

II.- SIGLO XX, **DE 1900 - 1950**

La vida de un monumento, como la del hombre, es posible por un equilibrio de fuerzas; pero su resultado no sólo es el dinamismo y la renovación, sino la permanencia y la estabilidad. Acciones exteriores y reacciones interiores, constituyen un sistema de equilibrio estático. Cuando fuera de este sistema, por causas ocasionales o continuas, aparece una fuerza extraña e imprevista, o existe en la materia incapacidad de reacción, se produce la alteración del equilibrio normal, la ruina y, al fin, la muerte del monumento.

Modesto López Otero.

SIGLO XX, DE 1900 A 1950:

1.- RAZONES INICIALES PARA EL USO DEL HORMIGÓN ARMADO EN LA RESTAURACIÓN DE EDIFICIOS HISTÓRICOS.	43
1.1.- DESCONFIANZA HACIA LOS MATERIALES TRADICIONALES Y EL ENTUSIASMO POR LOS NUEVOS MATERIALES.	45
1.2.- BÚSQUEDA POR UNA VERIFICACIÓN NUMÉRICA.	48
1.3.- CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL QUE FAVORECIERON SU DIFUSIÓN.	50
1.4.- OTRAS RAZONES AL RECURSO DEL HORMIGÓN ARMADO.	53
2.- PRIMERAS TEORÍAS DE RESTAURACIÓN CON HORMIGÓN ARMADO.	56
2.1.- CARTA DE ATENAS, 1931.	59
3.- PRIMERAS INTERVENCIONES CON HORMIGÓN ARMADO.	62
3.1.- EN EDIFICIOS HISTÓRICOS.	62
Francia.	62
Italia.	65
3.2.- EN ZONAS ARQUEOLÓGICAS.	70
Partenón, Grecia.	73
Selinunte, Italia.	74
Knosos, Creta	75
Mitla, Uxmal y Chichen Itza, México	76

1.- RAZONES INICIALES PARA EL USO DEL HORMIGÓN ARMADO EN LA RESTAURACIÓN DE EDIFICIOS HISTÓRICOS.

A principios del siglo XX se comenzaron a producir grandes cambios en la concepción estructural de los edificios históricos y, por consiguiente, en la forma de restaurar sustituyendo a los materiales tradicionales por un nuevo material: el hormigón armado. A éste se le atribuían unas características especialmente favorables de resistencia, durabilidad, mayor rapidez de fraguado y fabricación, control del material y disminución de los costos, entre otros.

Debido a esto, los motivos de su difusión fueron muy diversos, desde aspectos sociales, históricos, culturales, económicos, científicos y técnicos. Estas circunstancias modificaron sustancialmente la concepción de los edificios de fábrica en la mentalidad del arquitecto, del ingeniero, del restaurador y del constructor en su visión productiva, plástica y espacial, pero sobre todo estructural al introducirle un nuevo esquema de trabajo con el hormigón armado.

La confianza ciega por el nuevo recurso supuso transformaciones tales como la disminución del consumo de los materiales tradicionales, el desprecio hacia los trabajos artesanales, la consiguiente pérdida de mano de obra cualificada y las causas para olvidar como construir y restaurar edificios de fábrica con los materiales de origen. Por

lo tanto -poco a poco- los conocimientos sobre la técnica constructiva antigua fueron perdiéndose.

El siglo XX se caracterizó como dice Michele Candela por *“el dominio del uso del hormigón y del acero, en el panorama técnico y consecuentemente en los cursos de la universidad, excluyendo algunas lecciones de Michele Pagano, no se ocupaban en ningún modo de la mampostería bajo el aspecto estático”*¹.

¹ “Il restauro strutturale in zona sismica”. Se refiere a las lecciones en Italia, pero este factor también se observó en otros países.

1.1.- DESCONFIANZA HACIA LOS MATERIALES TRADICIONALES Y EL ENTUSIASMO POR LOS NUEVOS MATERIALES.

El hormigón armado se desarrolló enormemente durante todo el siglo XIX y su uso en la arquitectura se generalizó en el XX, esto significó “*un desplazamiento del resto de los conglomerantes que conducirá a la práctica desaparición de la cal en todas sus vertientes*”. (Alberto Sepulcre, 1997, p.90)

Desde principios del siglo XX se consideraron “*obsoletos el uso de materiales tradicionales como los morteros de cal, esto provocó la extinción de la maestría artesanal que dificultó aun más el problema, inclusive la obtención de una buena cal grasa aneja es verdaderamente difícil*”. (Ignacio Garate, 1994, p. 298)

A partir de la tercera década del siglo XX se comenzó a difundir “*la práctica de verificar el sistema estructural de los edificios históricos bajo los postulados de la teoría de la elasticidad produciendo que se comenzaran a generar los principios teóricos sobre el hormigón armado*” (Luigi Sorrentino, 1999) esto dio lugar, que a partir de la segunda mitad del siglo XX se usara excesivamente este material para reestructurar dichos inmuebles.

