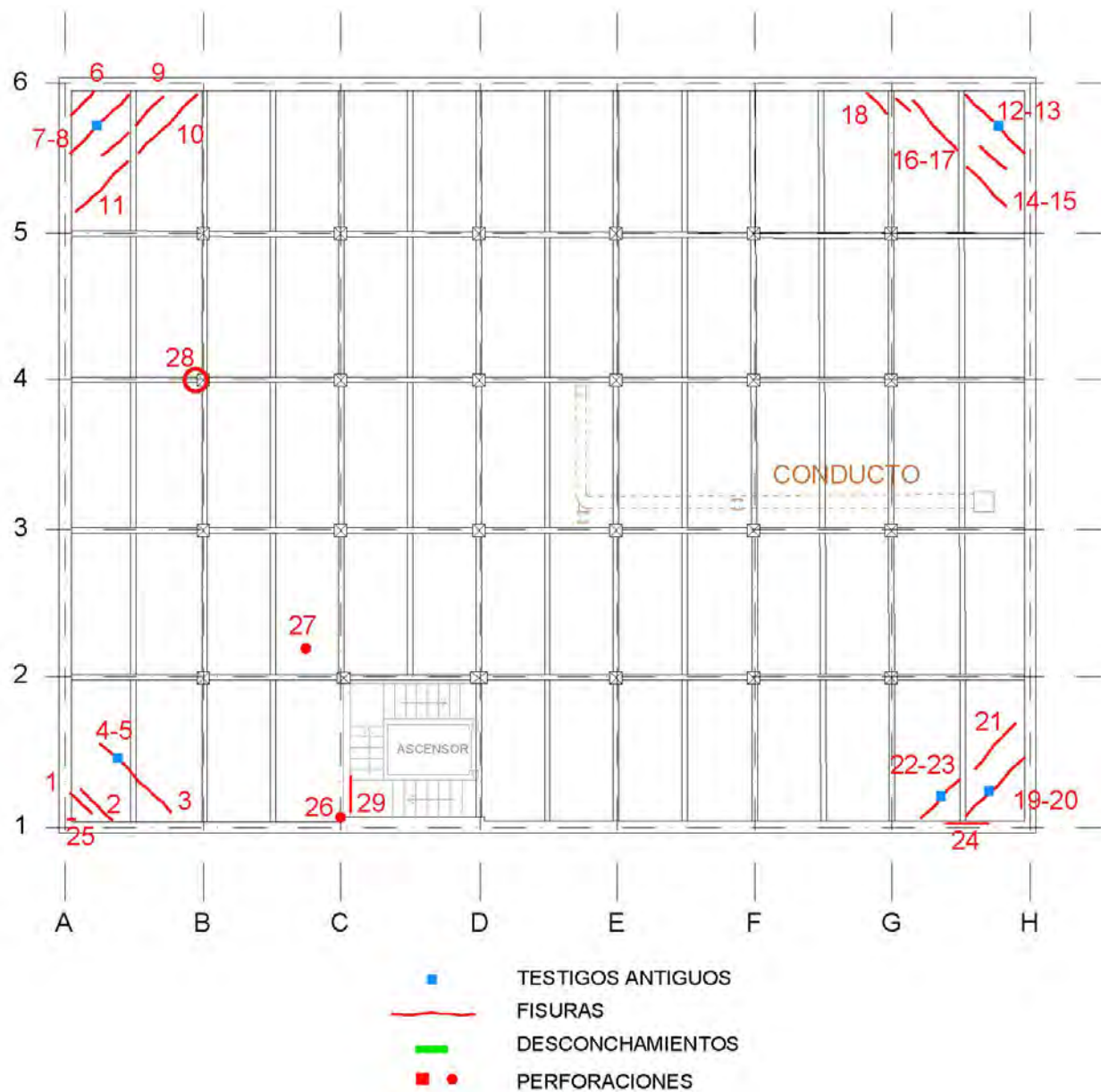
Foto 20-Perforación



Foto 21-Perforación



Foto 22-Disgregación

4.- PLANTA SEGUNDA.

Forjado de techo planta segunda



Foto 1-Fisura



Foto 2-Fisura



Foto 3-Fisura



Foto 4- Fisura



Foto 5- Testigo



Foto 6-Fisura



Foto 7-Fisura



Foto 8-Testigo



Foto 9-Fisura



Foto 10-Fisura



Foto 11-Fisura



Foto 12-Fisura



Foto 13-Testigo



Foto 14-Fisura

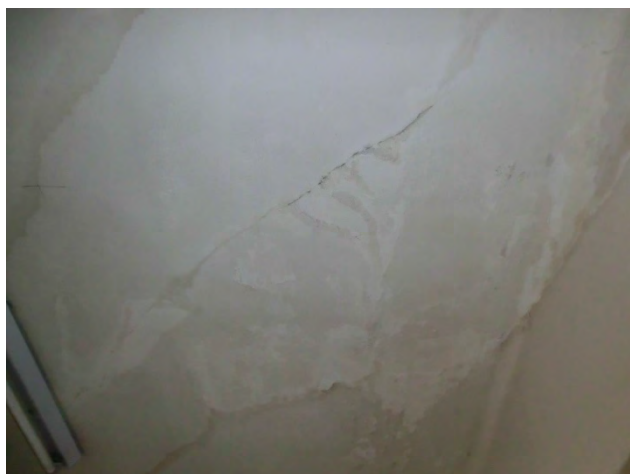


Foto 15-Fisura

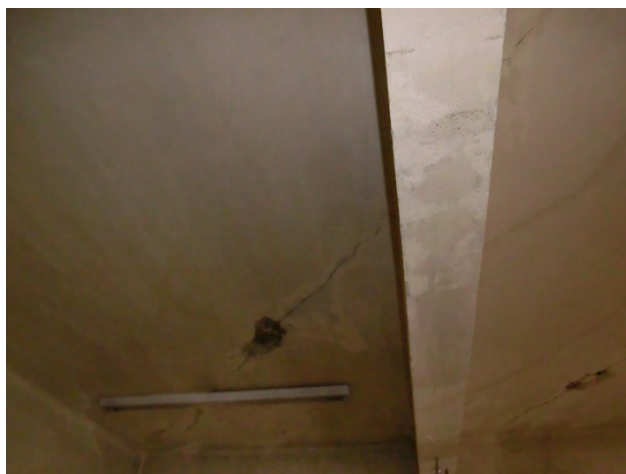


Foto 16-Fisura



Foto 17-Testigo desprendido

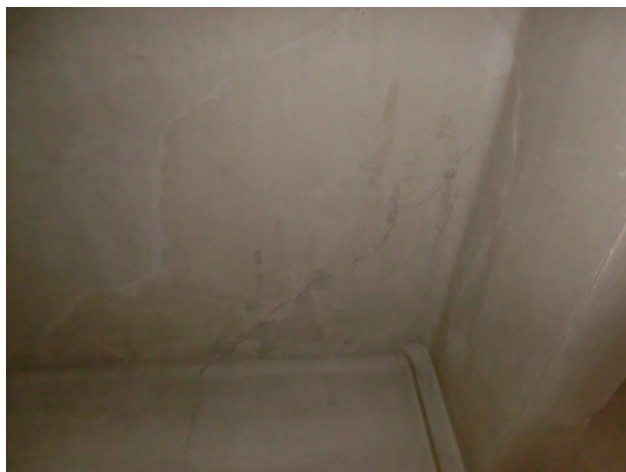


Foto 18-Fisura



Foto 19-Fisura



Foto 20-Testigo



Foto 21-Fisura



Foto 22-Fisura



Foto 23-Testigo

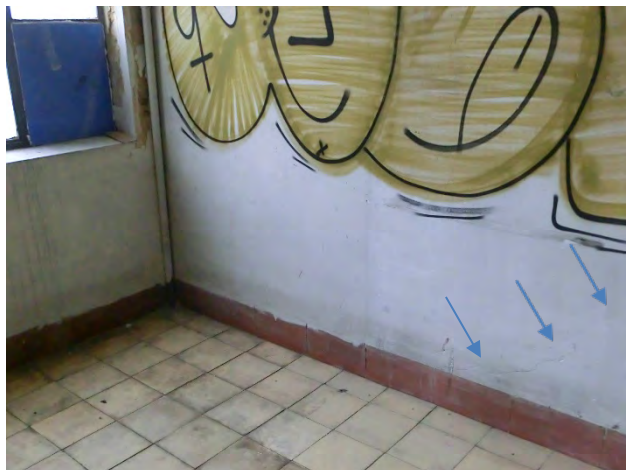


Foto 24-Fisura



Foto 25-Fisura



Foto 26-Perforación



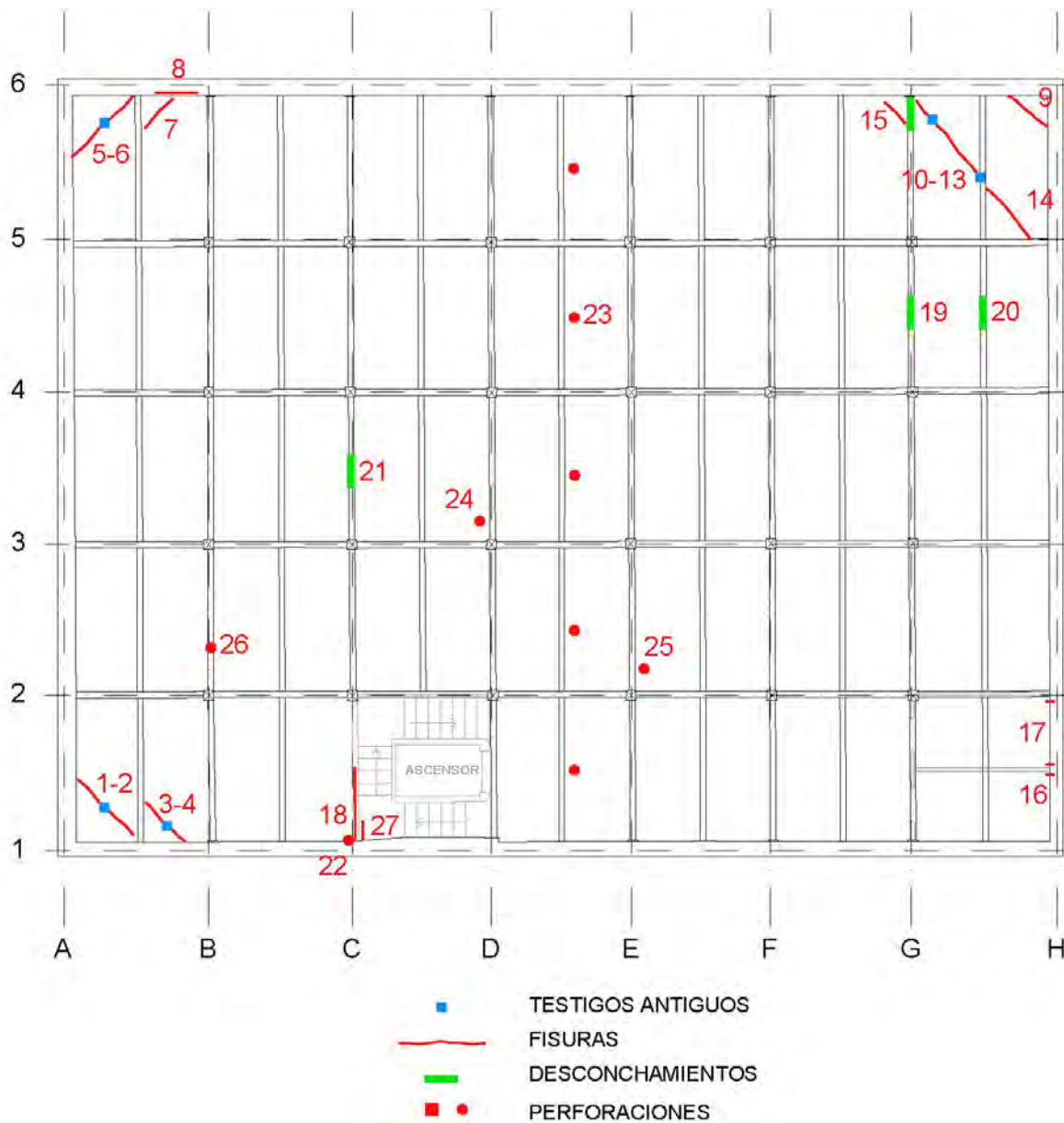
Foto 27-Perforación



Foto 28-Perforaciones



Foto 29-Fisura

5.- PLANTA TERCERA.

Forjado de techo planta tercera



Foto 1-Fisura



Foto 2-Testigo



Foto 3-Fisura



Foto 4- Testigo



Foto 5- Fisura



Foto 6-Testigo



Foto 7-Fisura



Foto 8-Fisura



Foto 9-Fisura



Foto 10-Fisura



Foto 11-Testigo



Foto 12-Fisura



Foto 13-Testigo



Foto 14-Fisura



Foto 15-Fisura - Desconchado



Foto 16-Fisura

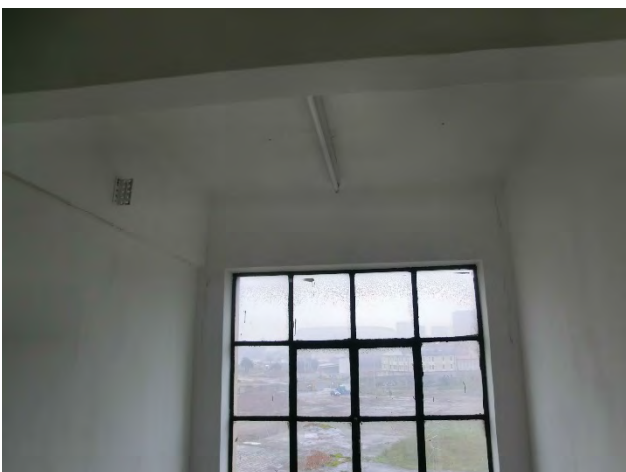


Foto 17-Fisuras



Foto 18-Fisuras



Foto 19-Desconchado



Foto 20-Desconchado



Foto 21-Desconchado



Foto 22-Perforación

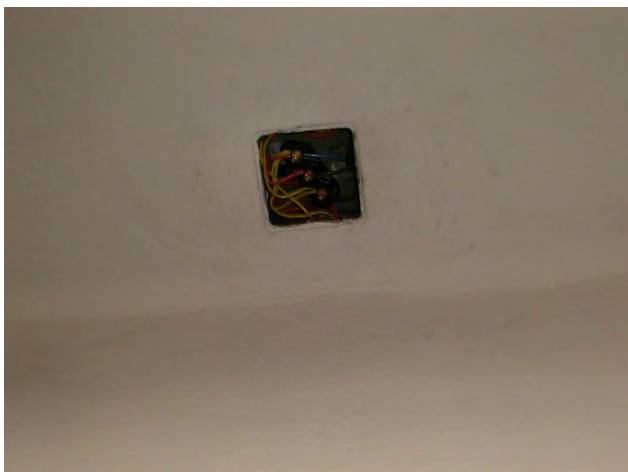


Foto 23-Cajeado



Foto 24-Roza



Foto 25-Roza



Foto 26-Fractura

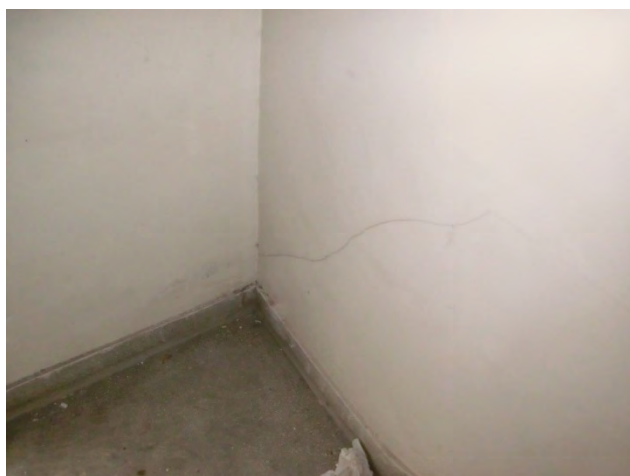
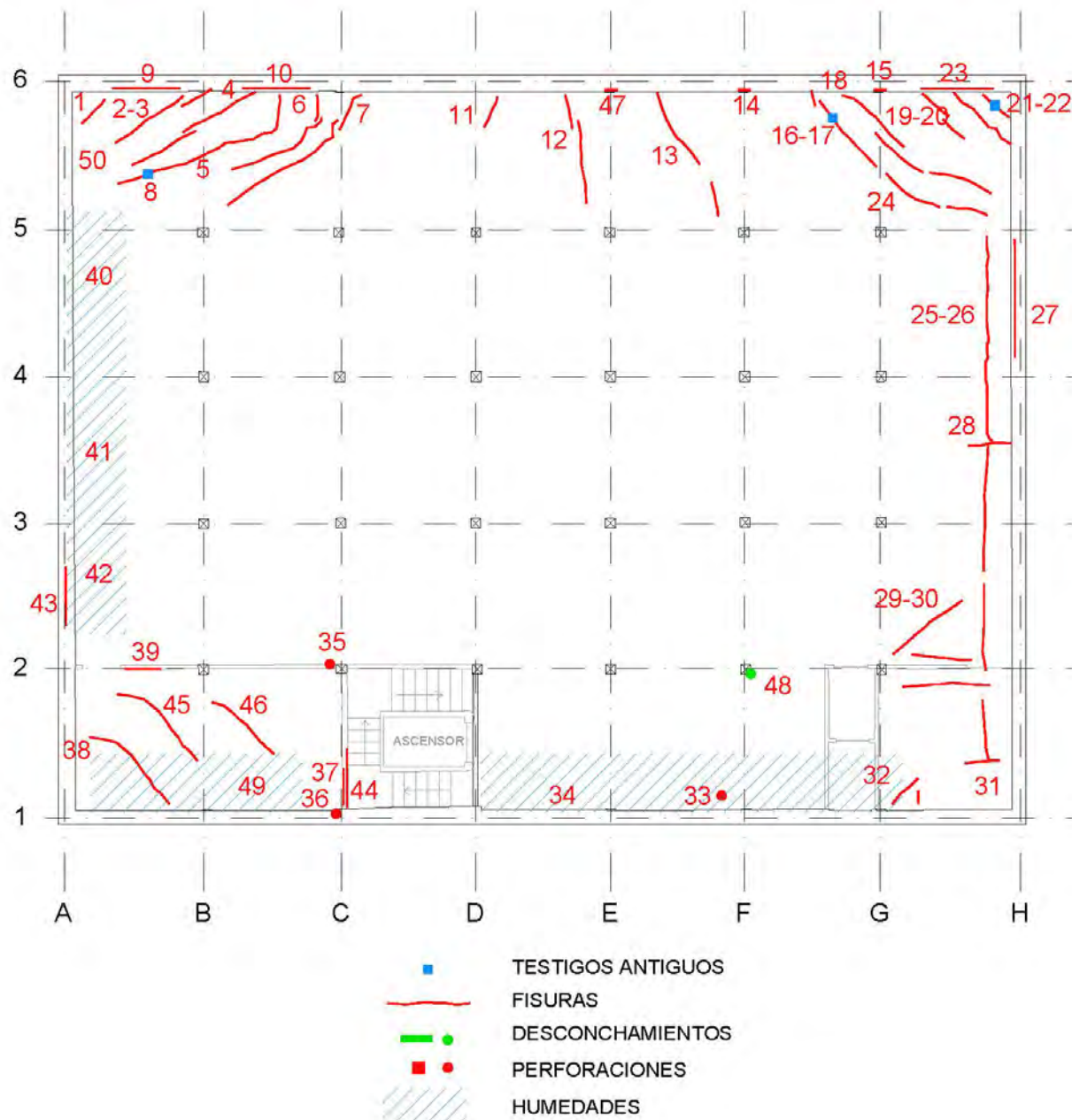


Foto 27-Fisura

6.- PLANTA CUARTA.

