

# EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE CONSOLIDACIÓN ESTRUCTURAL MEDIANTE MICROPILOTES DE LA IGLESIA SANTA LUCÍA EN COMODORO RIVADAVIA – PROVINCIA DEL CHUBUT

Ing. Rodolfo Orler<sup>1</sup> – Ing. Hugo Donini<sup>2</sup>

## 1. Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo principal la descripción de la ejecución de las tareas de consolidación estructural de la Iglesia Santa Lucía en Comodoro Rivadavia. Para ello, se describen y se hace referencia a las tareas de ejecución de micropilotes, de las vigas marco, la construcción de los tensores de hormigón armado y el sellado de las fisuras y grietas de sus muros.

Asimismo, se enumeran los estudios previos ejecutados, el estado original de la estructura, que data del año 1920 y las propiedades geotécnicas de la zona, caracterizada por la reptación y el deslizamiento de suelos.

Se concluye indicando la relevancia de la obra de Restauración de la Iglesia Santa Lucía como una primera experiencia en el recalce de fundaciones mediante micropilotes para esta estructura en la provincia del Chubut, singular por su edad, por el grado de deterioro que presentaba y por la zona en la que se emplazaba, caracterizada por el desplazamiento y reptación de suelos.

## 2. Abstract

*The present work aims the description of the execution of the tasks of structural consolidation of the Church of Santa Lucia in Comodoro Rivadavia. To this end, described and referred to the tasks of implementation of micropiles of beams framework, the tensors of reinforced concrete construction and sealing of fissures and cracks in its walls.*

*Also, listed executed previous studies, the original state of the structure, which dates back to the year 1920 and geotechnical properties of the zone, characterized by the creeping and soil slipping.*

*Concludes indicating the relevance of the work of restoration of the Church Santa Lucia as a first experience in the wedging of foundations by means of micropiles for this structure in the province of Chubut, unique because of his age, the degree of deterioration that presented and the area in which site, characterized by displacement and soil creeping.*

---

<sup>1</sup> Ingeniero en Construcciones. Director de la Unidad Ejecutora Provincial – S.C.O.M.C. Chubut. Profesor Adjunto de la Cátedra de Hormigón I y Hormigón II, y Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Construcciones Metálicas y en Madera de la Carrera de Ingeniería Civil de la U.N.P.S.J.B. (Sede Trelew). Ex – Docente Jefe de Trabajos Prácticos Cátedras de Hormigón I y Hormigón II. Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional del Comahue – Neuquén. Miembro Plenario de la Asociación de Ingenieros Estructurales.

<sup>2</sup> Ingeniero Civil e Hidráulico. Jefe de Trabajos Prácticos de las Cátedras de Hormigón I, Hormigón II y Puertos y Vías Navegables, y Auxiliar de la Cátedra Programación Básica y Métodos Numéricos de la Carrera de Ingeniería Civil de la U.N.P.S.J.B. (Sede Trelew). Miembro Plenario de la Asociación de Ingenieros Estructurales. E-mail: hugo.donini@gmail.com.

Autores del libro “Introducción al Cálculo de Hormigón Estructural” Ed. Nobuko – ISBN 978-987-584-245-8.

### 3. Situación previa

La Iglesia Santa Lucía fue construida en 1922 según consta en el archivo de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia, provincia del Chubut. La misma pertenece a la orden de los padres Salesianos y fue la primera Iglesia de la ciudad.

Se encuentra ubicada en el Barrio General Mosconi y fue incorporada al grupo de “Edificios, Sitios y Objetos de Interés Patrimonial” por Ordenanza Municipal N° 6629-1/99.

La estructura de la Iglesia está conformada por muros portantes de ladrillos comunes con una cubierta de chapa de zinc sobre cabriadas de madera ocultas por cielorrasos suspendidos. La fundación original se forma por un ensanchamiento del muro de mampostería que variaba entre los 0,80 m a 1,20 m de altura, debajo del cual se encuentra una base corrida de hormigón armado con barras de  $\phi 25\text{mm}$  de acero liso de 0,35 m a 0,70 m de altura (ver

Figura 1). Los anchos de la porción de mampostería y de hormigón de la fundación resultan variables.