De este modo se inició una etapa, que se podría llamar como “*intervenciones preventivas*”, motivada según Salvatore Di Pasquale: “*....debido a la carencia cognoscitiva sobre el funcionamiento de la estructura de fábrica y sobre la imposibilidad de aplicar a ésta aquello que llamamos ciencia de la construcción...*”; (Carbonara Giovanni, Di Pasquale, 1985, p. 436) es decir, algunos de los argumentos fundamentales para favorecer e impulsar la introducción de estos nuevos materiales en la restauración, fue la suma de los siguientes factores:

- La ausencia de sistemas para comprender el comportamiento estructural de los edificios históricos con materiales tradicionales o, dicho de otra manera, **la falta de una teoría científica sobre el comportamiento de estos materiales.**
- La **dificultad para interpretar** la geometría y la estabilidad del conjunto.

- El surgimiento de una **nueva teoría** basada en el comportamiento elástico de las estructuras, que se representa por el hormigón armado.
- La **poca resistencia** que se le presuponía a las estructuras tradicionales desconfiando sobre su estabilidad.
- El enfoque de la **ciencia de la construcción** centrado exclusivamente en los nuevos materiales.²
- La **ignorancia de las técnicas y los materiales tradicionales** permitió la aparición de paliativos.³
- La **confianza absoluta en el hormigón** se aprecia en lo que dice López Otero: *“...el triunfo son las intervenciones con hormigón armado, ningún material ni sistema constructivo le aventaja, por su plasticidad, por su facilidad de adaptación, por su gran unidad constructiva, incombustibilidad y hasta economía. Además, tiene el hormigón, la curiosa cualidad de comportarse como un ser viviente, contrayéndose localmente para sustraerse a esfuerzos excesivos y transportarlos sobre las regiones de fatiga, de tal modo, que acaba por adoptar un estado de equilibrio más perfecto”.* (López Otero, 1932,14-17)

La **desconfianza en las técnicas y los materiales tradicionales** se fundamentó en cuatro aspectos:

- 1.- El cambio de mentalidad del comportamiento constructivo en los edificios históricos
- 2.- La búsqueda de nuevas técnicas que mejoraran las condiciones actuales.

² Este suceso se incrementó con la rotura entre ingenieros y arquitectos en 1747 en París, que condujo a la fundación de “Ecole des Ponts et Chausées”, de esta manera se produjo el abandono del análisis hacia los materiales tradicionales y el inicio erróneo de la sobre posición de la ciencia de la construcción. **GIZZI, Stefano.** (1988) “*L’uso dei nuovi materiali*”.

³ El término de materiales paliativos se refiere al uso que se le dio al hormigón armado por algunos autores franceses como **PALLOT, Eric.** 1997 en “L’utilization du beton dans la restauration des monumnets historiques” en *Monumental*, Francia.

3.- La atracción de resolver sobre la base científica problemas estructurales.

4.- La pérdida de los oficios artesanales.

En esta época, la influencia de la nueva tecnología y el saber científico tuvieron gran importancia en el impulso del hormigón, así se expresa en el artículo “*Les moyens modernes de construction appliqués a la restauration des monuments*” de Gustavo Giovannoni (1931) donde menciona que “*el campo de la restauración está abierto a la contribución de la física y a los modernos medios constructivos, en especial, el uso del hormigón en sus variadas aplicaciones*”.⁴

En los países más industrializados el hormigón armado se insertó rápidamente dentro de los cambios de la arquitectura⁵ del siglo XX, representando en muchos casos el desarrollo del país; ésto provocó “*pérdida de tradiciones constructivas, confianza en la alta tecnología y bajo costos de mano de obra*”⁶.

Es así como, la desconfianza hacia los materiales y los procedimientos tradicionales produjo que, al valorar la seguridad de las estructuras antiguas con las nuevas normativas de construcción y de sismo, se obtuvieran resultados desfavorables en cuanto a la resistencia de estos materiales y se introdujera el hormigón armado como solución.

⁴ GIOVANNONI, GUSTAVO (1933) “Les moyens modernes de construction appliques a la restauration des monuments” en *La conservation des monuments d’art et d’histoire*. p. 179-184.

⁵ En la arquitectura moderna fue el material más utilizado, su gran aceptación fue por diversas características: “*ningún material ni sistema constructivo le aventaja por su plasticidad, facilidad de adaptación, gran unidad constructiva, incombustibilidad y hasta economía*”. LOPEZ OTERO, Modesto. (1932). “*La técnica moderna en la conservación de monumentos*”. p. 14. 1932.

⁶ SEGARRA LAGUNES, Margarita. (1999). “Debate actual sobre la conservación del patrimonio construido”. *Congreso ICOMOS*, México.

1.2.- BÚSQUEDA POR UNA VERIFICACIÓN NUMÉRICA.

La idea de confiar a la moderna estructura de hierro y de hormigón armado, la función estática para restaurar edificios antiguos nace a principios del siglo XX, encabezada por arquitectos, ingenieros y restauradores, que *“interpretaban los modelos estáticos de los organismos en piedra según la óptica y los principios estructurales que estaban naciendo en aquel preciso período histórico”*. (Gizzi Stefano, 1988)

Haciendo historia sobre como surge el nuevo concepto estructural en la arquitectura, el científico Cauchy en 1823 elabora los principios de **la teoría de la elasticidad**, punto de partida para el conocimiento sobre el comportamiento de las estructuras.