Forjado de techo planta cuarta



Foto 1-Fisura, humedad



Foto 2-Fisura



Foto 3-Fisura



Foto 4- Fisura



Foto 5- Fisura



Foto 6-Fisura



Foto 7-Fisura



Foto 8-Testigo



Foto 9-Fisura



Foto 10-Fisura



Foto 11-Fisura



Foto 12-Fisura



Foto 13-Fisura



Foto 14-Fisura



Foto 15-Fisura



Foto 16-Fisura



Foto 17-Testigo



Foto 18-Fisuras



Foto 19-Fisura



Foto 20-Fisura

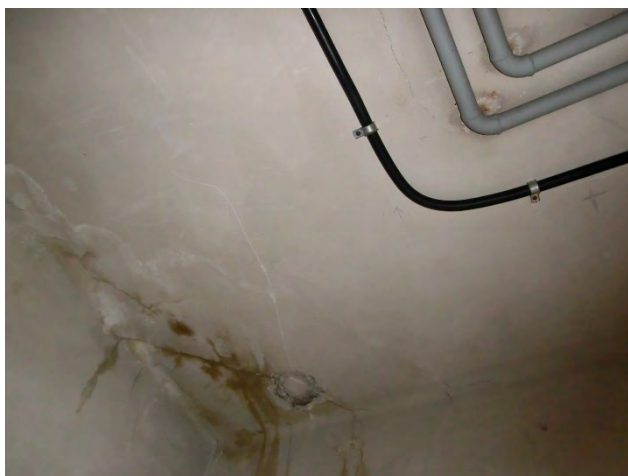


Foto 21-Fisura



Foto 22-Testigo



Foto 23-Fisuras



Foto 24-Fisuras

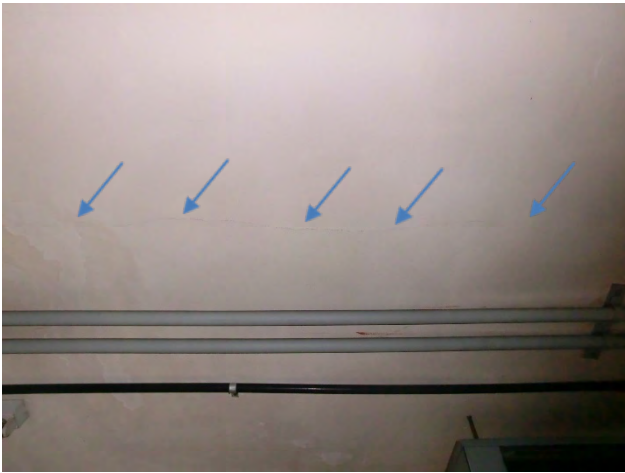


Foto 25-Fisuras

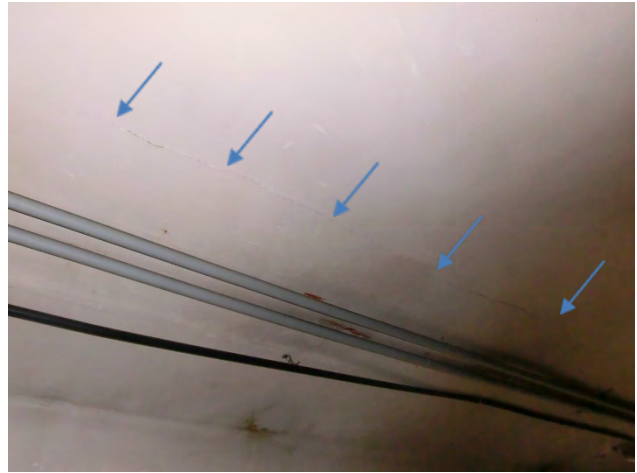


Foto 26-Fisuras



Foto 27-Fisuras



Foto 28-Fisuras



Foto 29-Fisuras



Foto 30-Fisuras



Foto 31-Fisuras



Foto 32-Fisuras



Foto 33-Humedades, perforaciones



Foto 34-Humedades



Foto 35-Perforaciones



Foto 36-Perforaciones



Foto 37-Fisuras



Foto 38-Fisuras



Foto 39-Fisuras



Foto 40-Humedades



Foto 41-Humedades, corrosión



Foto 42- Humedades, corrosión



Foto 43-Fisuras



Foto 44-Fisuras



Foto 45-Fisuras



Foto 46-Fisuras



Foto 47-Fisuras



Foto 48-Desconchado, disgregación

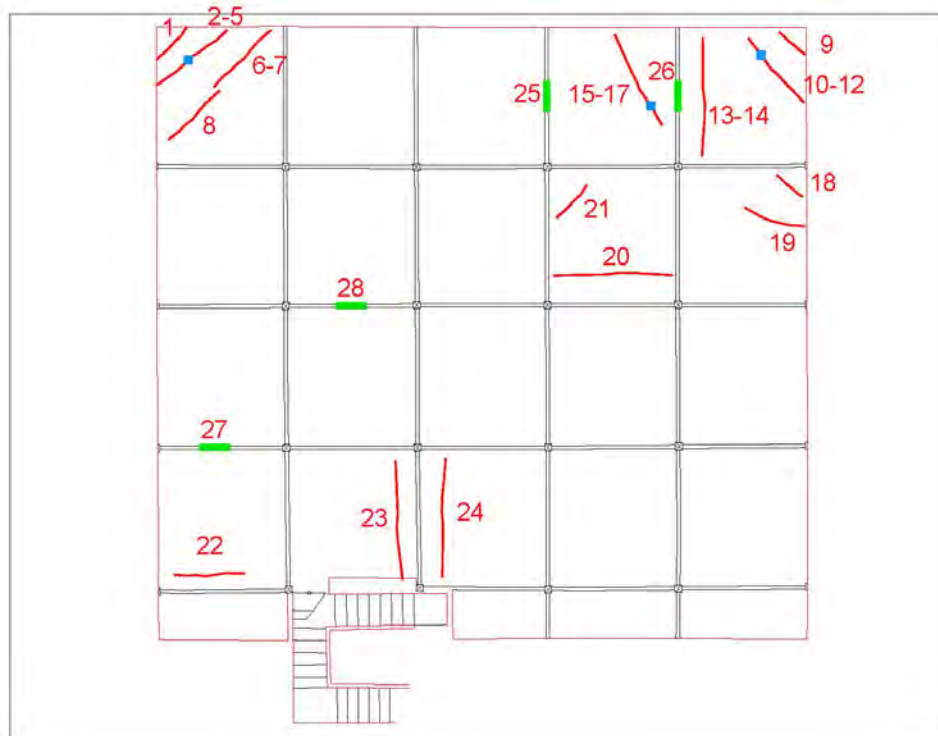


Foto 49-Humedades

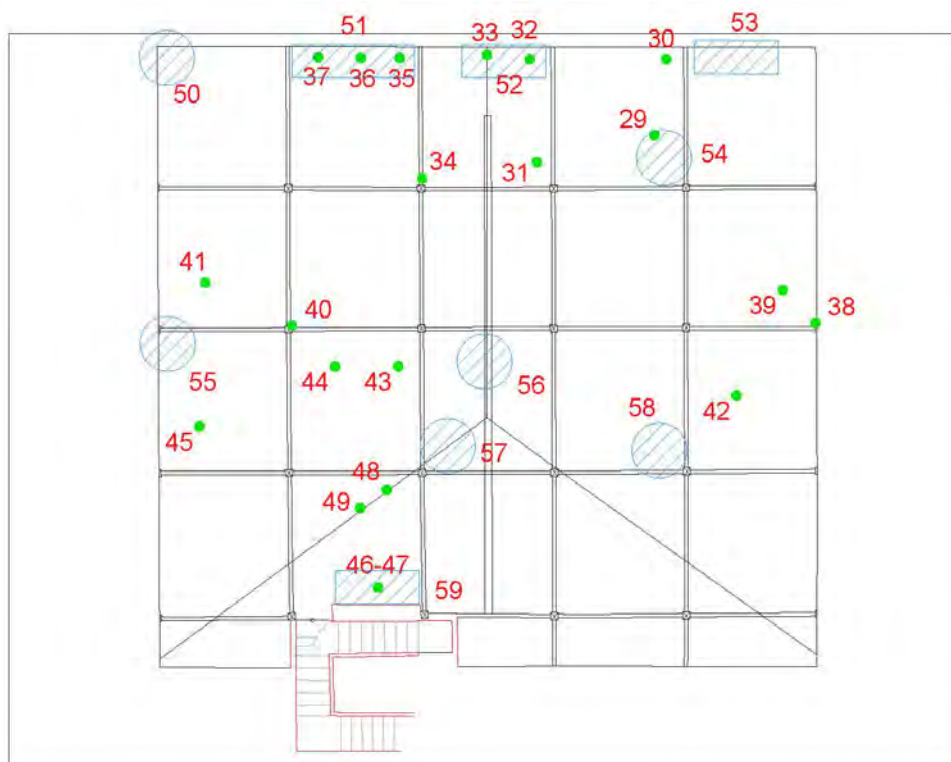


Foto 50-Fisuras

7.- PLANTA BAJOCUBIERTA.



Forjado de techo
planta cuarta (suelo
bajocubierta)



Forjado de techo
bajocubierta

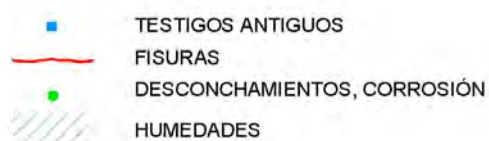




Foto 1-Fisura



Foto 2-Fisura



Foto 3-Fisura



Foto 4- Fisura



Foto 5- Testigo



Foto 6-Fisura



Foto 7-Fisura



Foto 8-Fisura



Foto 9-Fisura



Foto 10-Fisura



Foto 11-Fisura



Foto 12-Fisura

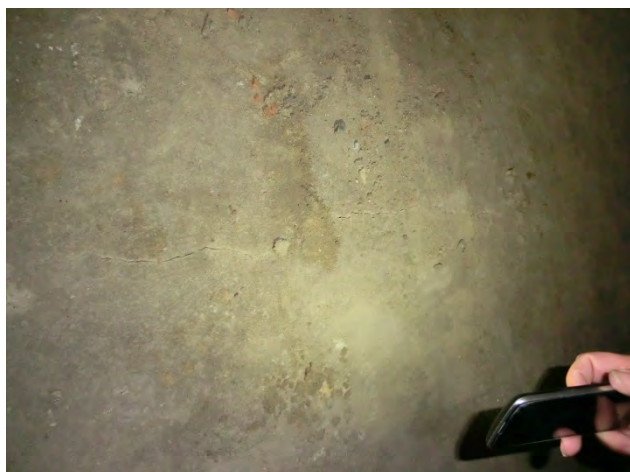


Foto 13-Fisura



Foto 14-Fisura



Foto 15-Fisura



Foto 16-Testigo



Foto 17-Fisura



Foto 18-Fisura



Foto 19-Fisura



Foto 20-Fisura



Foto 21-Fisura



Foto 22-Testigo



Foto 23-Fisuras

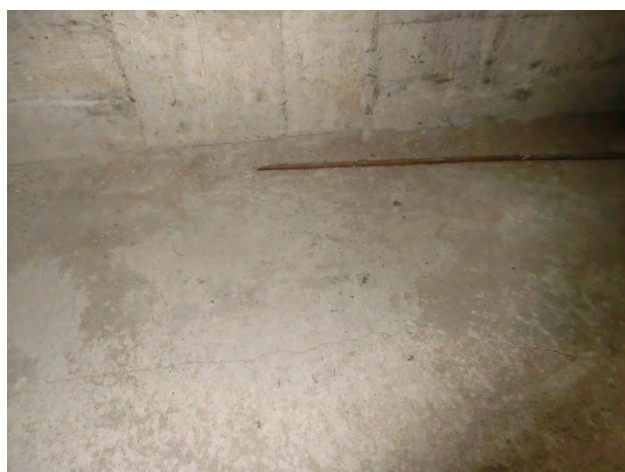


Foto 24-Fisuras



Foto 25-Desconchamiento



Foto 26-Desconchamiento



Foto 27-Desconchamiento



Foto 28-Desconchamiento



Foto 29-Desconchamiento



Foto 30-Desconchamiento



Foto 31-Desconchamiento



Foto 32-Desconchamiento



Foto 33-Desconchamiento



Foto 34-Desconchamiento



Foto 35-Desconchamiento



Foto 36-Desconchamiento



Foto 37-Desconchamiento



Foto 38-Desconchamiento



Foto 39-Desconchamiento



Foto 40-Desconchamiento



Foto 41-Desconchamiento



Foto 42-Desconchamiento



Foto 43-Desconchamiento



Foto 44-Desconchamiento



Foto 45-Desconchamiento



Foto 46-Desconchamiento



Foto 47-Desconchamiento



Foto 48-Desconchamiento



Foto 49-Desconchamiento



Foto 50-Humedades



Foto 51-Humedades



Foto 52-Humedades



Foto 53-Humedades



Foto 54-Humedades



Foto 55-Humedades



Foto 56-Humedades



Foto 57-Humedades



Foto 58-Humedades



Foto 59-Humedades

**INFORME TÉCNICO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL
DEL EDIFICIO DE LAS ANTIGUAS OFICINAS
VICINAY**

ANEJO 2

ENSAYOS Y PRUEBAS REALIZADAS



EDIFICIO CADENAS VICINAY - BILBAO

ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL HORMIGÓN Y ESTADO DEL ACERO

**ESTUDIO DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
ANASAGASTI-BASTERRA-EREÑO S.L.P.**

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- OBJETO

3.- ANTECEDENTES Y TRABAJOS REALIZADOS

4.- CALIDAD DEL HORMIGÓN: TESTIGOS DE HORMIGÓN

4.1.- PUNTOS DE EXTRACCIÓN

4.2.- MÉTODO OPERATIVO

4.3.- DESCRIPCIÓN DE LOS TESTIGOS

4.4.- PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

4.5.- DENSIDAD APARENTE VOLUMÉTRICA

4.6.- RECONOCIMIENTO ULTRASÓNICO

4.7.- ENSAYO A COMPRESIÓN

4.8.- COMENTARIOS

5.- CALIDAD DEL ACERO: ARMADURAS

5.1.- IDENTIFICACIÓN DE ARMADO

5.2.- ESTADO DE LAS ARMADURAS: MEDICIÓN POTENCIAL DE MEDIA PILA

6.-OBSERVACIONES

ESTUDIO DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
ANASAGASTI-BASTERRA-EREÑO S.L.P.

pedro@anasagastibasterra.com

EXPEDIENTE:	20190029
Nº ACTA:	610/2019
OBRA:	EDIFICIO CADENAS VICINAY – BILBAO.
FECHA:	28 de enero de 2019

**ACTA DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DESTINADOS A DETERMINAR LAS
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE UNA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN**

1.- INTRODUCCIÓN

A instancias del peticionario, y a través del Arquitecto D. Pedro Anasagasti, fueron solicitados los servicios de GIKESA, Laboratorio de Ensayos, para llevar a cabo un estudio de la calidad del hormigón de la estructura del edificio “Cadenas Vicinay” situado la Ribera de Deusto en la localidad de Bilbao.

2.- OBJETO

Es objeto de este informe presentar los resultados obtenidos en las catas y ensayos realizados “in situ” y en laboratorio sobre las muestras extraídas en obra.

3.- ANTECEDENTES Y TRABAJOS REALIZADOS

El peticionario se pone en contacto con Gikesa solicitando un estudio de la estructura de hormigón del edificio de referencia, acordándose un alcance de los trabajos que se recoge en la oferta técnica aceptada nº 2018 0886.

Personal técnico de Gikesa realizó el día 24 de octubre, junto con el peticionario, una visita al pabellón con el fin de conocer in situ el estado de la estructura y concretar al mismo tiempo el alcance final de los ensayos a llevar a cabo.