La Iglesia presentaba al año 2006 un elevado grado de deterioro producto de un proceso gradual en el tiempo de asentamientos que derivaron en fisuras y grietas y afectaron su estructura. Los estudios realizados en varias oportunidades revelaron que se encuentra fundada sobre estratos de suelos eólico-aluvionales transportados, de consistencia blanda a medianamente compacta (véase el número de golpes en la Figura 2), sensibles a la humedad y deformables producto de un proceso de consolidación bajo cargas gravitatorias. Esta situación se debe a la cercanía de la Iglesia al Cerro Viteau, caracterizado por depósitos de faldeo con sedimentos poco consolidados depositados sobre rocas, lo que los hace susceptibles a deslizamientos y desprendimientos.



Figura 1: Aspecto de la fundación original de la Iglesia

Comitente: Arq. Graciela Galli				Lugar: Iglesia Santa Lucia - Dean Funes - Km 3 - Barrio Gral. Mosconi				Fecha: 29/09/03											
Obra: Reparación Iglesia Santa Lucia				Cota Terreno Nat.: 0,00 m.				Cota Napa Freática: -----											
Perf. Nro.: 2				PILON: 65 kg.				CARRERA: 75 cm.											
				TIPO CUCHARA: Terzaghi-Cono				Prof. Perf.: 10,00 m											
								Página N°: - 7 -											
ENSAJO DE PENETRACIÓN						LABORATORIO													
Suelos	Código	Número	Profund. (m)	N	GOLPES				v <sub>max</sub>	D <sub>10</sub>	D <sub>30</sub>	D <sub>60</sub>	G	A	F	LL	LP	IP	DESCRIPCIÓN
					10	20	30	40											
		0																	Rellenos granulares con finos hasta 1,60 m.-
SM		1	0,3					9					39	50	11			0	0,00 - 0,30m (SC) Arenas limosas, nula plasticidad, con cantos rodados chicos, castaño claro, sueltos; potencia: 0,30 m.-
SC		2	1	5				4					86	8	6	23	19	4	
GP																			
GM																			
		3	2	4				25					0	42	58	37	22	15	0,30 - 0,80m (SC) Mezcla de arenas arcillosas, baja plasticidad con cantos rodados Ø 5 cm, muy blando -barro-castaño claro, suelto; potencia: 0,50 m.-
		4	3	4				19					0	48	52	45	20	25	0,80 - 1,60m (GM)(GP) Cantos rodados Ø 5 cm con arenas, pocos finos, sueltos, mal graduados; potencia: 0,80 m.-
		5	4	4				28					0	48	52	49	22	27	1,60 - 8,50m (CL)(ML) Formación de faldeo suelos transportados, eólico-aluvional: arcillas limosas (CL) de baja a media plasticidad, conchillas molidas, castaño claro, limos arenosos, arenas finas con matriz limosa de baja a media plasticidad, conchillas molidas; castaño claro a partir de 7,40 m color verde claro, oxidados; densidad suelta hasta 7,50 m, medianamente densos hasta 3,50 m, estratos normalmente consolidados, estructura macro-porosa, muy sensible a la presencia de líquidos-colapsable; potencia: 6,90 m.-
		6	5	5				20					0	46	54	33	15	18	
		7	6	5				21					0	46	54	35	27	11	8,50 - 9,20m (SC) Capa concrecionada de ostras y restos fósiles marinos, con arenas arcillosas, media plasticidad, muy duro; potencia: 0,70 m.-
		8	7	8				23					0	40	60	29	27	2	9,20 - 10,00m (ML)(CL) Limas y arcillas con arenas finas, lipo arenisca, baja plasticidad; conchillas molidas, castaño claro, denso a muy denso, creciendo con la profundidad; potencia perforada: 0,80 m.-
		9	8	14				28					0	48	52	40	21	19	
		10	9	50				15					0	52	48	34	21	13	
SC																			
ML																			
CL		11	10	36				19					0	58	42	27	21	6	

Figura 2: Sondeo correspondiente a la exploración llevada a cabo

La naturaleza de los suelos, sumado a las pérdidas de agua en las instalaciones y el deterioro de los pluviales, generaron el estado edilicio que se observa en la Figura 3 y Figura 4.