A través de esta teoría, era posible resolver sobre la base científica el problema de la estructura portante, pero para llevar a la práctica esta teoría, Luigi Sorrentino en 1999 establece que fue necesario *“recurrir a un material suficientemente similar al formulado en la hipótesis por el matemático francés, y de esta manera obtener las características intrínsecas que tendría el nuevo material: **la homogeneidad, la isotropía y la elasticidad**. El hierro y después el acero eran los nuevos materiales que contenían dichas propiedades, y que a través de los cálculos numéricos se garantizaba su seguridad estructural. A diferencia, las características intrínsecas de los materiales tradicionales son **la heterogeneidad** (constituida por el conjunto de ladrillos o piedras de distintos tamaños y de la cal como aglomerante), **la anisotropía** (debido a la presencia de juntas entre los materiales) y sobretodo **la resistencia⁷ a compresión** y su comportamiento plástico”*. Por lo tanto, esta atracción de poder resolver sobre la base científica los problemas estructurales, ayudo a impulsar la difusión del hormigón armado y del acero para resolver con cierta “seguridad” reestructuraciones de edificios históricos.

A principios del siglo XX se consideraba que la obra de fábrica no tenía futuro, porque *“se prestaba poco a la esquematización y a los requisitos de base que cualquier*

⁷ o su capacidad de trabajar a compresión. **SORRENTINO LUIGI**. (1999). *Comportamento sismico delle costruzioni murarie storiche. “Evoluzione e interpretazione meccanica dei criteri e delle tecniche di intervento”*. Tesi di laurea in Problemi statici del restauro. Università “La Sapienza”, Roma. Tutor Luigi Decanini. Las negritas han sido añadidas por mi para resaltar los conceptos.

formulación teórica requería para ser desarrollada: homogeneidad, isotropía, solidez”.
(Di Pasquale Salvatore, 1999, p. 570)

Acerca de la llegada de los nuevos materiales, Salvatore D’Agostino dice: *“el hormigón armado y el acero, el desarrollo de la teoría de la elasticidad y la idea del “marco rígido” de los edificios modernos, supusieron que las construcciones antiguas perdieran el sentido de unidad”.*⁸

Estos conceptos ayudaron para que se expandiera un nuevo tipo de construcción, que al traspasar las nociones de aumento de rigidez y comprobación numérica, al ámbito de la restauración, se desencadenó la difusión del hormigón armado como el recurso más utilizado para resolver todo tipo de problemas. Además, de 1890 a 1930, se publicaron numerosos manuales sobre la técnica del hormigón armado, confirmando su creciente difusión como nueva tecnología.

⁸ CONFORTO, M. Letizia; D’AGOSTINO, Salvatore. (1994). “The use of brickwork in the conservation and restoration of archeological monuments: tradition and current views”. en *Proceedings of International Symposium “Ceramics in Architecture”* (july). Edited by P. Vicenzini. Italy.p. 255.

1.4.- OTRAS RAZONES AL RECURSO DEL HORMIGÓN ARMADO

Desde un punto de vista no mecánico sino más bien **estético**, un rol decisivo a favor del uso del hormigón armado, fue la exigencia de que las intervenciones fuesen **inmediatamente distinguibles del conjunto existente**. Angelis de Ossat establece que: *“Las características del hormigón aseguran sinceridad y franqueza, diferenciándose de las obras del pasado y constituyendo una estructura automáticamente fechada, sin confundirse con la original y sin pasar por falsa.”*⁹ Esta idea acerca de distinguir lo nuevo de lo viejo ha sido una necesidad recurrente en la restauración, teniendo como antecedente a Camillo Boito (1883) que solicita: *“...la diferencia de los materiales de fábrica”* y posteriormente la Carta de Atenas (1931) en el punto IV recomienda que: *“los nuevos materiales fueran siempre reconocibles”*.

El éxito del **aspecto formal** se apoya como dice S. Gizzi (1985) *“por la búsqueda de un lenguaje moderno de la arquitectura, utilizando la nueva tecnología como elemento fundamental que rompe con la forma, materia y sistema constructivo de la arquitectura premoderna. Hay mucho eclecticismo y el lenguaje de lo antiguo y lo histórico se confrontan con el nuevo material, por lo cual, el hormigón se establece rápidamente”*.¹⁰

Dentro de las múltiples razones que han favorecido a la difusión del hormigón armado, algunas son claramente **constructivas**, en especial, surge como respuesta para el refuerzo de la estructura original frente a movimientos sísmicos, a nuevos requisitos solicitados por los actuales reglamentos de construcción y a nuevos usos del edificio.

Las razones de carácter **estructural** se producen por la eficiencia que la estructura moderna demostraba sobre la base científica, mientras que la tradicional era manifestada sólo por la experiencia del tiempo, criterio que con el cambio de mentalidad hacia la valoración de lo científico, **el empirismo perdía su significado**. Se propuso un nuevo criterio de intervención basado en la introducción de hormigón armado en el sistema estructural de los edificios históricos; éste material hacía posible la comprensión de los

⁹ **DE ANGELIS OSSAT, Guglielmo** (1985). “Intervento all tavola rotonda: il ruolo del cemento nel restauro e le prospettive future”. **CARBONARA, Restauro e cemento in architettura** Vol. 2. Roma.p 426.

¹⁰ **GIZZI, Stefano. RAFAELLA, David.** (1985). “Restauro, cemento e reversibilità”.

daños y el control científico de la construcción antigua bajo los nuevos planteamientos de resistencia de los materiales y de las normativas.