Se trata de un edificio exento, de planta rectangular, que data de los años 1945-1946. En los planos que se conservan se ve que el edificio fue proyectado para el Archivo del Banco de Bilbao. Disponía de una planta baja y planta primera, así como un bajocubierta con techo inclinado. La planta baja no apoya directamente en el terreno, existiendo un vacío sanitario bajo la misma. La estructura del inmueble es de hormigón armado

El edificio sufrió una transformación significativa al realizarse un levante de tres plantas. Los planos conservados están fechados en el año 1952. Para ello se habría eliminado la cubierta inclinada manteniendo el resto de la estructura. El esquema estructural de las tres nuevas plantas sigue el patrón de las dos plantas inferiores.

En el momento de la visita la estructura está a la vista en gran parte, manteniendo un cierto uso en la planta baja y primera. Consta de tres tipos de elementos principales:

- Pilares
- Vigas principales y brochales
- Losas macizas de hormigón

La oferta planteada contempla, además del estudio del hormigón, la comprobación del estado del acero así como una prueba de carga. Este último aspecto no se incluye en este informe por lo que se redactará un informe específico.

La relación de los ensayos que finalmente han sido llevados a cabo es la siguiente:

ACTUACIÓN TIPO		ENSAYOS A REALIZAR
HORMIGÓN	PROBETAS TESTIGO	5 Uds. PILARES (uno por planta) 3 Uds. LOSAS. (dos en losas originales y uno en losa de levante)
	SOBRE LAS PROBETAS TESTIGO	PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN DENSIDAD APARENTE VOLUMÉTRICA RECONOCIMIENTO ULTRASÓNICO RESISTENCIA A COMPRESIÓN
ACERO	SOBRE LAS ARMADURAS IN SITU	Control de medición del armado existente Medición potencial de media pila (En los 5 pilares con extracción de testigos).

4.- CALIDAD DEL HORMIGÓN: TESTIGOS DE HORMIGÓN

4.1.- PUNTOS DE EXTRACCIÓN

La extracción de los testigos, se llevó a cabo el 14 de enero de 2019.



**NIVEL SUELO
PLANTA SEGUNDA**



**NIVEL SUELO
PLANTA TERCERA**



**NIVEL SUELO
PLANTA CUARTA**



4.2.-MÉTODO OPERATORIO

La extracción se ha ajustado a las prescripciones de las normas UNE-EN 12504-1:2001. Previamente se ha realizado el replanteo de la posición de las armaduras existentes mediante una sonda magnética con el fin de no dañarlas.

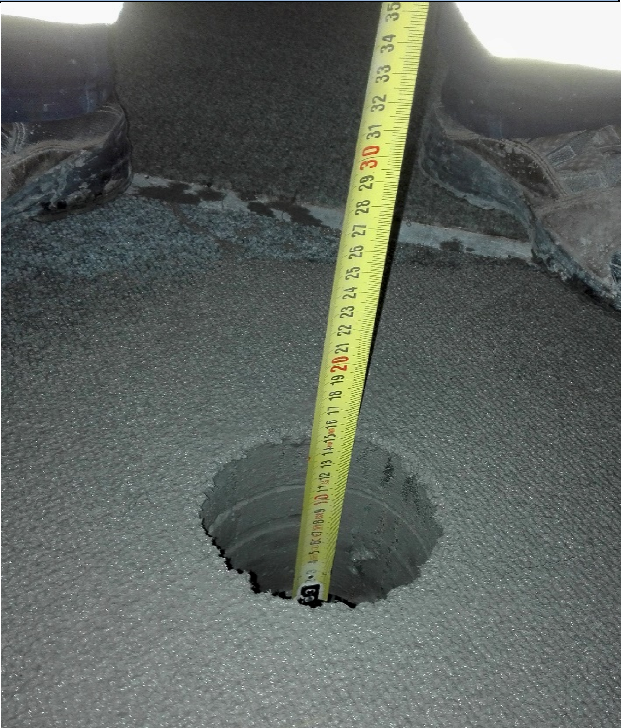
Se ha empleado una sonda rotativa HILTI refrigerada por agua y provista de corona de diamante de diámetro nominal 100 mm. Los testigos no se realizan pasantes en los pilares, pero sí en las losas.

Finalizada la extracción se ha procedido a rellenar los taladros mediante un mortero de alta resistencia y sin retracción, a fin de garantizar la unión entre los dos elementos.

Posteriormente, en el laboratorio, las operaciones de tallado han sido realizadas con una sierra de disco marca Husqvarna TS 400 F que cuenta con un disco de diamante de 400 mm de diámetro. El ajuste de las probetas se ha efectuado en las dos bases mediante pulido por vía húmeda con equipo diamantado de la casa Ibertest.

Hasta el momento del ensayo los testigos se han mantenido en el ambiente del Laboratorio: H.R: 65% y T: $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

4.3.- DESCRIPCIÓN DE LOS TESTIGOS

TESTIGO T1: LOSA SUELO PLANTA 1ª	
Longitud total perforada (pasante): 15,9 cm. Extraído en dos fragmentos; - Fragmento superior de 4,8 cm. sobre la losa, que es - 0,6 cm. moqueta - 4,2 cm. morteros en 3 capas (todo adherido entre capas) Este material se recupera en todo su espesor; supone una sobrecarga de 81 Kg./m². - Fragmento inferior de 11,1 cm. losa de hormigón (espesor de la losa). Tamaño máximo del árido medido: 14 mm. Presenta una barra de acero de $\varnothing 8$ ó 10 mm. a 7,9 cm. de profundidad.	

TESTIGO T2: LOSA SUELO PLANTA 2ª

Longitud total perforada (pasante): 14,0 cm.
Extraído en dos fragmentos;

- Fragmento superior de 4,0 cm.(medido in situ). Sólo se recupera la parte de arriba, que es

- 2,0 cm. baldosa
- 0,9 cm. mortero color ocre

Este espesor es el que queda adherido a la baldosa porque se deshace parte al perforar. El material recuperado supone una sobrecarga de 52 Kg./m².

-Fragmento inferior; 10,0 cm. losa de hormigón (espesor de la losa).
Tamaño máximo del árido medido: 16 mm.
Presenta una barra de acero de ø 8 mm. a 7,6 cm. de profundidad.



TESTIGO T3: LOSA SUELO PLANTA 3ª

Longitud total perforada (pasante): 16,6 cm.
Extraído en dos fragmentos;

- Fragmento superior de 4,0 cm.(medido in situ) sobre la losa, que es

- 2,2 cm. baldosa
- 1,4 cm.APROX. mortero color ocre

Este espesor es el que queda adherido a la baldosa porque se deshace parte al perforar. El material recuperado supone una sobrecarga de 53 Kg./m².

-Fragmento inferior de 12,3 cm. losa de hormigón (espesor de la losa).
Tamaño máximo del árido medido: 16 mm.
Presenta una barra de acero de ø 8 mm. a 8,1 cm. de profundidad.



TESTIGO T4: PILAR PLANTA BAJA

Longitud perforada y extraída: 20,10 cm.
 Extraído en un único fragmento.
 Tamaño máximo del árido medido: 16 mm.


TESTIGO T5: PILAR PLANTA 1ª

Longitud perforada y extraída: 15,80 cm.
 Extraído en un único fragmento.
 Tamaño máximo del árido medido: 16 mm.


TESTIGO T6: PILAR PLANTA 2ª

Longitud perforada y extraída: 16,70 cm.
 Extraído en un único fragmento.
 Tamaño máximo del árido medido: 16 mm.



TESTIGO T7: PILAR PLANTA 3ª

Longitud perforada y extraída: 17,40 cm.
 Extraído en un único fragmento.
 Tamaño máximo del árido medido: 16 mm.


TESTIGO T8: PILAR PLANTA 4ª

Longitud perforada y extraída: 15,00 cm.
 Extraído en un único fragmento.
 Tamaño máximo del árido medido: 16 mm.





Detalle de los testigos de losas a su recepción, antes de ser tallados.



Detalle de los testigos de pilares antes de ser tallados.

4.4.- PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

Sobre testigo recién extraído se ha procedido a aplicar en las generatrices del cilindro una solución de fenoltaleína al 1 % con el fin de determinar la profundidad de carbonatación.

La coloración rosa púrpura intensa indica la no carbonatación del hormigón. En el caso de detectarse carbonatación, no se produce coloración.

Así, la profundidad de carbonatación es la distancia existente entre la superficie del hormigón y el borde de la zona rosa.



Proceso de aplicación de la fenoltaleína en uno de los testigos de pilares

A continuación figura la profundidad de carbonatación.

TESTIGO N°	ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN (cm.)
T1	LOSAS	Losa 1ª	2,0 - 1,3 (superior – inferior)
T2		Losa 2ª	9,7 (superior)
T3		Losa 3ª	1,8 - 5,2 (superior – inferior)
T4	PILARES	Pilar baja	2,6
T5		Pilar 1ª	15,8 (todo el testigo)
T6		Pilar 2ª	3,3
T7		Pilar 3ª	0,0
T8		Pilar 4ª	5,5

4.5.- DENSIDAD APARENTE VOLUMÉTRICA

TESTIGO	ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	DIÁMETRO (cm)	ALTURA TRAS AJUSTE (cm)	PESO NATURAL (g)	DENSIDAD APARENTE VOLUMÉTRICA (kg/m ³)
T1	LOSAS	Losa 1ª	9,88	10,68	1.837,4	2.240
T2		Losa 2ª	9,87	9,84	1.715,4	2.280
T3		Losa 3ª	9,88	11,98	2.112,6	2.300
T4	PILARES	Pilar baja	9,93	17,82	2.931,6	2.120
T5		Pilar 1ª	9,87	13,88	2.359,6	2.220
T6		Pilar 2ª	9,88	14,64	2.520,8	2.250
T7		Pilar 3ª	9,88	15,13	2.467,9	2.130
T8		Pilar 4ª	9,88	13,73	2.395,5	2.270

4.6.- RECONOCIMIENTO ULTRASÓNICO

El reconocimiento ultrasónico se ha realizado según norma UNE-EN 12504-4:2002, “Ensayos de hormigón en Estructuras. Parte 4: Determinación de la velocidad de los impulsos ultrasónicos”.

Ha sido llevada a cabo el día 18 de enero de 2019 en los testigos tallados y pulidos.

El aparato utilizado ha sido un equipo de ultrasonidos modelo EI-H 0394 de Proeti. El método aplicado ha sido el de transmisión directa, es decir los palpadores son colocados en caras opuestas del elemento.

TESTIGO	ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE ULTRASONIDOS (m./s)
T1	LOSAS	Losa 1ª	4.205
T2		Losa 2ª	3.631
T3		Losa 3ª	3.815
T4	PILARES	Pilar baja	4.284
T5		Pilar 1ª	3.336
T6		Pilar 2ª	3.946
T7		Pilar 3ª	3.672
T8		Pilar 4ª	4.359

4.7.- ENSAYO A COMPRESIÓN

La rotura a compresión se ha llevado a cabo el día 18 de enero de 2019 en una prensa de 150 T. automática de la casa SUZPECAR-TCC (Clase 1).

Los testigos obtenidos no satisfacen el valor de esbeltez 2 ($\pm 5\%$), establecido en la norma de referencia. No obstante, se ha considerado oportuno, al menos con carácter informativo, aplicar el factor de corrección por dicho motivo.

Los resultados obtenidos figuran en los cuadros siguientes:

TESTIGO	Localización	CARGA ROTURA		ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	TENSIÓN DE ROTURA CORREGIDA	
		Kp	KN.			Kp/cm ²	N/mm ²
T1	Losa 1ª	10.990	107,1	1,08	0,895	128	12,6
T2	Losa 2ª	6.100	59,78	1,00	0,874	70	6,8
T3	Losa 3ª	12.960	127,0	1,21	0,929	157	15,4
T4	Pilar baja	17.090	167,5	1,80	0,984	217	21,4
T5	Pilar 1ª	5.830	57,1	1,41	0,953	73	7,1
T6	Pilar 2ª	12.570	123,2	1,48	0,958	157	15,4
T7	Pilar 3ª	7.860	77,0	1,53	0,962	99	9,7
T8	Pilar 4ª	17.270	169,2	1,39	0,951	214	21,0

4.8.- COMENTARIOS

Profundidad de carbonatación

En el caso de los pilares, a excepción de uno de los testigos extraídos (T7), el resto de testigos de pilares presentan una cierta carbonatación, incluso uno de ellos (T5) en todo su espesor.

En cuanto a las losas, en todos los testigos obtenidos hay cierta carbonatación por una ó ambas caras.

Ello significa que existe una reducción de la alcalinidad normal del hormigón en esa profundidad y por tanto el hormigón no poseería la capacidad química de proteger al acero que estuviera embebido en esa zona.

Densidad

Referencias en bibliografía de M. Fernandez Cánovas “Hormigón” señalan:

En el caso de los hormigones tradicionales en masa, su valor suele estar comprendido entre 2,2 y 2,4 Kg/dm³.

La densidad de los hormigones es muy variable y depende en gran medida de los áridos (tipo y granulometría) y del grado de compactación. Para igualdad de componentes y misma naturaleza de los áridos, la mayor densidad se obtendrá con la mayor compactación, es decir, cuanto menor sea la cantidad de huecos que tenga el hormigón.

No todos los valores obtenidos se encuentran entre estos valores, hay testigos con densidades inferiores.

Velocidad de Ultrasonidos

Bibliografía especializada, concretamente “Patología terapéutica del hormigón armado” del profesor M. Fernández Cánovas, en su apartado de Ensayos Ultrasónicos cita:

“Dadas las muchas variables que intervienen en la resistencia del hormigón y que afectan a la velocidad de propagación, algunos autores proponen que ésta sea un índice de la calidad del mismo, tal como la indicada en el cuadro...”

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN LINEAL (m/seg.)	CALIDAD DEL HORMIGÓN
≥ 4.500	EXCELENTE
3.600 A 4.500	BUENA
3.000 A 3.600	ACEPTABLE
2.100 A 3.000	MALA

En este caso, los valores obtenidos en testigos podrían ser agrupados en tres clases,

≥ 4200 m/seg	3 Uds
3.800 a 4200 m/seg	2 Uds
< 3800 m/seg	3 Uds.

Con un valor mínimo de 3.336 y un máximo de 4.359 m/seg.

A continuación se presentan los datos de ultrasonidos/ resistencia obtenidos, existiendo una cierta correspondencia entre ambas determinaciones, a excepción del T1:

TESTIGO	ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE ULTRASONIDOS (m./s)	TENSIÓN DE ROTURA CORREGIDA N/mm ²
T1	LOSAS	Losa 1ª	4.205	12,6
T2		Losa 2ª	3.631	6,8
T3		Losa 3ª	3.815	15,4
T4	PILARES	Pilar baja	4.284	21,4
T5		Pilar 1ª	3.336	7,1
T6		Pilar 2ª	3.946	15,4
T7		Pilar 3ª	3.672	9,7
T8		Pilar 4ª	4.359	21,0

Resistencia a compresión

La Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 en su Artículo 86.8 Ensayos de información complementaria del hormigón. Comentarios, indica:

"Puede tenerse en cuenta que, por diferencia de compactación y otros efectos, las probetas testigo presentan una resistencia algo inferior a las probetas moldeadas a igualdad de otros factores (condiciones de curado, edad, etc.)."

"El proceso de extracción de probetas testigo mediante trépano provoca generalmente un cierto nivel de daño en el propio hormigón que se pretende evaluar, mediante la aparición de microfisuras que pueden tener su incidencia en los resultados obtenidos al proceder a su rotura a compresión. Por ello, se recomienda valorar la aplicación de factores de corrección de los resultados que permitan tener en cuenta tales efectos. A falta de datos específicos para cada caso, es habitual considerar que, para hormigones normales, el referido efecto provoca una disminución de un diez por ciento en la resistencia."

Existe una gran dispersión de resistencia entre testigos, con valores mínimos de **6,8** y **7,1** MPa en losa y pilares respectivamente. Se recomienda estudiar la influencia de estos resultados en la seguridad de la estructura y valorar la ampliación del muestreo llevado a cabo.

5.- CALIDAD DEL ACERO: ARMADURAS

5.1.- IDENTIFICACIÓN DE ARMADO

5.1.1.- RECONOCIMIENTO PACHOMÉTRICO

Este método indirecto localiza la posición de las armaduras por métodos magnéticos. Para ello se ha utilizado un pachómetro de la casa Elcometer modelo 331.

Se ha dejado marcado in situ la posición de las armaduras detectadas (marca roja) en los diferentes elementos chequeados, tanto las principales como los estribos.

En algunos casos se ha indicado los recubrimientos teóricos de la armadura en el punto medido (indicado en mm.). Se ha de tener en cuenta que al ser un método indirecto los valores son indicativos pudiendo no coincidir con los reales.



Detalle del equipo.

5.1.2.- IDENTIFICACIÓN DE ARMADURAS

En algunas de las zonas donde se ha llevado a cabo la detección del armado con pachómetro, se procede después al picado para descubrir el acero detectado y poder proceder a su identificación de tipo y diámetro.

Las armaduras comprobadas mediante catas por picado muestran armaduras de acero liso.

Los elementos y localización de armaduras llevado a cabo figura en los planos anteriores, ya que se han llevado a cabo en las mismas caras de los pilares donde se han obtenido los testigos.

ARMADO DE PILARES (1 CARA INSPECCIONADA)

PLANTA	UBICACIÓN	ARMADURA PRINCIPAL		ESTRIBOS		
		Uds.	Recubrimiento (mm)	Ø	Separación (cm)	Recubrimiento (mm)
P. BAJA	T-4	2 de ϕ 20 mm.	27 38	6	20	37 37 44
P. 1ª	T-5	2 de ϕ 16 mm.	51 51	6	16	69 69
P. 2ª	T-6	2 de ϕ 16 mm.	39 41 44	6	20	34 41 41
P. 3ª	T-7	2 de ϕ 14 mm.	49 45	6	20	47 41 48
P. 4	T-8	2 de ϕ 14 mm.	49 40	6	17	47 47 47

5.2.- ESTADO DE LAS ARMADURAS: MEDICIÓN POTENCIAL DE MEDIA PILA

5.2.1.-Metodo

El método que se ha empleado para la evaluación del grado de corrosión en estructuras de hormigón armado se basa en la norma ASTM C876-91.