Figura 3: Apuntalamiento de las paredes de la Iglesia Santa Lucía



Figura 4: Cuadros de fisuras y grietas de las paredes que se repetían con distinta magnitud en el resto de la estructura

Entre los estudios previos podemos mencionar el estudio de suelos realizado por el Ing. Manuel Pacho (Octubre de 2003) y el estudio geológico realizado por la Cátedra de Geología Aplicada de la Facultad de Ciencias Naturales de la U.N.P.S.J.B. cuyo responsable fue el Lic. Nestor Hirtz (Noviembre de 2003). En el año 2006, se le encomendó a la Unidad Ejecutora Provincial (U.E.P.) el desarrollo de las tareas de consolidación estructural, recalce de las fundaciones, sellado de las grietas y fisuras, y finalmente la restauración arquitectónica y puesta en valor. Los estudios correspondientes al recalce de las fundaciones y de la consolidación estructural fueron solicitados por la U.E.P. al Estudio Claudio Macchi & Raúl Husni – Ings. Civiles (Diciembre de 2006). Dicho proyecto estableció la necesidad de ejecutar micropilotes de hormigón armado, y un conjunto de vigas marco y tensores, también de hormigón armado, a los efectos de regresar la estabilidad del conjunto de los muros y la fundación. Adicionalmente, y con el objeto de cerrar las fisuras y grietas de los muros, se proyectó un grupo de grapas y selladores para muros de mampostería.

El proyecto de restauración y puesta en valor de la Iglesia fue desarrollado por la Arq. Liliana Carnevale (Noviembre de 2007).

La Dirección de Inversiones de la U.E.P. fue la encargada de la confección de la documentación correspondiente a los pliegos, planos de detalle, así como el control e inspección de las obras. Dicho organismo, decidió dividir la obra en tres etapas distanciadas en el tiempo a los efectos de evaluar la respuesta estructural de la Iglesia ante cada intervención. A continuación se detallan las tareas ejecutadas en cada una de ellas. El presente trabajo se centra en los aspectos relacionados con la primera y segunda de las etapas, que tratan las implicancias estructurales.

#### 4. Marco teórico

El recalce de fundaciones mediante micropilotes tiene numerosas aplicaciones, entre las que podemos destacar:

- Submuraciones en áreas disponibles mínimas y espacios reducidos.
- Fundaciones en lugares de difícil acceso.
- Fundaciones de torres y mástiles, ya que absorben cargas de tracción y compresión.
- Reducidas vibraciones.
- Estabilización de taludes.

Suelen construirse con diámetros entre 15 cm y 25 cm, y uno de sus primeros usos fue a finales de 1957 e inicios de 1958 en Brasil y Alemania.

Uno de los métodos más usuales para el cálculo de micropilotes es el Método Francés o de Michel Bustamante, en la que la carga límite de un micropilote se puede obtener como se indica en la ecuación (1):

$$Q_L = Q_P + Q_S \quad (1)$$

donde:

$Q_L$  = carga límite en la cabeza del micropilote (sin incluir el coeficiente de seguridad)

$Q_P$  = resistencia límite de punta

$Q_S$  = resistencia límite por fuste

La resistencia límite por fuste se puede obtener de la siguiente expresión (2):

$$\sum_{i=1}^n \pi \cdot D_{si} \cdot L_i \cdot q_{si} \quad (2)$$

con:

$D_{si}$  = diámetro medio real ( $D_{si} = \alpha \cdot D_{ni}$ ).

$\alpha$  = depende de la clase de terreno y del tipo de inyección con la que se ejecutará la obra.

$D_{ni}$  = diámetro de la excavación.

$L_i$  = longitud de la capa de terreno analizada.

$q_{si}$  = resistencia unitaria por fuste. Suele obtenerse de nomogramas en función de la clase de terreno y de la inyección para ejecutar el micropilote.

La resistencia por punta puede calcularse por métodos convencionales o puede calcularse mediante una expresión simplificada (3):

$$Q_p = 0,15 \cdot Q_s \quad (3)$$

El coeficiente de seguridad propuesto por Bustamante es 2 en todos los casos, aunque suele admitirse una reducción del 10% en micropilotes provisionales sometidos a compresión.

El Estudio Claudio Macchi & Raúl Husni – Ings. Civiles, efectuó la modelación de la estructura por elementos finitos para combinaciones de estados de carga de peso propio, viento y nieve. Según dicho análisis, determinaron una carga normal máxima de 18,3 tn.