Las razones de carácter **económico** estuvieron relacionadas con la rapidez de elaboración y con la disminución de los costos en obra y en la producción. La urgencia que se requería para solucionar múltiples deterioros en la época de la posguerra en Europa. Los procedimientos del hormigón se industrializaron, por lo tanto, se tuvo mayor control de calidad y se convirtió en “la manera de hacer” de los constructores. Se perdieron los conocimientos sobre la técnica constructiva antigua y por ende, la especialización de la mano de obra.

Las razones para evitar los constantes **daños por sismo**. El 5 de marzo de 1909¹¹ F. Hennebique presentó a la Sociedad de Ingenieros de París la memoria titulada “*El hormigón armado y el terremoto*”, donde establecía que este nuevo material era capaz de soportar mejor los sismos a causa de la “*homogeneidad que consiente la contemporaneidad de vibración y aceleración; no es destructible, como la madera o el hierro, por los incendios que siguen siempre al terremoto; no tiene límites de altura; el nuevo material permite construir iglesias, palacios monumentos con un peso relativamente reducido y ni se deberá temer por el desplome porque tendrá mayor estabilidad.*” (Blasi Carlo, Di Pasquale Salvatore, 1999, p. 569)

Todos estos argumentos, por un lado, provocaron la **desconfianza hacia los materiales tradicionales y hacia los procedimientos empíricos** y, por el otro, impulsaron la preferencia por los materiales modernos basados en análisis científicos.

¹¹ Es de los primeros documentos donde se favorece el uso del hormigón armado para solucionar los problemas sísmicos.

2.- PRIMERAS TEORÍAS DE RESTAURACIÓN CON HORMIGÓN ARMADO.

Uno de los primeros antecedentes teóricos sobre la restauración con hormigón armado fue **Anatole de Baudot** (1834-1915), discípulo de Viollet-le-Duc, quién desarrolló el uso del hormigón armado en la restauración de edificios históricos, a finales del siglo XIX en Francia, estableció que: *“no se le debía temer a las nuevas técnicas ya que estas se basan en un mejor sistema constructivo”*.¹² Para 1907, estaba totalmente a favor de las restauraciones con hormigón armado, ya que proporcionaba mejores soluciones, afirma que: *“hasta estos últimos años los trabajos de restauración han consistido en mejoras parciales, sin que las modificaciones reales se hayan realizado. Sin embargo hoy, gracias al hormigón armado, es posible utilizar un remedio absolutamente eficaz. Está admirable técnica contribuirá a la conservación de nuestros edificios de la Edad Media sin cambiar su espíritu, con la condición de utilizarlos con inteligencia y en los límites inspirados por el respeto a la forma”*.¹³

Este precursor del hormigón armado añade que el hormigón armado tiene mayores ventajas que los métodos empíricos *“no se trata de ser sabios científicos y de quitarle al artista la libertad que necesita, sino al contrario, dejársela lo más amplia posible, poniéndole entre las manos los medios simples y algunos gracias a los cuales puede tener una idea exacta de lo que se hace en la construcción y por lo tanto, de quitarle el peso de las inquietudes y dificultades que lo rodea cuando utiliza los materiales tradicionales y los métodos empíricos”*.¹⁴

Baudot confirma estos criterios a favor de la técnica y de la ciencia del hormigón poniéndolo en práctica en las siguientes intervenciones:

En 1899, consolida la cimentación de la iglesia de San Nicolás de Blois,

En 1901, construye la primera iglesia nueva de hormigón en St. Jean Montmartre.

En 1905, restaura las terrazas en el Castillo de Vincennes.

¹² MOUTON, B. 1997 “Reinforced concrete in reinforcement structures” Monumenta, Francia, p.56

¹³ PALLOT, Eric. 1997. “L’utilization du béton dans la restauration des monuments historiques”. Monumenta, Francia. P. 50

¹⁴ PALLOT, Eric. 1997. “L’utilization du béton dans la restauration des monuments historiques”, Monumenta, Francia. P. 51

Desde principios del siglo XX se comenzó a aceptar de forma unánime, el empleo de técnicas y materiales modernos, caracterizado por el hormigón armado. Así se expresan algunos de los técnicos más representativos de este movimiento:

Gustavo Giovannoni (1931) decía que: *“el arte y la ciencia de la restauración deben admitir todos los medios y procedimientos que la técnica moderna dispone, utilizando igualmente, para fines de consolidación como de reintegración”*¹⁵.

Pierre Paquet (1931) decía que: *“la aplicación del hormigón armado nunca modifica el sistema constructivo en la consolidación de muros, cubiertas, bóvedas y carpinterías”*¹⁶.

Nicolaos Balanos (1920) en las restauraciones a través de la anastilosis, consideraba la gran ventaja del hormigón armado *–discreto, entonado y respetuoso– como un elemento firme, sólido y durable”; restauró con cemento el Arco de Tito, “para constatar así la era de la Arquitectura Moderna”*¹⁷.

Arthur Evans (1925) comenta sobre una nueva etapa en la reconstrucción, gracias al uso del hormigón armado, afirma: *“el creciente uso del hormigón reforzado con varillas de hierro para construir todo tipo de elementos, abre una nueva era de reconstrucciones y conservaciones sobre el Palacio de Knossos”*¹⁸.