La determinación del potencial electroquímico del acero embebido en hormigón proporciona información de la probabilidad de corrosión de la armadura de una estructura de hormigón armado.

El detector funciona como un voltímetro que mide la diferencia de potencial entre la armadura de acero de la estructura de hormigón y un electrodo de referencia (semicélula) situado en la superficie del hormigón.

De manera general, tras llevar a cabo la medida de acuerdo con la norma ASTM C-876-91, la evaluación se puede basar en los siguientes criterios:

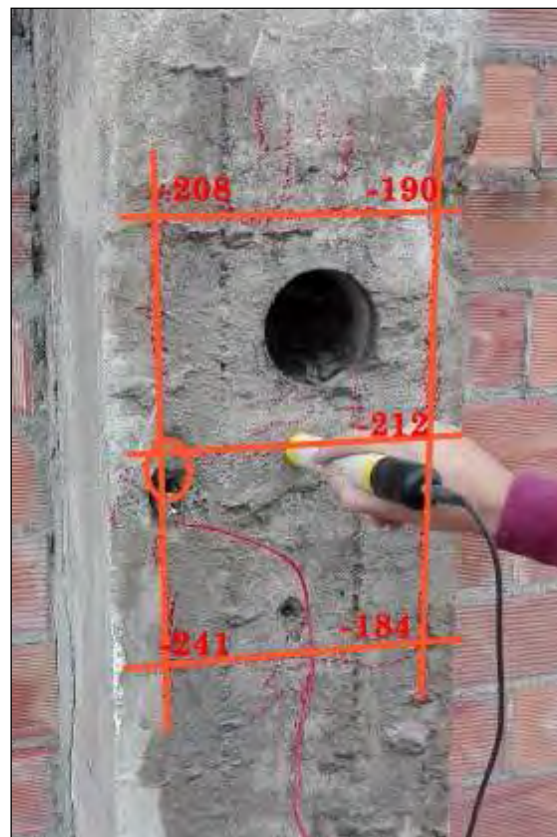
POTENCIAL (mV)	PROBABILIDAD DE CORROSIÓN
Mayor que -200	Menor del 10 %
Entre -200 y -350	Incierta
Menor que -350	Mayor del 90 %

5.2.2.- Puntos inspeccionados

Las medidas se llevaron a cabo el día 14 de enero de 2019.

A continuación figuran los elementos inspeccionados.

MEDICIÓN Nº	PLANTA	COINCIDE CON LOCALIZACIÓN DE TESTIGO
1	BAJA	T-4
2	1ª	T-5
3	2ª	T-6
4	3ª	T-7
5	4ª	T-8



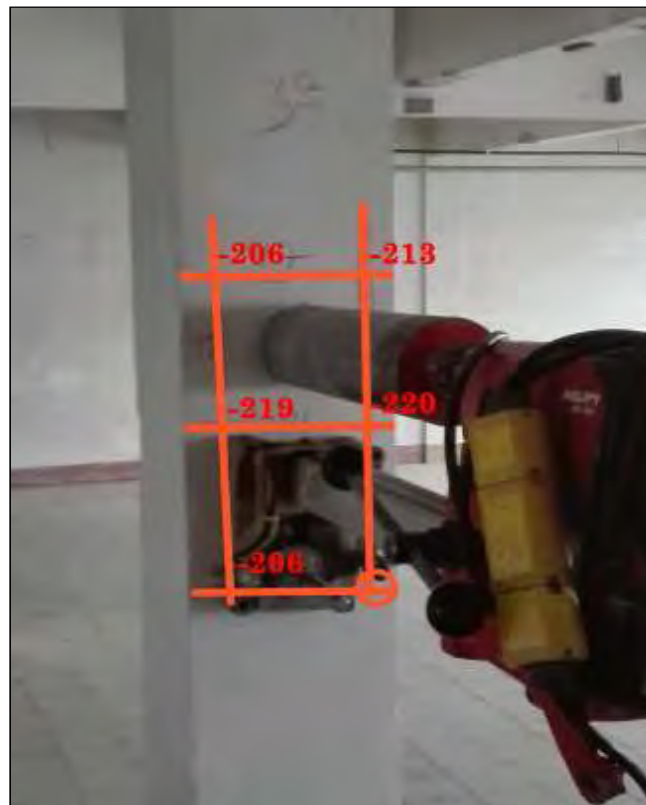
T-4: Planta Baja



T-5: planta 1ª



T-6: Planta 2ª



T-7: Planta 3ª



T-8: Planta 4ª

5.2.3.-Tabla resumen

REFERENCIA	Medidas Potencial de semicélula (mV)	
Planta Baja	-208	-190
	contacto	-212
	-241	-184
Planta 1era	-226	-240
	-241	-251
	-240	contacto
Planta 2nda	-140	-138
	-153	-150
	-168	-167
	-190	contacto
Planta 3era	-206	-215
	-219	-220
	-209	contacto
Planta 4rta	-180	-178
	-190	-193
	-200	contacto

Las medidas obtenidas de potenciales de media pila indican una probabilidad de corrosión menor del 10% en plantas 2ª y 4ª e incierta en las plantas baja, 1ª y 3ª aunque con valores muy próximos al grupo anterior.

6.- OBSERVACIONES

Ninguna.

Donostia, 28 de enero de 2019

GIKESA
Laboratorio de Ensayos

MILAGROS LOSAÑEZ
VºBº Directora

MERCEDES ARAQUISTAIN
Técnico Responsable de Área

DOCUMENTO ELECTRÓNICO FIRMADO DIGITALMENTE

Nota: De acuerdo con los criterios generales establecidos en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2005 los resultados de este Acta de Resultados afectan únicamente a las muestras ensayadas quedando prohibida la reproducción parcial de este documento, salvo autorización por escrito de GIKESA.

GIKESA, se encuentra inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos para el control de calidad de la edificación con el nº de registro: PVS-L-005 (<http://www.codigotecnico.org>)



EDIFICIO CADENAS VICINAY - BILBAO
ESTUDIO DEL HORMIGÓN DE LA ESTRUCTURA

GOBIERNO VASCO
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETO
3. ANTECEDENTES
- 4.-TRABAJOS REALIZADOS
- 5.- CALIDAD DEL HORMIGÓN: RECONOCIMIENTO ESCLEROMÉTRICO
 - 5.1. Método operativo
 - 5.2. Resultados obtenidos
 - 5.3. Comentarios
6. CALIDAD DEL HORMIGÓN: RECONOCIMIENTO ULTRASÓNICO
 - 6.1. Método operativo
 - 6.2. Resultados obtenidos
 - 6.3. Comentarios
- 7.- CALIDAD DEL HORMIGÓN: TESTIGOS DE HORMIGÓN
 - 7.1.- Puntos de extracción
 - 7.2.- Método operativo
 - 7.3.- Descripción de los testigos
 - 7.4.- Profundidad de carbonatación
 - 7.5.- Densidad aparente volumétrica
 - 7.6.- Ensayo a compresión
 - 7.6.- Comentarios
8. CORRELACIONES
9. OBSERVACIONES

GOBIERNO VASCO
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN

EXPEDIENTE:	20190091
Nº ACTA:	2609 / 2019
OBRA:	EDIFICIO CADENAS VICINAY – BILBAO.
FECHA:	21 de marzo de 2019

**ACTA DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DESTINADOS A DETERMINAR LAS
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE UNA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN**

1.- INTRODUCCIÓN

A instancias del peticionario, GOBIERNO VASCO - Departamento de Educación, y a través del Arquitecto D. Javier Garcia Basterra, fueron solicitados los servicios de GIKESA, Laboratorio de Ensayos, para llevar a cabo un estudio de la calidad del hormigón de la estructura del edificio “Cadenas Vicinay” situado la Ribera de Deusto en la localidad de Bilbao.

2.- OBJETO

Es objeto de este informe presentar los resultados obtenidos en los ensayos realizados “in situ” y en Laboratorio sobre las muestras extraídas in situ.

3.- ANTECEDENTES

El edificio “Cadenas Vicinay” es un edificio exento, de planta rectangular, que data de los años 1945-1946. En los planos que se conservan se ve que el edificio fue proyectado para el Archivo del Banco de Bilbao. Disponía de una planta baja y planta primera, así como un bajocubierta con techo inclinado. La planta baja no apoya directamente en el terreno, existiendo un vacío sanitario bajo la misma. La estructura del inmueble es de hormigón armado

El edificio sufrió una transformación significativa al realizarse un levante de tres plantas. Los planos conservados están fechados en el año 1952. Para ello se habría eliminado la cubierta inclinada manteniendo el resto de la estructura. El esquema estructural de las tres nuevas plantas sigue el esquema de las dos plantas inferiores. Consta de tres tipos de elementos principales:

Pilares

Vigas principales y brochales

Losas macizas de hormigón

En el momento actual la estructura está a la vista en gran parte, manteniendo un cierto uso en la planta baja y primera.

A principios de 2019 se llevó a cabo un estudio de la estructura del edificio solicitado por el Estudio de Arquitectura y Urbanismo Anasagasti-Basterra-Ereño S.L.P. representado por el arquitecto D. Pedro Anasagasti. El alcance de los trabajos fue el siguiente:

ACTUACIÓN TIPO		ENSAYOS REALIZADOS	ACTA Nº
HORMIGÓN	PROBETAS TESTIGO	5 Uds. PILARES (uno por planta) 3 Uds. LOSAS. (dos en losas originales y uno en losa de levante)	610 / 2019
	SOBRE LAS PROBETAS TESTIGO	PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN DENSIDAD APARENTE VOLUMÉTRICA RECONOCIMIENTO ULTRASÓNICO RESISTENCIA A COMPRESIÓN	
ACERO	SOBRE LAS ARMADURAS IN SITU	Control de medición del armado existente Medición potencial de media pila (En los 5 pilares con extracción de testigos).	
LOSA	IN SITU	Prueba de Carga Estática	776 / 2019

A raíz del estudio anterior se nos traslada desde el Gobierno Vasco a través de su Departamento de Educación la necesidad de completar/ampliar el mismo, dando lugar al presupuesto de actuación, de referencia 20190074 que fue aprobado por el peticionario.

4.- TRABAJOS REALIZADOS

El planteamiento del estudio ha pasado primeramente por la realización in situ de diversos ensayos informativos, esclerómetro y velocidad de ultrasonidos en los pilares de las diferentes plantas.

Su alcance se ha fijado a raíz de los resultados del primer estudio y se ha centrado sobre todo en la planta primera, que fue donde se obtuvieron los resultados más bajos. Se han realizado tanto en nuevos pilares como en los pilares en los que se obtuvo testigo en el primer estudio.

Ha existido una preparación previa de las caras de los pilares para eliminar los revestimientos existentes que ha sido realizado por una subcontrata de albañilería.

La distribución de los ensayos realizados puede verse en el siguiente cuadro:

ENSAYOS INFORMATIVOS		
PLANTA	ENSAYOS ESCLEROMÉTRICOS (ÍNDICE DE REBOTE)	ENSAYOS ULTRASÓNICOS (VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN LINEAL)
BAJA	6	6
1ª	16	16
2ª	9	9
3ª	9	9
4ª	9	9
TOTAL UDS.	49	49

Una vez realizados y analizados los ensayos informativos se han seleccionado los pilares donde se va a proceder a la extracción de los tres testigos planteados.

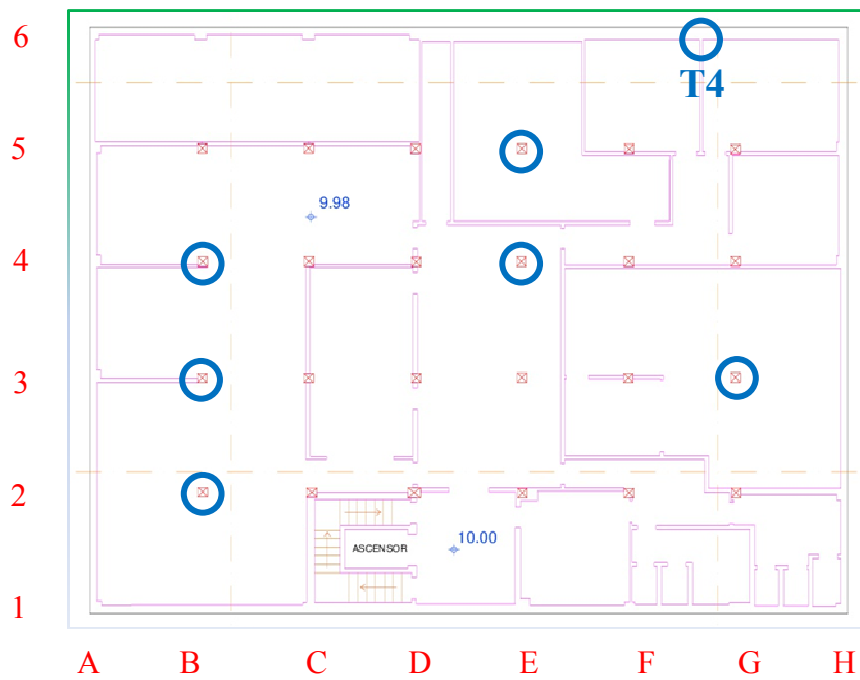
Tras la obtención y ensayo a compresión de éstos se procede a un estudio de correlaciones entre los ensayos informativos llevados a cabo in situ y la totalidad de valores de resistencia a compresión obtenida de testigos, incluidos los del primer estudio.

En los siguientes planos figura la localización de todos los elementos ensayados:

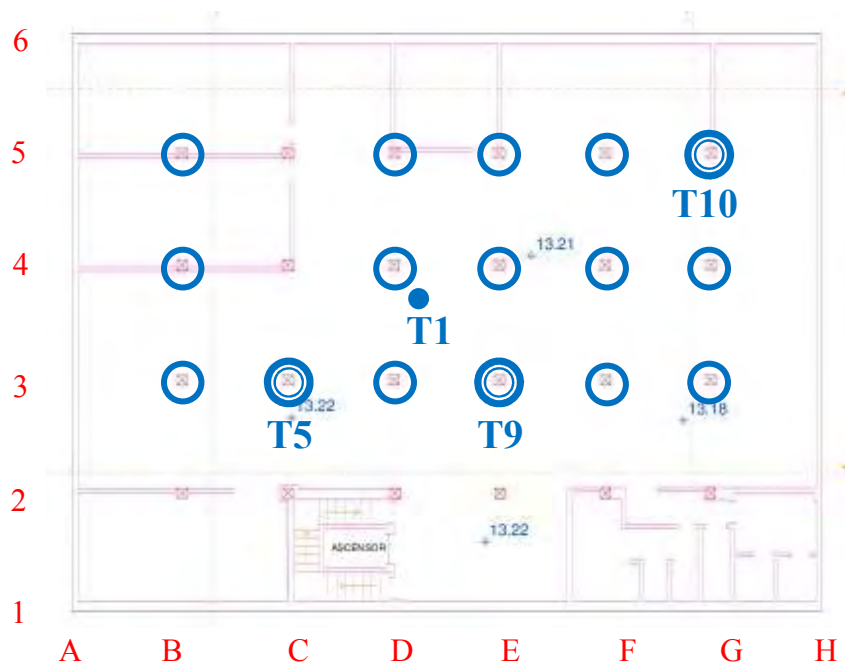
- 8 testigos del primer estudio (T1 a T8, losas y pilares)
- 3 testigos del estudio actual (T9 a T11, pilares)

Los pilares ensayados se han identificado mediante referencias cartesianas.