Como se aprecia, anteriormente, la posición conceptual y la evolución de las ideas de los restauradores, admitieron la nueva técnica de reintegración con el hormigón armado y tendieron a abandonar los criterios artísticos y a sustituirlos por **criterios científicos**, es aquí cuando el recurso de los materiales y de las técnicas modernas tuvo cabida en la restauración.

¹⁵ **GIOVANNONI, Gustavo.** 1931. “Los medios modernos de construcción aplicados a la restauración de monumentos” en Gizzi, S. *IL uso dei nuovi materiali*.

¹⁶ **PAQUET.** “El cemento armado en la restauración”. en Gizzi, S. *IL uso dei nuovi materiali*.

¹⁷ **GARATE ROJAS, Ignacio.** (1994). *Artes de la Cal*. Ministerio de Cultura. Instituto Español de Arquitectura. 2ed. Ediciones de la Universidad de Alcalá de Henares.

¹⁸ **EVANS, Arthur.** “Opere di ricostruzione a Cnosso”. En Gizzi, *IL uso dei nuovi materiali*.

Entre las publicaciones más importantes de esta época, que sugieren las ventajas de los nuevos refuerzos con hormigón armado en la restauración, destacan:

- **GAVINI, Carlo Ignazio.** 1923. *“Il cemento armato nel restauro dei monumento”*.

- **GIOVANNONI, GUSTAVO.** 1931. *“Sull’applicazione dei medi costruttivi moderni ed in particolare del cemento armato, nel restauro dei monumento. Industria del cemento”* y *“Les moyens modernes de construction appliques a la restauration des monuments”* (1933).

- **PAQUET, PIERRE.** 1933. *“Le Ciment arme dans la restauration des monuments anciens”*. Paris. Institut de cooperation intellectuelle.

- **PERNIER, LUIGI.** 1933. *“La conservation des palais minoens en Crete”*.

2.1.- CARTA DE ATENAS

Debido a estos cambios sobre los criterios de restauración, el hormigón armado gozó de gran fortuna, promovido como material mágico, en el primer documento internacional para la protección de los monumentos –**La Carta de Atenas (1931)**- que contiene normas de restauración muy generales, pero en ella se plantea, por primera vez, cuestiones claramente tecnológicas. El artículo V: *“Los expertos aprueban el empleo prudente de todos los recursos de la técnica moderna para la conservación de edificios antiguos y **más especialmente del hormigón armado**. Recomiendan muy especialmente en los casos en que permitan evitar los riesgos de disgregación y de asiento de los elementos que se han de conservar”*. (Martínez Ma. José, 1995, p. 22)

El objetivo principal en la introducción de estos nuevos materiales era aportar mayor resistencia a los materiales tradicionales. La actuación se realizaba de la siguiente forma: se sacrificaba parte del muro existente para colocar las varillas, quedando completamente insertada la nueva estructura dentro del conjunto, es decir, de modo invisible cumpliendo además otro de los criterios de la restauración de los años treinta: *“Especifica que esos medios deben disimularse, salvo imposibilidad, con el fin de **no alterar el aspecto externo** y el carácter del edificio que se restaura”*. (Martínez Ma. José, 1995, p. 22)

En los textos de esos años se aprecia una evidente admiración por el **hormigón armado**, como el recurso único para resolver todos los problemas. Sobrecoge el debate seguido con motivo de la conferencia en torno a propuestas de restauración para monumentos de la Acrópolis, representado por el Partenón¹⁹, empleando cementos armados o no. Otras ponencias donde se favorece al uso del hormigón en la restauración son las de Gustavo Giovannoni y Pierre Paquet .

La mayoría de los teóricos que participaron en dicha conferencia se mostraron entusiastas por el hormigón, exceptuando, el documento de **Ortiz Macedo** (1931)

¹⁹ El Partenón fue el primer edificio restaurado, por Balanos, con hormigón armado bajo los nuevos lineamientos de la técnica moderna.

“contiene una temida perplejidad sobre el sistema de perforaciones armadas en el Complejo de la Alhambra”²⁰.

En 1938, con motivo de las reformas a las leyes italianas sobre la protección de objetos de interés artístico-histórico y en ocasión de la fundación del Instituto Central del Restauro (ICR) en Roma, se formó la comisión ministerial presidida por **Giovannoni, Longhi y De Angelis**. De aquí surgió la Carta del Restauro Italiana y las Instrucciones para el restauro, contenían normas similares a la Carta de Atenas, con respecto al uso de los nuevos materiales dice: *Art. IX: “Con el objeto de reforzar la estanqueidad de un monumento y de reintegrar su volumen, todos los **medios constructivos modernísimos** pueden proporcionar auxilios precisos y será oportuno valerse de ellos cuando la adopción de medios constructivos análogos a los antiguos no lleven al objetivo”.*

Las diversas razones para el uso del hormigón armado en la restauración de edificios históricos estuvieron fuertemente influenciada por dos vertientes:

- **Parte teórica**, lo justificó y lo impulsó. A partir de la Carta de Atenas, el uso de materiales modernos, se *“vuelve de uso común, aunque no necesario y poco meditado, erróneamente considerado como fácil e inmediato, tanto que muy seguido, terminara calificándose como una banal y dañosa operación de rutina”*.²¹

- **Parte práctica**, la gran difusión y acogida de este material por los especialistas como el recurso para mejorar la calidad estructural de los edificios históricos *“consideraban que este nuevo material les permitía resolver a través de métodos científicos actuaciones que los materiales tradicionales no habían sido capaces de solucionar”*.²²

²⁰ **MACEDO, Ortiz**.1931. “La conservation des monuments d’art et d’histoire”. En Gizzi *IL uso dei nuovi materiali*.