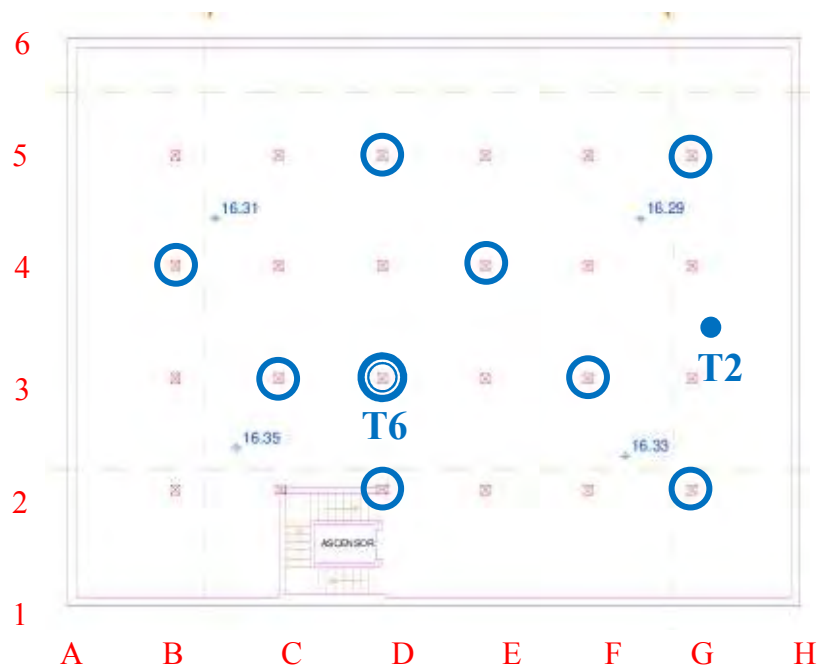
PLANTA BAJA



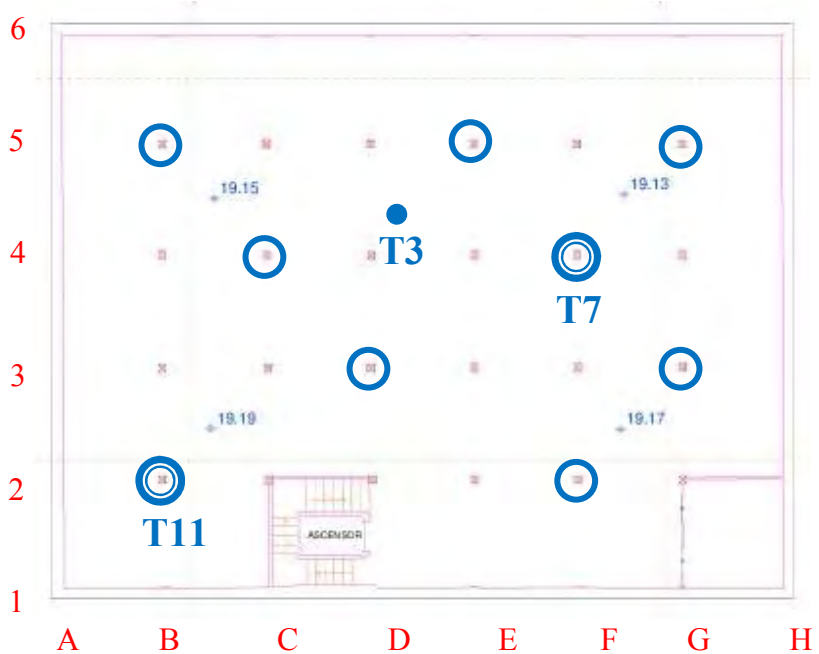
PLANTA PRIMERA



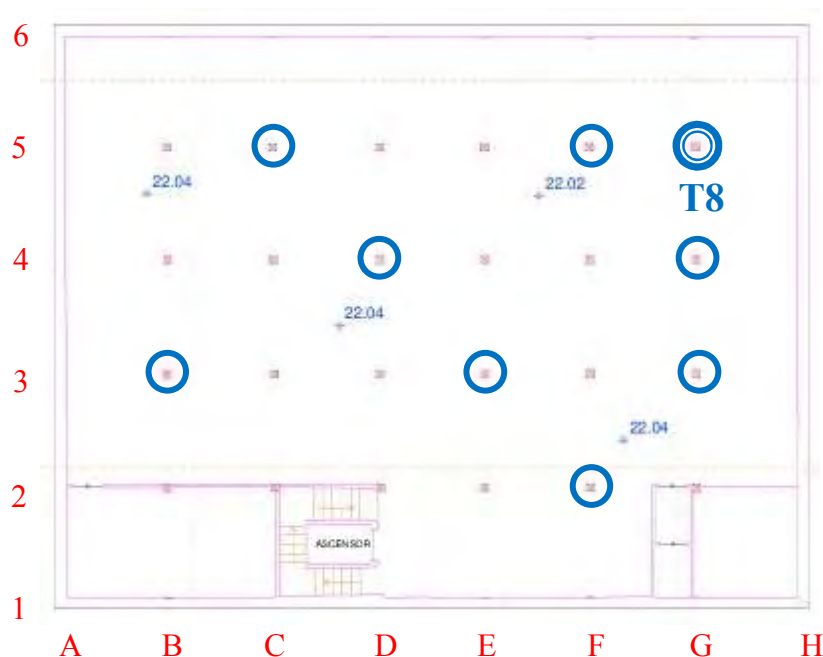
PLANTA SEGUNDA



PLANTA TERCERA



PLANTA CUARTA



5.- CALIDAD DEL HORMIGÓN: RECONOCIMIENTO ESCLEROMÉTRICO

5.1.- MÉTODO OPERATIVO

El reconocimiento esclerométrico se ha realizado según norma UNE-EN 12504-2 :2002, “Ensayos de hormigón en Estructuras. Parte 2: Ensayos no destructivos. Determinación del índice de rebote”.

El aparato utilizado ha sido un Esclerómetro Schmidt, tipo N, de la firma Proceq, (Cód. LN). La dirección del ensayo es horizontal en todos los casos.

Indicar las limitaciones del método indicadas en la propia norma de ensayo y en el manual del fabricante.

Además, se han auscultado los pilares en los que se disponía resistencia a compresión que figuran en el informe redactado por GIKESA de referencia 610 /2019.

Previamente al ensayo han sido detectadas las armaduras por reconocimiento pachométrico con el fin de evitarlas en los puntos de aplicación del rebote y ha sido eliminado el revestimiento existente hasta llegar al hormigón.

La inspección ha sido llevada a cabo el día 21 de febrero de 2019.



Detección de armaduras con pachómetro en pilar.



Obtención del índice de rebote con esclerómetro en un pilar.

5.2.- RESULTADOS OBTENIDOS

PLANTA	PILAR	ÍNDICE DE REBOTE											
		VALORES INDIVIDUALES										VALOR MEDIO	MEDIANA
P. BAJA	2B	38	39	36	36	36	40	38	38	36	38	38	38
	3B	50	48	44	50	50	48	44	46	50	48	48	48
	4B	34	34	34	34	36	34	34	36	34	34	34	34
	4E	42	46	42	44	44	42	42	42	42	42	43	42
	5E	46	50	44	44	44	43	46	42	45	42	45	44
	3G	36	34	34	34	34	38	38	36	36	36	36	36
P. 1ª	3G	37	38	37	40	42	38	38	40	42	38	39	38
	4G	36	36	36	38	37	36	35	35	34	40	36	36
	5G	34	32	30	32	30	30	30	32	30	30	31	30
	3F	36	40	34	34	34	35	36	36	36	37	36	36
	4F	30	32	30	30	34	36	36	34	34	36	33	34
	5F	32	34	32	32	30	36	32	32	32	34	33	32
	3E	32	34	30	34	36	30	34	30	30	34	32	33
	4E	42	44	44	44	44	44	42	44	46	44	44	44
	5E	30	32	32	30	34	34	32	30	34	34	32	32
	3D	28	28	26	26	26	28	30	28	28	28	28	28
	4D	38	42	36	34	38	38	34	36	36	36	37	36
	5D	50	50	48	48	48	50	43	50	48	48	48	48
	3B	36	36	36	34	33	35	36	36	35	36	35	36
	4B	34	34	32	36	34	36	36	34	36	36	35	35
	5B	46	46	48	50	48	49	50	50	50	49	49	49
	3C	36	32	32	30	32	30	34	34	30	30	32	32

PLANTA	PILAR	INDICE DE REBOTE											
		VALORES INDIVIDUALES										VALOR MEDIO	MEDIANA
P. 2ª	2G	38	36	34	38	36	36	34	38	38	36	36	36
	5G	38	40	38	38	40	38	38	36	40	36	38	38
	3F	36	35	42	38	38	38	37	38	38	36	38	38
	4E	36	38	38	40	42	38	38	38	38	38	38	38
	2D	38	38	36	39	42	40	42	42	38	42	40	40
	5D	40	40	42	39	36	44	44	40	40	40	41	40
	3C	40	38	42	42	40	44	42	42	40	42	41	42
	4B	44	46	43	46	42	46	46	47	44	46	45	46
	3D	42	43	41	44	41	42	40	42	41	43	42	42
P. 3ª	3G	38	40	36	36	38	36	36	36	38	38	37	37
	5G	40	42	38	36	38	36	36	40	38	38	38	38
	2F	42	41	46	46	42	44	40	44	45	45	44	44
	5E	38	38	36	34	34	32	34	36	34	36	35	35
	3D	39	36	40	36	38	36	34	36	36	36	37	36
	4C	35	34	33	34	33	32	36	36	38	36	35	35
	5B	48	46	44	48	44	45	47	48	49	49	47	48
	2B	39	39	36	36	36	34	35	34	38	34	36	36
	4F	36	38	40	41	38	39	38	40	41	41	39	40
P. 4ª	4G	44	42	44	42	44	42	40	42	44	42	43	42
	3G	46	42	46	44	42	44	46	46	42	42	44	44
	2F	42	40	42	46	42	46	44	42	46	46	44	43
	5F	40	46	42	42	40	44	46	42	46	42	43	42
	3E	42	42	43	44	44	42	46	42	42	46	43	43
	4D	40	38	40	44	41	42	38	40	38	40	40	40
	5C	45	48	49	50	51	52	48	52	50	51	50	50
	3B	48	52	51	48	46	48	48	51	48	48	49	48
	5G	42	46	40	39	39	38	38	38	38	41	40	39

5.3.- COMENTARIOS

La citada norma UNE-EN 12504-2:2002 indica en su apartado 1:

- NOTA 1. El índice de rebote determinado por este método puede usarse para la comprobación de la uniformidad del hormigón in situ, para delimitar zonas o áreas de pobre calidad u hormigón deteriorado en estructuras.

- NOTA 2. El método de ensayo no debe ser entendido como una alternativa a la determinación de la resistencia a la compresión del hormigón, pero con una adecuada correlación se puede estimar la resistencia in situ.

A la vista de los valores obtenidos se han clasificado en tres grupos:

INDICE DE REBOTE	CALIDAD DEL HORMIGÓN
< 35	MALA
35 a 45	ACEPTABLE
> 45	BUENA

6.- CALIDAD DEL HORMIGÓN: RECONOCIMIENTO ULTRASÓNICO

6.1.- METODO OPERATIVO

El reconocimiento ultrasónico se ha realizado según norma UNE-EN 12504-4:2002, “Ensayos de hormigón en Estructuras. Parte 4. Determinación de la velocidad de los impulsos ultrasónicos”.

La inspección ha sido llevada a cabo el día 21 de febrero de 2019.

El aparato utilizado ha sido un equipo de ultrasonidos modelo EI-H 0394 de Proeti.

El método aplicado ha sido el de transmisión directa, es decir, los palpadores son colocados en caras opuestas del elemento.



Realización de impulsos ultrasónicos entre caras opuestas de pilar.

6.2.- RESULTADOS OBTENIDOS

LOCALIZACION	PILAR	ALTURA DESDE LA BASE (CM)	RECORRIDO (CM)	TIEMPO (μS)	VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN ULTRASÓNICA (m/s)	
PLANTA BAJA	2B	137	35,00	108,5	3226	3212
				107,8	3247	
				110,6	3165	
	3B	135	35,00	121,8	2874	2903
				118,4	2956	
				121,5	2881	
	4B	144	35,00	115,3	3036	3061
				116,5	3004	
				111,4	3142	
	4E	140	35,00	105,6	3314	3262
				109,1	3208	
				107,2	3265	
	5E	147	35,00	112,5	3111	3082
				117,8	2971	
				110,6	3165	
	3G	148	35,00	104,0	3365	3378
				101,4	3452	
				105,5	3318	
PLANTA 1ª	3D	140	30,00	107,6	2788	2805
		145		106,4	2820	
		148		106,9	2806	
	4D	140	30,00	82,8	3623	3535
		145		84,8	3538	
		143		87,1	3444	
	5D	140	30,00	98,2	3055	3146
		145		99,6	3012	
		143		89,0	3371	
	3B	146	30,00	86,4	3472	3321
		145		90,5	3315	
		145		94,5	3175	
	4B	140	30,00	101,7	2950	2939
		145		101,6	2953	
		140		102,9	2915	
	5B	145	30,00	99,1	3027	2917
		146		105,0	2857	
		143		104,7	2865	
	3G	143	30,00	84,0	3571	3559
		144		81,5	3681	
		150		87,6	3425	
	4G	145	30,00	91,7	3272	3173
		143		96,7	3102	
		145		95,4	3145	
	5G	144	30,00	120,9	2481	2465
		140		122,7	2445	
		141		121,5	2469	
	5F	145	30,00	117,1	2562	2532
		140		127,0	2362	
		150		112,3	2671	

LOCALIZACION	PILAR	ALTURA DESDE LA BASE (CM)	RECORRIDO (CM)	TIEMPO (μS)	VELOCIDAD (m/s)	
PLANTA 1ª	4F	140	30,00	101,0	2970	2957
		145		100,7	2979	
		141		102,7	2921	
	3F	141	30,00	86,0	3488	3494
		140		82,1	3654	
		145		89,8	3341	
	3E	140	30,00	105,8	2836	2676
		145		111,4	2693	
		141		120,0	2500	
	4E	145	30,00	84,7	3542	3519
		140		84,1	3567	
		143		87,0	3448	
	5E	145	30,00	94,2	3185	3076
		146		99,4	3018	
		140		99,2	3024	
	3C	120	30,00	100,9	2973	2900
				104,8	2863	
				104,7	2865	
PLANTA 2ª	2G	140	28,00	87,2	3211	3354
		141		80,9	3461	
		157		82,6	3390	
	5G	140	28,00	83,4	3357	3281
		144		88,5	3164	
		150		84,3	3321	
	3F	140	28,00	86,0	3256	3140
		143		92,1	3040	
				89,6	3125	
	4E	140	28,00	78,7	3558	3615
		144		77,8	3599	
		148		75,9	3689	
	2D	140	28,00	88,1	3178	3296
		150		87,1	3215	
		144		80,1	3496	
	5D	140	28,00	83,0	3373	3364
		141		81,8	3423	
		150		85,0	3294	
	3C	140	28,00	72,8	3846	3736
		148		77,5	3613	
		150		74,7	3748	
	4B	140	28,00	72,3	3873	3787
		145		72,7	3851	
		150		77,0	3636	
	3D	120	28,00	81,1	3453	3579
				75,2	3723	
				78,6	3562	

LOCALIZACION	PILAR	ALTURA DESDE LA BASE (CM)	RECORRIDO (CM)	TIEMPO (μS)	VELOCIDAD (m/s)	
PLANTA 3ª	3G	140	25,00	84,9	2945	2984
		138		79,3	3153	
		145		87,6	2854	
	5G	140	25,00	87,2	2867	2840
		145		87,6	2854	
		147		89,3	2800	
	2F	140	25,00	80,0	3125	3047
		141		81,1	3083	
		145		85,2	2934	
	5E	140	25,00	86,0	2907	3042
		143		77,5	3226	
		142		83,5	2994	
	3D	133	25,00	83,6	2990	2960
		134		84,3	2966	
		137		85,5	2924	
	4C	130	25,00	74,0	3378	3241
		132		75,1	3329	
		138		82,9	3016	
	5B	130	25,00	74,5	3356	3279
		134		75,1	3329	
		140		79,3	3153	
	2B	130	25,00	93,1	2685	2677
		133		94,0	2660	
		140		93,1	2685	
	4F	128	25,00	78,2	3197	3204
				78,3	3193	
				77,6	3222	
PLANTA 4ª	4G	140	25,00	72,4	3453	3422
		142		74,4	3360	
		148		72,4	3453	
	3G	140	25,00	78,4	3189	3243
		141		76,4	3272	
		143		76,5	3268	
	2F	140	25,00	80,7	3098	3252
		143		74,5	3356	
		145		75,7	3303	
	5F	148	25,00	74,1	3374	3391
		150		74,6	3351	
		155		72,5	3448	
	3E	138	25,00	72,4	3453	3317
		139		75,7	3303	
		138		78,2	3197	
	4D	138	25,00	73,4	3406	3297
		139		76,2	3281	
		147		78,0	3205	
	5C	137	25,00	77,2	3238	3295
				77,9	3209	
				72,7	3439	
	3B	140	25,00	72,8	3434	3391
		139		74,0	3378	
		148		74,4	3360	
	5G	115	25,00	64,1	3900	3835
				66,7	3748	
				64,8	3858	

6.3.- COMENTARIOS

Bibliografía especializada y concretamente “Patología terapéutica del hormigón armado” del profesor M. Fernández Cánovas, en su apartado de Ensayos Ultrasónicos cita:

“Dadas las muchas variables que intervienen en la resistencia del hormigón y que afectan a la velocidad de propagación, algunos autores proponen que ésta sea un índice de la calidad del mismo, tal como la indicada en el cuadro...”

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN LINEAL (m/seg.)	CALIDAD DEL HORMIGÓN
2.100 A 3.000	MALA
3.001 A 3.600	ACEPTABLE
3.600 A 4.500	BUENA

7.- CALIDAD DEL HORMIGÓN: TESTIGOS DE HORMIGÓN

7.1.- PUNTOS DE EXTRACCIÓN

La extracción de los testigos, se llevó a cabo el 5 de marzo de 2019.

7.2.-MÉTODO OPERATORIO

La extracción se ha ajustado a las prescripciones de las normas UNE-EN 12504-1:2001. Previamente se ha realizado el replanteo de la posición de las armaduras existentes mediante una sonda magnética con el fin de no dañarlas.

Se ha empleado una sonda rotativa HILTI refrigerada por agua y provista de corona de diamante de diámetro nominal 100 mm. Los testigos no se realizan pasantes.

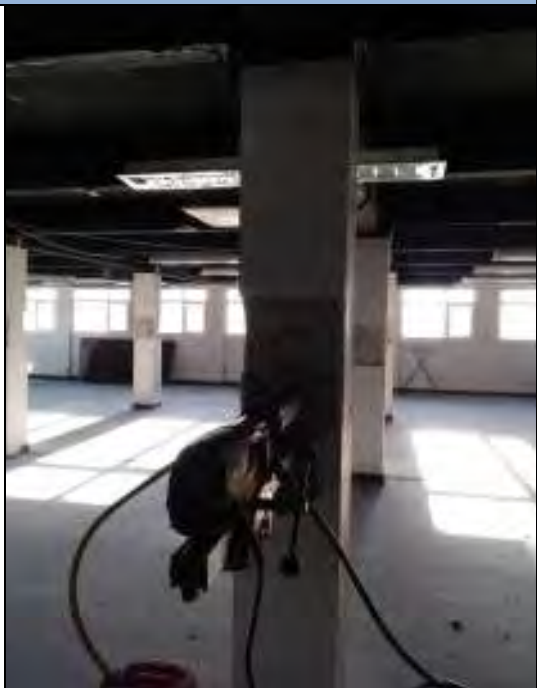
Finalizada la extracción se ha procedido a rellenar los taladros mediante un mortero de alta resistencia y sin retracción, a fin de garantizar la unión entre los dos elementos.

Posteriormente, en el laboratorio, las operaciones de tallado han sido realizadas con una sierra de disco marca Husqvarna TS 400 F que cuenta con un disco de diamante de 400 mm de diámetro.

El ajuste de las probetas se ha efectuado en las dos bases mediante pulido por vía húmeda con equipo diamantado de la casa Ibertest. Hasta el momento del ensayo los testigos se han mantenido en el ambiente del Laboratorio: H.R: 65% y T: 20 ± 2°C.

7.3.- DESCRIPCIÓN DE LOS TESTIGOS

TESTIGO T9: PILAR 3E PLANTA 1ª	
Longitud perforada y extraída: 15,64 cm. Extraído en un único fragmento. Tamaño máximo del árido medido: 20 mm.	

TESTIGO T10: PILAR 5G PLANTA 1ª	
Longitud perforada y extraída: 15,10 cm. Extraído en un único fragmento. Tamaño máximo del árido medido: 16 mm.	

TESTIGO T11: PILAR 2B PLANTA 3ª

Longitud perforada y extraída: 14,65 cm.

Extraído en un único fragmento.

Tamaño máximo del árido medido: 16 mm.



Detalle de los testigos de pilares antes de ser tallados.

7.4.- PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

Sobre testigo recién extraído se ha procedido a aplicar en las generatrices del cilindro una solución de fenoltaleína al 1 % con el fin de determinar la profundidad de carbonatación.

La coloración rosa púrpura intensa indica la no carbonatación del hormigón. En el caso de detectarse carbonatación, no se produce coloración.

Así, la profundidad de carbonatación es la distancia existente entre la superficie del hormigón y el borde de la zona rosa.



Proceso de aplicación de la fenoltaleína en uno de los testigos

TESTIGO N°	LOCALIZACIÓN	PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN (cm.)
T9	PILAR 3E PLANTA 1ª	15,64 (todo lo extraído)
T10	PILAR 5G PLANTA 1ª	15,10 (todo lo extraído)
T11	PILAR 2B PLANTA 3ª	2,40

7.5.- DENSIDAD APARENTE VOLUMÉTRICA

TESTIGO	LOCALIZACIÓN	DIÁMETRO (cm)	ALTURA TRAS AJUSTE (cm)	PESO NATURAL (g)	DENSIDAD APARENTE VOLUMÉTRICA (kg/m³)
T9	PILAR 3E PLANTA 1ª	9,85	12,28	2.072,9	2.215
T10	PILAR 5G PLANTA 1ª	9,85	12,45	2.103,1	2.217
T11	PILAR 2B PLANTA 3ª	9,84	12,89	2.069,8	2.112

7.6.- ENSAYO A COMPRESIÓN

La rotura a compresión se ha llevado a cabo el día 7 de marzo de 2019 en una prensa de 150 T. automática de la casa SUZPECAR-TCC (Clase 1).

Los testigos obtenidos no satisfacen el valor de esbeltez 2 ($\pm 5\%$), establecido en la norma de referencia. No obstante, se ha considerado oportuno, al menos con carácter informativo, aplicar el factor de corrección por dicho motivo.

Los resultados obtenidos figuran en el cuadro siguiente:

TESTIGO	Localización	CARGA ROTURA		ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	TENSIÓN DE ROTURA CORREGIDA	
		Kp	KN.			Kp/cm ²	N/mm ²
T9	Pilar 3E - P. 1ª	7.953	77,94	1,25	0,940	98	9,6
T10	Pilar 3E - P. 1ª	6.212	60,88	1,26	0,941	77	7,5
T11	Pilar 3E - P. 1ª	10.911	106,93	1,31	0,945	136	13,3

A continuación figuran los resultados a compresión de los ocho testigos realizados en el edificio en el estudio anterior.

TESTIGO	LOCALIZACIÓN	TENSIÓN DE ROTURA CORREGIDA N/mm ²
T1	LOSA PLANTA 1ª	12,6
T2	LOSA PLANTA 2ª	6,8
T3	LOSA PLANTA 3ª	15,4
T4	PILAR 6G PLANTA BAJA	21,3
T5	PILAR 3C PLANTA 1ª	7,1
T6	PILAR 3D PLANTA 2ª	15,4
T7	PILAR 4F PLANTA 3ª	9,7
T8	PILAR 5G PLANTA 4ª	21,0

7.7.- COMENTARIOS

Profundidad de carbonatación

Todos los testigos de pilares presentan una cierta carbonatación y en los dos de planta primera alcanza toda la profundidad del hormigón extraído.

Ello significa que existe una reducción de la alcalinidad normal del hormigón en esa profundidad y por tanto el hormigón no poseería la capacidad química de proteger al acero que estuviera embebido en esa zona.

Densidad

Referencias en bibliografía de M. Fernandez Cánovas “Hormigón” señalan:

En el caso de los hormigones tradicionales en masa, su valor suele estar comprendido entre 2,2 y 2,4 Kg/dm³.

La densidad de los hormigones es muy variable y depende en gran medida de los áridos (tipo y granulometría) y del grado de compactación. Para igualdad de componentes y misma naturaleza de los áridos, la mayor densidad se obtendrá con la mayor compacidad, es decir, cuanto menor sea la cantidad de huecos que tenga el hormigón.

Dos de los valores obtenidos se encuentran entre estos valores, si bien en el rango bajo y un tercer testigo presenta un valor de densidad inferior.

Resistencia a compresión

La Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 en su Artículo 86.8 Ensayos de información complementaria del hormigón. Comentarios, indica:

"Puede tenerse en cuenta que, por diferencia de compactación y otros efectos, las probetas testigo presentan una resistencia algo inferior a las probetas moldeadas a igualdad de otros factores (condiciones de curado, edad, etc.)."

"El proceso de extracción de probetas testigo mediante trépano provoca generalmente un cierto nivel de daño en el propio hormigón que se pretende evaluar, mediante la aparición de microfisuras que pueden tener su incidencia en los resultados obtenidos al proceder a su rotura a compresión. Por ello, se recomienda valorar la aplicación de factores de corrección de los resultados que permitan tener en cuenta tales efectos. A falta de datos específicos para cada caso, es habitual considerar que, para hormigones normales, el referido efecto provoca una disminución de un diez por ciento en la resistencia."

Existe una gran dispersión de resistencia entre testigos, con valores mínimos de **7,1, 7,5** MPa. en pilares de planta primera.

8.- CORRELACIONES

Con los valores de los ensayos informativos obtenidos in situ en los pilares y la resistencia a compresión de sus testigos, se obtienen dos grupos:

“índice de rebote – resistencia a compresión” y

“velocidad de propagación de ultrasonidos – resistencia a compresión”

La relación de datos obtenidos a partir de los cuales se obtienen dichos pares de valores es la siguiente:

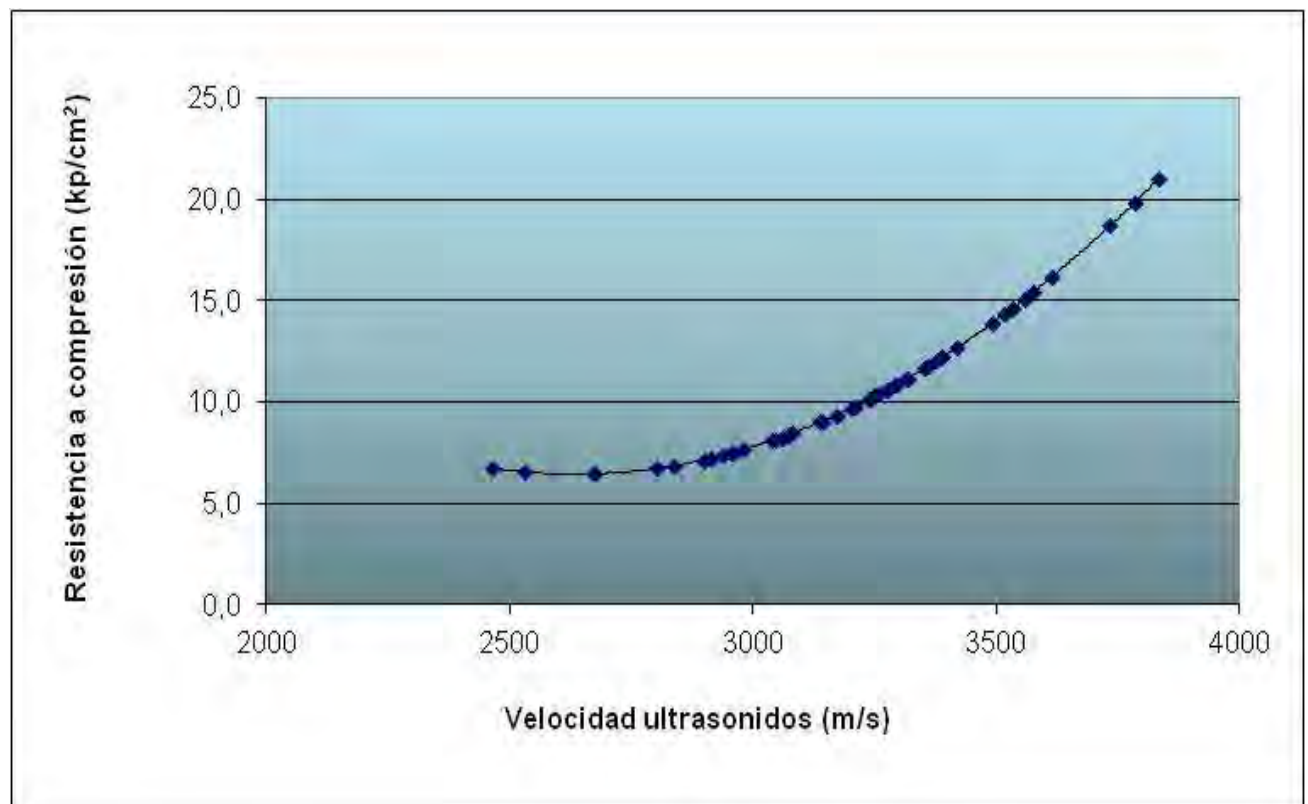
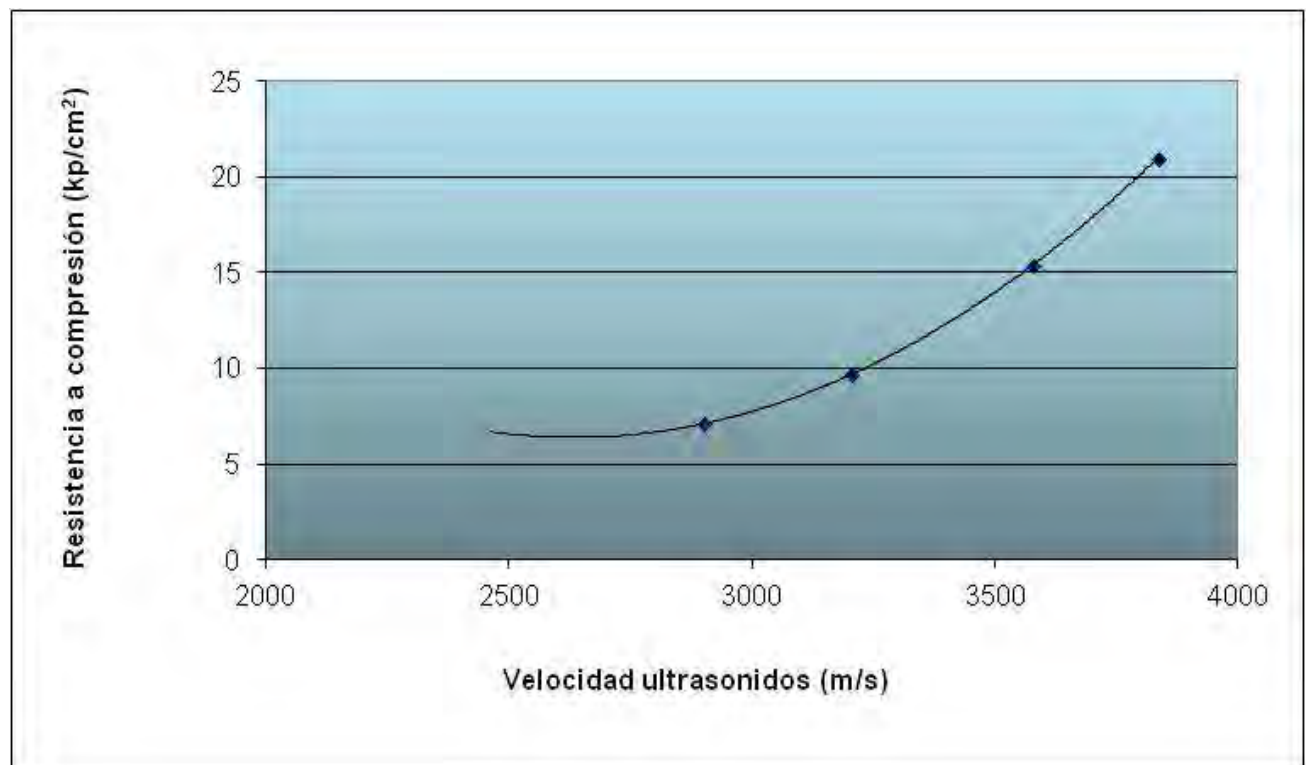
ESTUDIO	PILAR - PLANTA	ÍNDICE DE REBOTE	VELOCIDAD DE ULTRASONIDOS (m/s)	R. COMPRESIÓN DEL TESTIGO (MPa)
INICIAL	3C Planta 1ª	32	2.900	7,1
	3D Planta 2ª	42	3.579	15,4
	4F Planta 3ª	39	3.204	9,7
	5G Planta 4ª	40	3.835	21,0
ACTUAL	5G Planta 1ª	31	2.465	7,5
	3E Planta 1ª	32	2.676	9,6
	2B Planta 3ª	36	2.677	13,3

Se ha procedido al estudio de diversas correlaciones desestimándose aquellas que no presentan un buen coeficiente de regresión.

Finalmente se ha elegido la obtenida entre la velocidad de ultrasonidos de los pilares del primer estudio y su resistencia a compresión ya que la correlación obtenida presenta un coeficiente de regresión R=1 (óptimo), siendo:

$$y = 1,014E-05x^2 - 0,05344x + 76,83$$

A continuación figura su gráfica, una para los cuatro pares de valores y otra para el conjunto de valores estimados de resistencia:



LOCALIZACION	PILAR	VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN ULTRASÓNICA (m/s)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (N/mm ²)	ESTIMACIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN (N/mm ²)
PLANTA BAJA	2B	3212		9,8
	3B	2903		7,1
	4B	3061		8,3
	4E	3262		10,4
	5E	3082		8,4
	3G	3378		12,0
	6G	-	21,3	21,3
PLANTA 1ª	3D	2805		6,7
	4D	3535		14,6
	5D	3146		9,1
	3B	3321		11,2
	4B	2939		7,4
	5B	2917		7,2
	3G	3559		15,1
	4G	3173		9,4
	5G	2465	7,5	7,5
	5F	2532		6,5
	4F	2957		7,5
	3F	3494		13,9
	3E	2676	9,6	9,6
	4E	3519		14,3
	5E	3076		8,4
	3C	2900	7,1	7,1
PLANTA 2ª	2G	3354		11,7
	5G	3281		10,6
	3F	3140		9,0
	4E	3615		16,2
	2D	3296		10,9
	5D	3364		11,8
	3C	3736		18,7
	4B	3787		19,9
	3D	3579	15,4	15,4

LOCALIZACION	PILAR	VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN ULTRASÓNICA (m/s)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (N/mm ²)	ESTIMACIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN (N/mm ²)
PLANTA 3ª	3G	2984		7,7
	5G	2840		6,8
	2F	3047		8,1
	5E	3042		8,1
	3D	2960		7,5
	4C	3241		10,1
	5B	3279		10,6
	2B	2677	13,3	13,3
	4F	3204	9,7	9,7
PLANTA 4ª	4G	3422		12,7
	3G	3243		10,2
	2F	3252		10,3
	5F	3391		12,2
	3E	3317		11,1
	4D	3297		10,9
	5C	3295		10,8
	3B	3391		12,2
	5G	3835	21,0	21,0

8.1- COMENTARIOS

A continuación se presenta una clasificación de los valores de resistencia a compresión estimada según los siguientes límites:

RESISTENCIA	Nº PILARES	%
$R \leq 10 \text{ N/mm}^2$	22	44
$10 \text{ N/mm}^2 < R \leq 15 \text{ N/mm}^2$	21	42
$R > 15 \text{ N/mm}^2$	7	14

LOCALIZACION	PILAR	VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN ULTRASÓNICA (m/s)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (N/mm ²)	ESTIMACIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN (N/mm ²)
PLANTA BAJA	2B	3212		9,8
	3B	2903		7,1
	4B	3061		8,3
	4E	3262		10,4
	5E	3082		8,4
	3G	3378		12,0
	6G	-	21,3	21,3
PLANTA 1ª	3D	2805		6,7
	4D	3535		14,6
	5D	3146		9,1
	3B	3321		11,2
	4B	2939		7,4
	5B	2917		7,2
	3G	3559		15,1
	4G	3173		9,4
	5G	2465	7,5	7,5
	5F	2532		6,5
	4F	2957		7,5
	3F	3494		13,9
	3E	2676	9,6	9,6
	4E	3519		14,3
	5E	3076		8,4
	3C	2900	7,1	7,1
PLANTA 2ª	2G	3354		11,7
	5G	3281		10,6
	3F	3140		9,0
	4E	3615		16,2
	2D	3296		10,9
	5D	3364		11,8
	3C	3736		18,7
	4B	3787		19,9
	3D	3579	15,4	15,4

LOCALIZACIÓN	PILAR	VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN ULTRASÓNICA (m/s)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (N/mm ²)	ESTIMACIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN (N/mm ²)
PLANTA 3ª	3G	2984		7,7
	5G	2840		6,8
	2F	3047		8,1
	5E	3042		8,1
	3D	2960		7,5
	4C	3241		10,1
	5B	3279		10,6
	2B	2677	13,3	13,3
	4F	3204	9,7	9,7
PLANTA 4ª	4G	3422		12,7
	3G	3243		10,2
	2F	3252		10,3
	5F	3391		12,2
	3E	3317		11,1
	4D	3297		10,9
	5C	3295		10,8
	3B	3391		12,2
	5G	3835	21,0	21,0

A la vista de los resultados obtenidos, se recomienda llevar a cabo un recalcu de la estructura a fin de determinar la seguridad de la misma y en su caso valorar la conveniencia de plantear un refuerzo de pilares.