²¹ **SETTE, Piera M. (2001)**. *Il Restauro in Architettura Quadro storico*. UTET Librería. Torino. 1 ed.

²² **SETTE, Piera M. (2001)**. *Il Restauro in Architettura Quadro storico*. UTET Librería. Torino. 1 ed.

Conjuntamente estuvo apoyado por dos factores muy importantes: *el económico* (la rapidez de elaboración) y *el científico* (la desconfianza a los materiales y procedimientos tradicionales por la comprobación de los nuevos materiales a través de la teoría de la elasticidad y de cálculos numéricos).

Paralelamente a estas circunstancias, el cambio de mentalidad y la posible influencia de la arquitectura moderna afirmaba que: “*el hormigón armado es el fundamento esencial de cada edificación representando la cultura de nuestro tiempo*”. (Carbonara Giovanni, 1985, p.48)

3.- **PRIMERAS INTERVENCIONES CON HORMIGÓN ARMADO.**

3.1.- **EN EDIFICIOS HISTÓRICOS.**

Los primeros antecedentes en el uso del hormigón armado para obras contemporáneas datan de finales del siglo XIX, con la arquitectura moderna, de donde surgió una nueva concepción de edificios, según D'Agostino Salvatore fue: *“una gran revolución que transformó los 2000 años de principios arquitectónicos y de conceptos”*²³.

Los primeros edificios históricos restaurados con hormigón armado *se realizan a tientas y coinciden con el éxito por la construcción moderna; esta confianza por la nueva tecnología influye para que se traspasen algunos conceptos estructurales en la restauración.* (Pallot, 1997)

En **Francia**, las primeras noticias son:

- Eugene Flachat (1860) consolida la torre central de la **Catedral de Bayeux**.
- Boileau (1864) refuerza el techo de una nueva **iglesia en Le Vesinet**.
- Paul Gout (1880) repara unos forjados de hormigón armado en el **Mont-Saint-Michel**
- Abbeville (1887) coloca nuevos elementos de hormigón armado para reforzar la fachada y las torres de la **iglesia de Danjoy**.
- Brunet²⁴ (1897) coloca un mallazo de hormigón armado por encima de las bóvedas y refuerzos en el pórtico norte de la **Catedral de Chartres**.
- Paul Gout (1906) coloca una viga de hormigón armado entre las dos torres de la **Catedral de Reims**, para aligerar las tensiones que afectan al rosetón.
- Brunet (1905) coloca en el crucero un forjado de hormigón armado en la **Catedral de Laon**, este material también lo usa en la torre y linternilla.
- En la **Catedral de Beauvais** (1906-1910) se reemplaza la cubierta original por un forjado de hormigón armado.

²³CONFORTO, M. Letizia; D'AGOSTINO, Salvatore. (1994). “The use of brickwork in the conservation and restoration of archeological monuments: tradition and current views”. en *Proceedings of Internacional Symposium “Ceramics in Architecture”* (july). Edited by P. Vicenzini. Italy.p. 247-260.

²⁴ Además en otras iglesias sustituye las cubiertas metálicas por forjados de hormigón armado.

Después de la primera guerra mundial se utilizó en un gran porcentaje el hormigón armado para reconstruir las partes dañadas de los edificios históricos. Este material “*condiciona una nueva tarea para el servicio de monumentos históricos*”, ya que tiene una generación de arquitectos, archivos gráficos y fotografías y, sobre todo, “*la ayuda del hormigón armado el cual ha sido probado y es barato*”²⁵.

Entre los arquitectos que trabajaron en la época de la posguerra dentro del servicio de monumentos históricos estuvieron:

- Charles Genyus²⁶
- Pierre Paquet²⁷.(1875-1959)
- Emile Brunet.
- Henri Deneux

Henri Deneux intervino:

- **La Catedral de Reims** (1926) restablece la estructura que había sido bombardeada e incendiada, alrededor eran 1250 vigas de madera, frente a ésta necesidad decide sustituirlas por vigas prefabricadas de hormigón armado “*establece que esta solución era fácil de realizar y permite mantener el aspecto exterior original del edificio*”.²⁸
- **La iglesia de Saint – Remi de Reims** consolidó las bóvedas de piedra y substituyó los elementos de madera por armaduras de hormigón armado. “*Realizó un <corset> con hormigón armado para luchar contra la inestabilidad del edificio en la zona de los arbotantes*”.²⁹

Pierre Paquet intervino:

- **La Catedral de Reims** consolidó las dos torres y colocó zunchos de hormigón.

²⁵ Pierre Paquet (1932) en **PALLOT, Eric**. 1997.“L’utilization du beton dans la restauration des monumnets historiques”. Revista *Monumental*, Francia. P. 51

²⁶ Fue el inspector general del Servicio de Monumentos históricos.

²⁷ Participó en la elaboración de la Carta de Atenas, donde expuso su predilección por las restauraciones con nuevos materiales, a causa de sus ventajas en reconstrucción de edificios.

²⁸ **PALLOT, Eric**. 1997.“L’utilization du beton dans la restauration des monumnets historiques”. Revista *Monumental*, Francia. P. 52

²⁹ **PALLOT, Eric**. 1997.“L’utilization du beton dans la restauration des monumnets historiques”. Revista *Monumental*, Francia. P. 52

- En la **Catedral de Arras** reconstruyeron toda la estructura interna de la torre con vigas, pilares y techo de hormigón armado. Esta estructura fue recubierta con piedra tallada, los trabajos terminaron en 1930.
- **La Catedral de Rouen** fijó la fachada y en la Torre de Piazza introdujo una nueva estructura de hormigón armado donde “*modifica notablemente el ambiente interior y a diferencia, al exterior, realiza una obra rigurosamente <idéntica> siguiendo los procedimientos medievales*”.³⁰

Emile Brunet intervino:

- **La Catedral de Soissons**³¹ (1930) utiliza el hormigón armado para las consolidaciones de las principales vigas en la cubierta.

Otros ejemplos fueron:

- **Versalles** (1925) en la ala de Luis XIII realizaron una osamenta nueva de hormigón armado.
- **La Colegiata de Sant Quintín** (1920), la obra de fábrica fue inyectada con hormigón y el campanario consolidado con hormigón.
- **Catedral de Noyon** se realizó una cubierta de hormigón armado.
- **Capilla de Saint Nocolieme** en Plumeliain (1924), el campanario fue remodelado con hormigón armado.

³⁰ LEON, Paul. (1951). “*Les monuments historiques. Conservation, Restauration*” Laurens Parigi. P.502.

³¹ en la región de Picardie.

Las primeras décadas restaurando edificios históricos con hormigón armado se caracterizaron por dos tipos de actuaciones:

- La primera consistió en introducir disimuladamente el hormigón armado dentro de las mamposterías, **colocándolo en partes no visibles o recubriéndolo** con piedra. La filosofía intentaba como dice López Otero que “*nadie sospeche de sus existencia*” o Piera Sette: “*ocultando la obra de restauración o de adecuación técnica*”.

- La segunda, basada en la restauración filológica³², se oponía a restauraciones muy invasivas por que transformaba a los monumentos dificultando su comprensión; pero “*los nuevos elementos de hormigón armado conservaban los restos antiguos, sin alterar la forma primitiva y facilitaban la lectura al diferenciar lo nuevo de lo viejo. La idea era “exhibirlo como signo declarado de novedad y distinción filológica”*”. (Pierra,2001,p. 158)

Esta peculiaridad del nuevo material de no obstaculizar visualmente las actuaciones recientes favoreció a que se “popularizara” este recurso. Gracias a esto existen numerosos casos, donde el hormigón “*parece ser usado para simplificar y restituir de manera menos gravosa la intervención, más que por absoluta necesidad*” (Pierra, 2001, p.142) ejemplos: en Notre Dame de Laon, en la Catedral de San Pablo en Londres, en la iglesia de Santa María di Collemaggio en L’Aquila donde una malla de hormigón armado sostiene la fachada.

De los pocos edificios, donde la aplicación del hormigón armado se consideró *necesaria mediante complejas obras de consolidación en muros y cimentaciones*”³³ fue en la **Catedral de Zaragoza**, “*debido a la gravedad de la situación*”³⁴ fue realizado por Teodoro Ríos Balaguer. La cúpula del Pilar de Zaragoza, en 1881 presentaba desplomes, “*a causa de los empujes de la bóveda y de la proximidad con el río Ebro,*

³² Corriente teórica de los años veinte, en España el principal exponente fue Leopoldo Torres Balbás (1886-1960).

³³ **SETTE, Piera (2001).** *Il Restauro in Architettura* Quadro storico. UTET Libreria. Torino. 1 ed., p.142.

³⁴ **MORA, A. Susana.** (1999). “La restauración arquitectónica en España” (1840-1936) en Teoría e historia de la Restauración (1999). Tomo 1. Tratado de Rehabilitación. Munilla-Leria. Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónica –UPM. Madrid. pg. 65.

los arquitectos Yarza, Navarro y Magdalena, proponen su desmontado y reconstrucción con otros materiales. Pero ante la imposibilidad de llevarlo a la práctica, se plantea un sistema de doble T y vigas en cabeza de pilar. Augusto Font no está de acuerdo con esta intervención, “cree que hay una desproporción de masas, que solventar. Para ello propone un sistema de tirantes cruzados sobre el plano exterior de cada arco toral”³⁵.

En otras ocasiones, el hormigón armado fue considerado como “oportuno y resolutivo”³⁶ así lo describe el arqueólogo **L. Pernier** en la intervención de Festo (isla de Creta), donde utiliza este material para consolidar la estructura de los muros de guijarros y tierra.