9.- OBSERVACIONES

Ninguna

Donostia, 21 de marzo de 2019

GIKESA

Laboratorio de Ensayos

DOCUMENTO ELECTRÓNICO FIRMADO DIGITALMENTE

MILAGROS LOSAÑEZ

Vº Bº Directora

MERCEDES ARAQUISTAIN

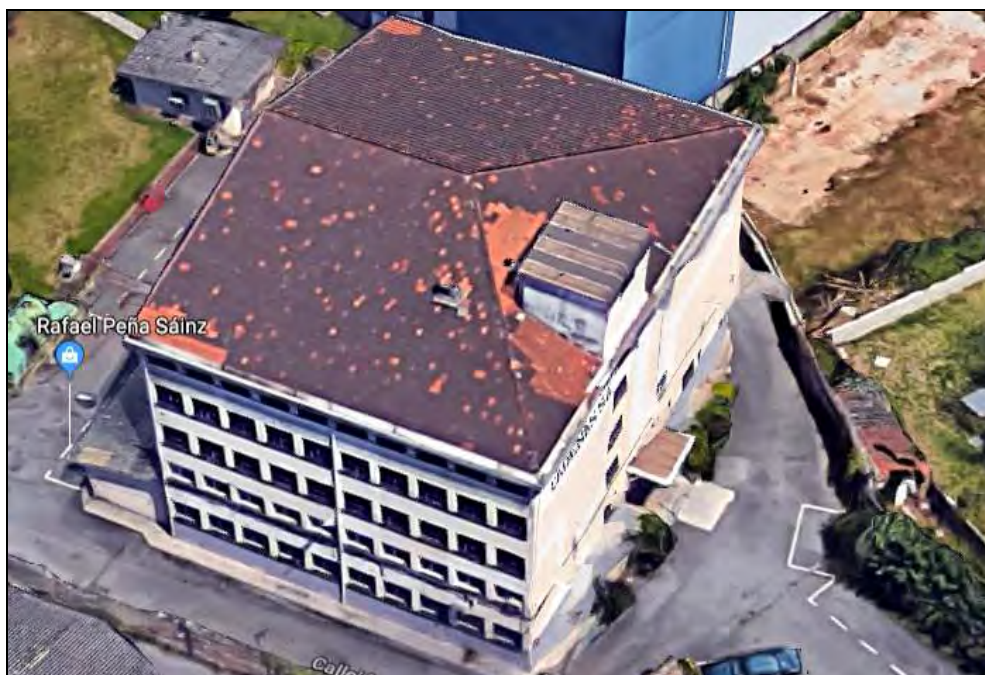
Técnico Responsable de Área

Nota: De acuerdo con los criterios generales establecidos en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2005 los resultados de este Acta de Resultados afectan únicamente a las muestras ensayadas quedando prohibida la reproducción parcial de este documento, salvo autorización por escrito de GIKESA.

GIKESA, se encuentra inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos para el control de calidad de la edificación con el nº de registro: PVS-L-005 (<http://www.codigotecnico.org>)

ACTA Nº 2609/2019

Página 28 de 28



EDIFICIO CADENAS VICINAY- BILBAO

PRUEBA DE CARGA EN PLANTA 2ª

**ESTUDIO DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
ANASAGASTI-BASTERRA-EREÑO S. L. P.**



ÍNDICE

1.-INTRODUCCIÓN

2.-OBJETO DEL INFORME

3.-PRUEBA DE CARGA

3.1. ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA DE CARGA

3.3. RESULTADOS OBTENIDOS

3.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.5. ESPECIFICACIONES

4.- COMENTARIOS

5.- OBSERVACIONES

ESTUDIO DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
ANASAGASTI-BASTERRA-EREÑO S.L.P.

EXPEDIENTE:	20190029
Nº ACTA:	776/2019
OBRA:	Edificio CADENAS VICINAY - BILBAO.
FECHA:	30 de enero de 2019

ACTA DE RESULTADOS DE PRUEBA DE CARGA ESTÁTICA DE FORJADO

1.- INTRODUCCIÓN

A instancias del peticionario y en su representación el arquitecto D. Pedro Anasagasti, fueron solicitados los servicios de GIKESA, Laboratorio de Ensayos, para la realización de una prueba de carga de forjado en el edificio industrial que albergó la empresa “Cadenas Vicinay” situado en la Ribera de Deusto nº 41 de Bilbao, de cara a la rehabilitación integral a que va a ser sometido.

2.- OBJETO DEL INFORME

Es objeto de este informe presentar los resultados obtenidos en la prueba de carga llevada a cabo en el forjado del suelo de la planta segunda de la obra de referencia.

3.- PRUEBA DE CARGA

3.1. ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

El peticionario se pone en contacto con Gikesa solicitando un estudio de la estructura de hormigón del edificio de referencia, acordándose un alcance de los trabajos que se recoge en la oferta técnica aceptada nº 2018 0886.

Personal técnico de Gikesa realizó el día 24 de octubre, junto con el peticionario, una visita al pabellón con el fin de conocer in situ el estado de la estructura y concretar al mismo tiempo el alcance final de los ensayos a llevar a cabo.

Se trata de un edificio exento, de planta rectangular (28 m. x 20 m. aproximadamente), que data de los años 1945-1946. En los planos que se conservan se ve que el edificio fue proyectado para el Archivo del Banco de Bilbao. Disponía de una planta baja y planta primera, así como un bajocubierta con techo inclinado. La planta baja no apoya directamente en el terreno, existiendo un vacío sanitario bajo la misma. La estructura del inmueble es de hormigón armado

El edificio sufrió una transformación significativa al realizarse un levante de tres plantas. Los planos conservados están fechados en el año 1952. Para ello se habría eliminado la cubierta inclinada manteniendo el resto de la estructura. El esquema estructural de las tres nuevas plantas sigue el patrón de las dos plantas inferiores.

En el momento de la visita la estructura está a la vista en gran parte, manteniendo un cierto uso en la planta baja y primera. Consta de tres tipos de elementos principales:

Pilares

Vigas principales y brochales

Losas macizas de hormigón

La oferta planteada contempla además del estudio del hormigón y de la comprobación del estado del acero, una prueba de carga. Este informe es el específico de la prueba de carga.

Previamente se ha llevado a cabo un estudio de la calidad del hormigón y estado del acero. Todo ello recogido en el Acta nº 610/2019.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA DE CARGA

La realización de la prueba de carga tiene por objeto comprobar el comportamiento de la estructura bajo las cargas de ensayo. Su ejecución se ha llevado a cabo de acuerdo con lo especificado en la norma UNE 7457.86 "Realización de ensayos estáticos de puesta en carga sobre estructuras de piso en edificación".

Se elige como zona a cargar un vano completo entre cuatro pilares del forjado del suelo de la planta segunda, siendo por tanto un forjado correspondiente a la estructura original. (Croquis nº 1).

Dicha planta no dispone de tabiquería, tampoco la planta primera. Existe un solado que es de baldosa cerámica y mortero.

La tipología del forjado en este caso es una losa maciza de hormigón armado, cuyo espesor es de 10 cm. (dato obtenido mediante testigo pasante en dicha losa).

Las vigas principales son de cuelgue. Al mismo tiempo, perpendicularmente se alternan vigas (al par de los pilares) y brochales en el centro cada vano.



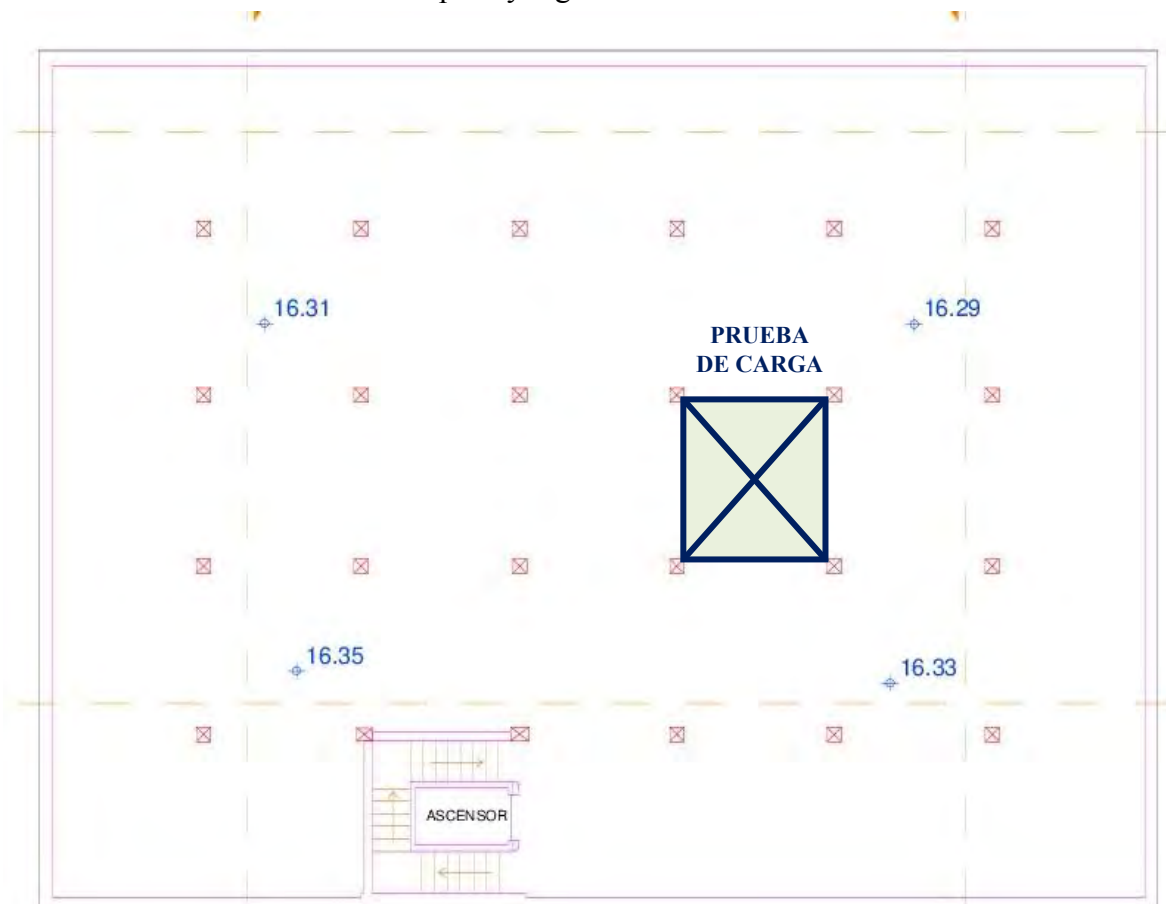
Aspecto de la parte superior del forjado a ensayar; suelo de planta segunda



Aspecto inferior del mismo forjado, visto desde planta primera.

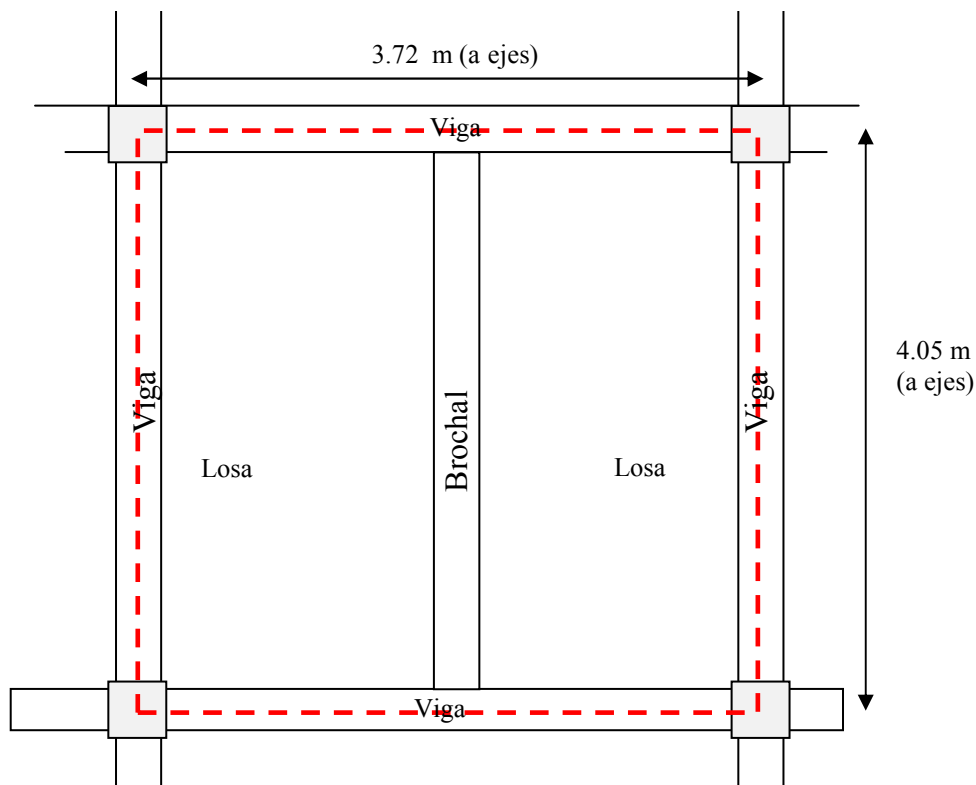


Detalle de pilar y vigas en las dos direcciones.



LOCALIZACIÓN PRUEBA DE CARGA
 CROQUIS N° 1

La superficie de carga considerada a ejes de pilares es de $3,72 \times 4,05 = 15,07 \text{ m}^2$.



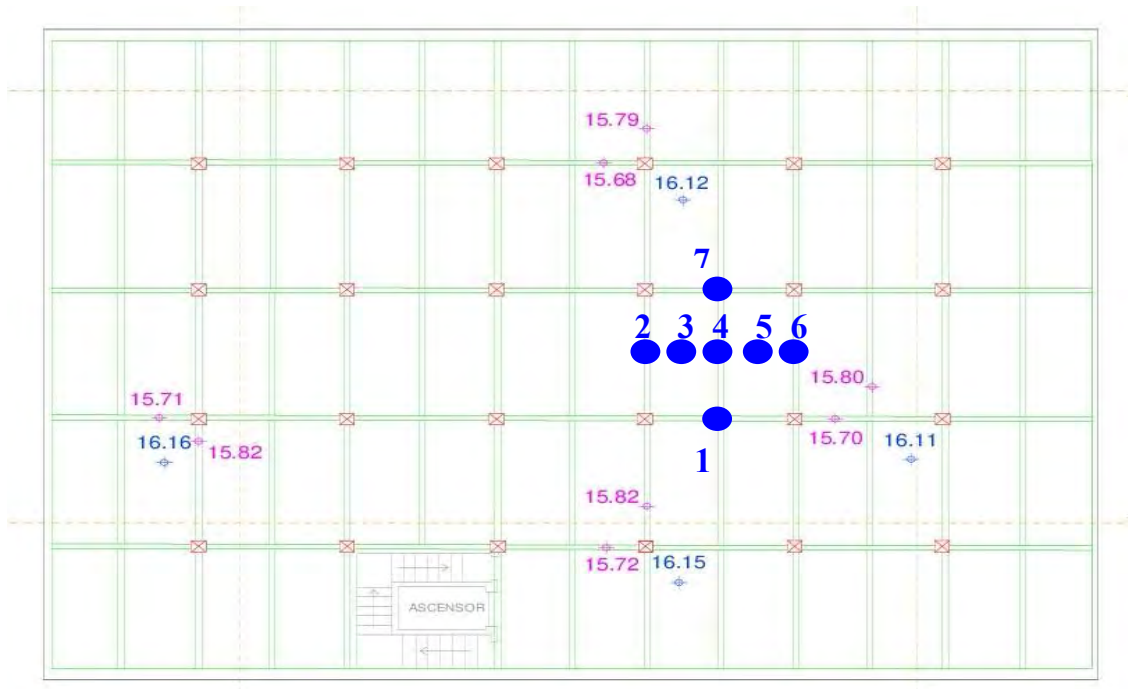
**PRUEBA DE CARGA – PLANTA ACOTADA
CROQUIS N° 2**

El peticionario indicó previamente a la prueba, alcanzar una sobrecarga total de ensayo de $5,00 \text{ KN/m}^2$.