Jacopi lo utiliza en la anastilosis de la Stoa de Camiros en Rodas; éste es uno de los primeros ejemplos donde el nuevo material, en conjunto con el antiguo muy deteriorado, *no da buen resultado y no evita el derrumbe en 1966 documentado por G. Pavan.*³⁷

Francia e Italia fueron los predecesores del hormigón armado en la restauración de edificios históricos en Europa. Después en España, Portugal y Grecia se utilizó a finales de los años treinta. Por último, países de la Europa central como Alemania, Polonia, Hungría y Rumania, lo aplicaron después de la segunda guerra mundial pero de manera menos exhaustiva. En cambio, en Inglaterra, existen muy pocos ejemplos de esta utilización, debido a la preferencia en la filosofía de conservar y en el uso de materiales tradicionales.

³⁵ **MORA, A. Susana.** (1999). “La restauración arquitectónica en España (1840-1936) en Teoría e historia de la Restauración (1999). Tomo 1. Tratado de Rehabilitación. Munilla-Leria. Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónica –UPM. Madrid. pg. 65.

³⁶ **SETTE, Piera (2001).** *Il Restauro in Architettura* Quadro storico. UTET Librería. Torino. 1 ed, p.158.

³⁷ **SETTE, Piera M (2001).** “Il Restauro in Architettura” Quadro storico. UTET. 1 ed. p.158.

2.2.- EN ZONAS ARQUEOLÓGICAS.

En el caso de las zonas arqueológicas, el hormigón armado surge a principios del siglo XX como un recurso supremo. La principal técnica de intervención se dio a través de la *anastilosis*³⁸, concepto moderno y racional de conservación, **consistía en la consolidación de ruinas buscando unir las partes restantes para completar el conjunto**. Se consideraba como el ejemplo más puro de reintegración³⁹ la *anastilosis*⁴⁰. El hormigón armado era considerado como el elemento primordial para poder recuperar y reforzar estas “estructuras débiles”.

Para realizar las *anastilosis* de elementos faltantes, se utilizaron dos tipos de materiales, el primero de ellos fue el ladrillo que se inicio en los años treinta y el segundo material, fue a través de morteros con cemento Pórtland, que se usó desde 1940 hasta 1970. Esta práctica tuvo mayor éxito y difusión porque se consideraba más “mimética” la intervención dentro del conjunto. Un ejemplo típico del empleo de elementos de integración en la *anastilosis*, fue el levantamiento de una columna a la cual le falta un tambor del fuste o el capitel.

³⁸ *Es la reposición en su propio lugar de los elementos originales, derrumbados y esparcidos. Es un acercamiento a la original integridad, raramente conseguida por la frecuente desaparición de aquellos. Pero aun en este caso, se levantaron partes importantes, procurando nuevos estudios. Fundado en la exaltación de la autenticidad, respeto a la verdad y exactitud en la posición, exige para el reemplazamiento de esos elementos delicados, fragmentados o incompletos, la utilización del hormigón como medio sustentante, de ligazón y de suplemento. Propicio a diversas formas, aceptando la masa necesaria, sin detrimento de la resistencia, admite la coloración del material dominante y sin confundirse con él.* **LOPEZ OTERO, M.** (1932). “La técnica moderna en la conservación de monumentos”. p.17.

³⁹ La restauración de reintegración es la que se realiza para restituir al monumento de los elementos perdidos, materializado por la *anastilosis*. Dentro del actual concepto de reintegración se incluye la reposición de algunas partes no originales cuando existe la absoluta certeza de todas sus características. Apoyado por los nuevos materiales como el cemento Pórtland. Perogalli, establece 5 clasificaciones para los trabajos de restauración: de consolidación, de liberación, de reintegración, de reconstrucción y de innovación. **PEROGALLI, Carlo.** (1955). “La Progettazione del restauro monumentale”.

⁴⁰ La posibilidad de llevar a cabo, está condicionada a que se encuentren las partes originales y que se conozca su sitio exacto en el conjunto. Una *anastilosis* absolutamente pura es muy difícil de conseguir, ya en general, es necesario completar las piezas rotas o utilizar partes nuevas para sustituir aquellas que no se encuentren. *El empleo de piezas nuevas, llamadas elementos de integración, no cambia la naturaleza, siempre y cuando representen una parte relativamente pequeña del conjunto, que se tenga absoluta certeza de sus formas y dimensiones y que se diferencie de las partes originales, por ejemplo, mediante el empleo de materiales diferentes como el hormigón o el ladrillo.* **MOLINA MONTES, Augusto.** (1975). “La Restauración arquitectónica de edificios arqueológicos”. INAH. Tomo 21, Colección Científica, Arqueología. México. P. 56.

Entre las primeras zonas arqueológicas intervenidas con hormigón armado destacan:

- Partenón, Grecia.
- Selinunte, Italia.
- Cnossos, Creta.
- Mitla, Chichen Itza y Uxmal, México.

Por lo tanto, entre los años veinte y treinta, se formaliza el nuevo proceso para restaurar utilizando el recurso del hormigón armado en las estructuras de los edificios históricos y arqueológicos. Debido a que se consideraba que *“la mampostería de los edificios históricos era un material pobre que podría quedar en muy mal estado tras cualquier suceso dinámico”*, de esta manera, *“se extendió de **manera empírica** colocar nuevos materiales de alta resistencia”⁴¹*, introduciendo así el hormigón armado en cimentaciones, muros, arcos, bóvedas y torres de los edificios históricos.

⁴¹ **MOLINA MONTES, Augusto.** (1975). *La Restauración arquitectónica de edificios arqueológicos*. INAH. Tomo 21, Colección Científica, Arqueología. México.