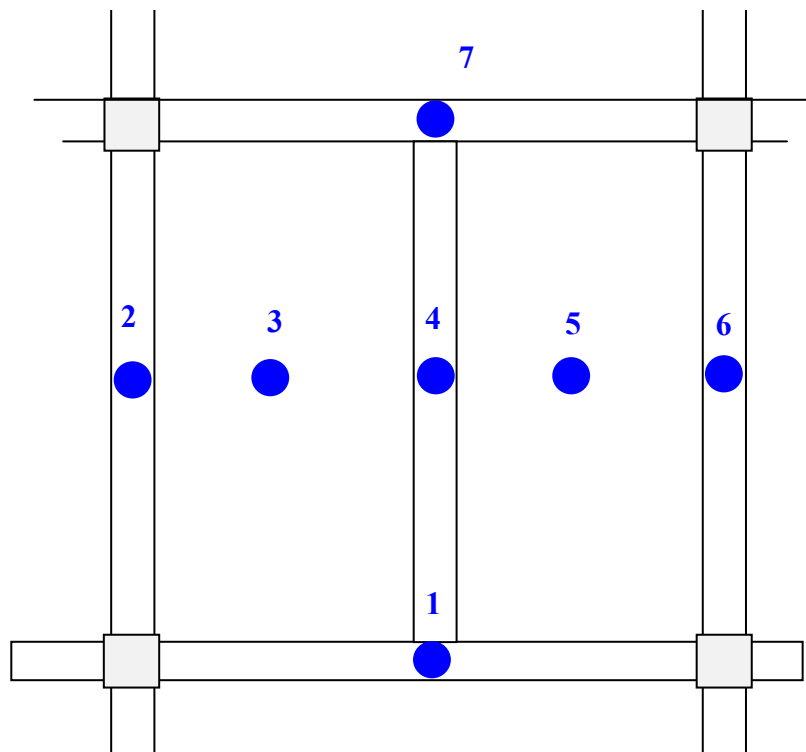
La medida de las deformaciones se ha realizado mediante la colocación de 7 relojes comparadores analógicos (marca Kafer), que cuentan con un recorrido de 50 mm. y una apreciación de centésima de milímetro (0,01 mm.).

RELOJ N°	ELEMENTO A CONTROLAR
1 y 7 - 2 y 6	Vigas de cuelgue (entre pilares)
3 y 5	Losa de hormigón armado
4	Brochal centro de vano (centro de la prueba)

La situación de los aparatos de medida puede verse en el croquis nº 3.



LOCALIZACIÓN DE RELOJES COMPARADORES CROQUIS Nº 3 y 4.





Detalle de reloj comparador.



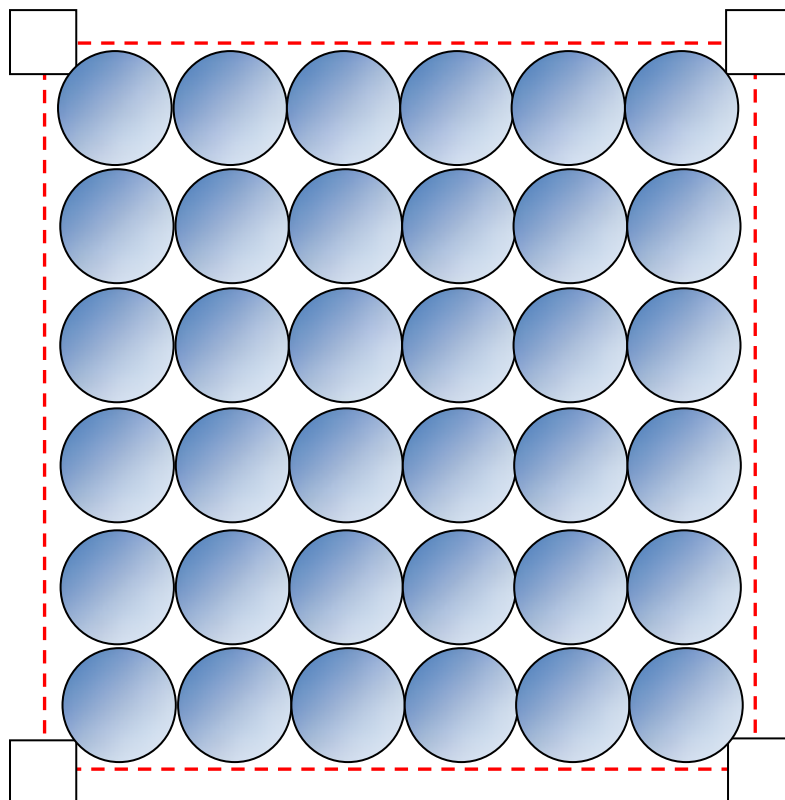
Aparatos de medida colocados.

La materialización de la carga se ha efectuado mediante la colocación de 36 bidones abiertos de capacidad nominal 200 litros y unos 9-10 kg/ud. de peso propio.

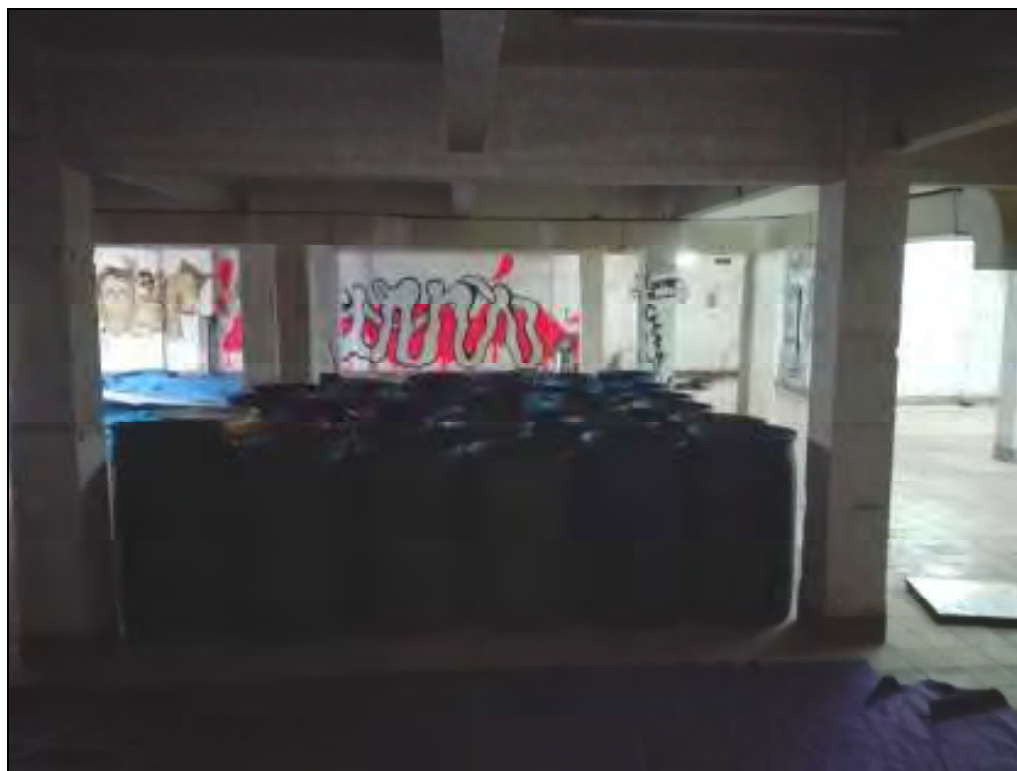
Se han ido llenándose simultáneamente hasta alcanzar en cada escalón la carga requerida. La carga real colocada ha sido de 7.700 Kg. (carga teórica 7.684 kg.)

El proceso de carga se ha llevado a cabo en cinco escalones de carga de $1,0 \text{ KN/m}^2$ cada uno. Así los escalones han sido; 1,0 / 2,0 / 3,0 / 4,0 y 5,0 KN/m^2 llenándose de acuerdo al siguiente esquema:

ESTADO	KN/m2	Nº BIDONES	ALTURA DE LLENADO cm.
0	0,0	0	-
I	1,0	36	13
II	2,0	36	30
III	3,0	36	47
IV	4,0	36	64
V	5,0	36	81



DISPOSICIÓN DEL MATERIAL DE CARGA
CROQUIS Nº 5



Aspecto de los bidones colocados

Al colocar los aparatos de medida se registraron las lecturas iniciales pasando a continuación al proceso de carga de la estructura.

Una vez completo cada escalón de carga se procedió al registro de los relojes comparadores.

Durante un día se ha mantenido la estructura con la carga última, registrándose posteriormente las flechas diferidas habidas.

Seguidamente se procedió a la descarga de la estructura. Una vez estabilizadas las lecturas se anotó la recuperación instantánea.

Al día siguiente se realizó otro registro de los relojes comparadores para obtener la flecha remanente existente procediéndose seguidamente a su retirada.

3.3.- RESULTADOS OBTENIDOS

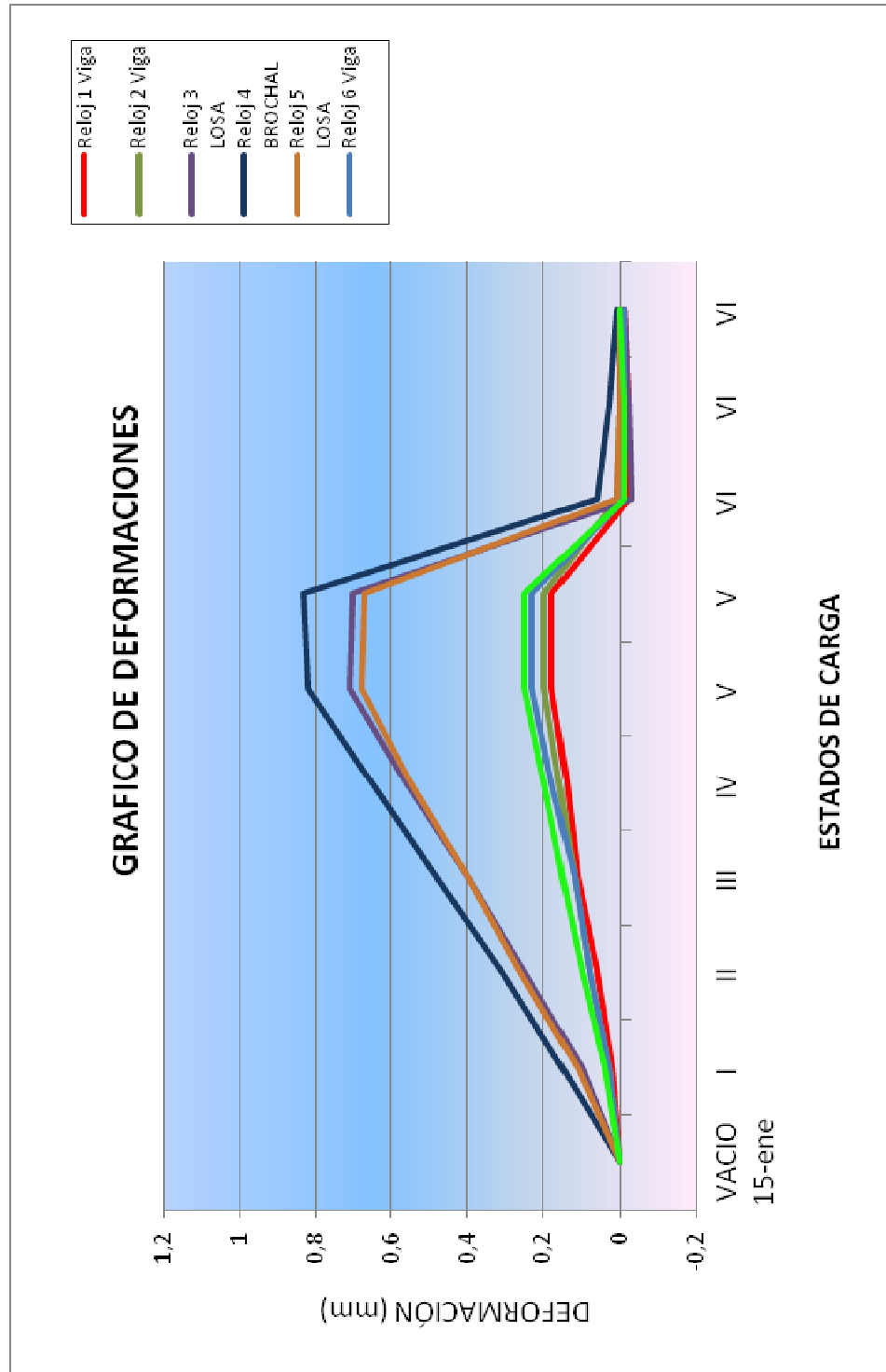
Los resultados obtenidos se recogen en las tablas y gráficos siguientes:

FECHA 2019	HORA	TEMPE- RATURA °C	HUMEDAD RELATIVA %	ESADO DE CARGA	SOBRECARGA		CARGA kg
					kN/m ²	kg/m ²	
15-01	10:00	10,1	78,2	0	0,0	0	0
	11:00	10,2	79,1	I	1,0	102	1.540
	11:50	10,4	78,8	II	2,0	204	3.080
	12:50	10,6	79,3	III	3,0	306	4.620
	14:20	10,7	79,4	IV	4,0	408	6.160
	15:10	11,1	79,1	V	5,0	510	7.700
16-01	10:30	10,1	76,5	V	5,0	510	7.700
	12:30	11,2	78,3	VI	0,0	0	0
	15:00	11,3	76,7	VI	0,0	0	0
17-01	8:30	10,1	79,3	VI	0,0	0	0

ESTADO DE CARGA	DEFORMACIONES (mm.)						
	RELOJ N°						
	1	2	3	4	5	6	7
	Viga	Viga	Losa	Brochal	Losa	Viga	Viga
0: 0 kN/m²	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I: 1,0 kN/m²	0,02	0,03	0,10	0,15	0,11	0,03	0,04
II: 2,0 kN/m²	0,06	0,08	0,25	0,31	0,26	0,08	0,10
III: 3,0 kN/m²	0,11	0,12	0,40	0,48	0,40	0,12	0,15
IV: 4,0 kN/m²	0,14	0,16	0,56	0,65	0,55	0,18	0,20
V: 5,0 kN/m²	0,18	0,20	0,71	0,82	0,68	0,23	0,25
V: 5,0 kN/m²	0,18	0,20	0,70	0,83	0,67	0,23	0,25
VI: 0 kN/m²	-0,02	0,01	-0,03	0,06	0,01	-0,01	-0,01
VI: 0 kN/m²	-0,02	0,00	-0,02	0,03	0,00	-0,01	-0,01
VI: 0 kN/m²	-0,01	0,00	-0,01	0,01	0,00	-0,01	0,00

SIGNO +, DESCENSO.

SIGNO -, ASCENSO.



3.4.- ANALISIS DE RESULTADOS

Durante el transcurso de la prueba no se observaron anomalías en la estructura dándose por finalizada la misma.

RELOJ	ELEMENTO	FLECHA MAXIMA MEDIDA (mm)	LUZ A EJES (mm)	SUPONE	FLECHA DESCARGA a 1 día (mm)	RECUPE- RACION a 1 día (%)
1	VIGA.	0,18	3.720	L / 20.667	-0,01	>100
2	VIGA	0,20	4.050	L / 20.250	0,00	100
3	LOSA	0,71	1.860	L / 2.620	-0,01	>100
4	BROCHAL	0,83	4.050	L / 4.880	0,01	96
5	LOSA	0,68	1.860	L / 2.735	0,00	>100
6	VIGA	0,23	4.050	L / 17.609	-0,01	>100
7	VIGA	0,25	3.720	L / 14.880	0,00	>100

Los valores no han sido corregidos por el descenso de apoyos.

3.5.- ESPECIFICACIONES

- La norma UNE 7457 no especifica ningún criterio de evaluación, estando supeditada a la Instrucción EHE.
- La **EHE-08** en su artículo 101.2 “Controles de la estructura mediante ensayos de información complementaria. Pruebas de carga” y en su apartado B) “Pruebas de carga como información complementaria”, indica criterios semejantes de análisis e interpretación de la prueba que los señalados en el apartado A) “Pruebas de carga reglamentarias”. A continuación se transcriben los mismos:

“De forma general, y salvo justificación especial, se considerará el resultado satisfactorio cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- a) En el transcurso del ensayo no se producen fisuras que no se correspondan con lo previsto en el proyecto y que puedan comprometer la durabilidad y seguridad de la estructura.
- b) Las flechas medidas no exceden los valores establecidos en proyecto como máximos compatibles con la correcta utilización de la estructura.
- c) Las medidas experimentales determinadas en las pruebas (giros, flechas, frecuencias de vibración) no superan las máximas calculadas en el proyecto de prueba de carga en más de un 15 % en caso de hormigón armado y en un 10 % en caso de hormigón pretensado.
- d) La flecha residual después de retirada la carga, habida cuenta del tiempo en que esta última se ha mantenido, es lo suficientemente pequeña como para estimar que la estructura presenta un comportamiento esencialmente elástico. Esta condición deberá satisfacerse tras un primer ciclo carga-descarga, y en caso de no cumplirse, se admite que se cumplan los criterios tras un segundo ciclo.

Asimismo en los Comentarios de este artículo se señala que:

En las pruebas en las que no se superen las cargas de servicio y como norma general, tras un primer ciclo de carga-descarga total la flecha residual estabilizada es recomendable que sea inferior al quinto de la flecha total medida bajo carga total.

Pueden admitirse pequeñas variaciones en torno a los valores mencionados, según el tipo de elemento que se ensaye y según la importancia relativa de la sobrecarga respecto a la carga permanente.

Se llama la atención en realizar siempre una estimación de flechas en aquellas estructuras cuyo comportamiento se considere rígido, dado que los movimientos atensionales pueden ser muy importantes y no tener sentido los criterios de flecha residual.

4.- COMENTARIOS

Las flechas registradas durante la prueba deberán ser comparadas con las previstas por el cálculo y valoradas conjuntamente con las recuperaciones obtenidas de acuerdo con el uso que se va a hacer de la estructura analizada.

Se ha constatado un buen comportamiento elástico de la estructura analizada para la sobrecarga de ensayo de 5 KN./mm².

5.- OBSERVACIONES

Ninguna

Donostia, 30 de enero de 2019

GIKESA
Laboratorio de Ensayos

DOCUMENTO ELECTRÓNICO FIRMADO DIGITALMENTE

MILAGROS LOSAÑEZ
VºBº Directora

MERCEDES ARAQUISTAIN
Técnico Responsable de Área

Nota: De acuerdo con los criterios generales establecidos en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2005 los resultados de este Acta de Resultados afectan únicamente a las muestras ensayadas quedando prohibida la reproducción parcial de este documento, salvo autorización por escrito de GIKESA.

GIKESA, se encuentra inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos para el control de calidad de la edificación con el nº de registro: PVS-L-005 (<http://www.codigotecnico.org>)

Acta Nº 776 /2019
Página 17 de 17