El cálculo que el mencionado Estudio efectuó de la capacidad de carga de los pilotes según el método de Bustamante fue de 50,6 tn, arrojando un coeficiente de seguridad de 2,77, considerando tanto la resistencia de punta como de fuste. En caso de contar con la resistencia por fuste, la capacidad de carga era de 44 tn, con un coeficiente de seguridad de 2,4.

## 5. Primera Etapa

### 1. Objetivo

Ejecutar el recalce de las fundaciones de la estructura de mampostería del edificio mediante la ejecución de micropilotes.

### 2. Antecedentes

- Proyecto de recalce realizado por el Estudio Claudio Macchi & Raúl Husni – Ings. Civiles.
- Estudio de suelos realizado por el Ing. Manuel Pacho.
- Estudio geológico realizado por la Cátedra de Geología Aplicada de la Facultad de Ciencias Naturales de la U.N.P.S.J.B. – Responsable: Lic. Nestor Hirtz.

### 3. Contratista

La ejecución de la obra estuvo a cargo de la empresa SOL ECO PROTEC S.A.

#### 4. Descripción de las tareas

Las tareas consistieron en atravesar el muro y la fundación con coronas diamantadas ( Figura 5) para luego perforar con trépanos y fluido de perforación con recuperación en la porción superior, en aquellos puntos de emplazamiento de los micropilotes.



Figura 5: Cortes con corona diamantada de la fundación para la ejecución de los micropilotes (véase la armadura de  $\phi 25$  mm de acero liso)

Se ejecutaron más de 80 micropilotes de una longitud de 12,40 m e inclinación de  $15^\circ$  respecto del eje vertical. El diámetro exterior de excavación fue de 17 cm, con una armadura conformada por  $3\phi 20$  mm de acero ADN 42/50 sin alcanzar el fondo de la fundación (Figura 6). Para la lechada de inyección de los micropilotes se utilizó cemento Portland Puzolánico ARS. La razón agua/cemento estuvo comprendida entre 0,4 y 0,5. La presión de inyección del mortero fue superior a los  $5 \text{ kg/cm}^2$  y un caudal del orden de  $1 \text{ m}^3/\text{h}$ . Los micropilotes estuvieron constituidos por dos zonas, una libre y otra de sellado. Una vez terminada la perforación con ayuda de lodo bentonítico para estabilizar las paredes, se rellenó con lechada de cemento por gravedad o por bombeo, introduciendo las armaduras antes del fraguado. Junto con las armaduras se colocó el tubo de manguitos para la inyección del cemento a presión. Una vez que se produjo el fragüe del cemento de la vaina y adquirió resistencia suficiente para obturar el espacio entre las armaduras y las paredes de la perforación, se pudo inyectar por zonas a lo largo del tubo de manguitos. El manguito se abre paso rompiendo la lechada de vaina y permitiendo la inyección a presión hacia el terreno. El sistema logra reinyectar el terreno cuantas veces se desee hasta alcanzar la presión fijada o el rechazo de inyección. La zona de entronque con la mampostería se efectuó con grout levemente expansivo en una longitud de 1,15 m. Lo detalles de la ejecución y el plano de la misma se observan en la Figura 6, Figura 7, Figura 8, Figura 9 y Figura 10.

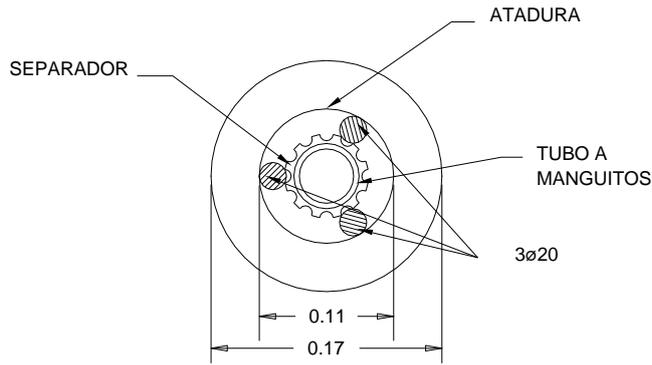


Figura 6: Tubo de manguitos y armaduras de los micropilotes



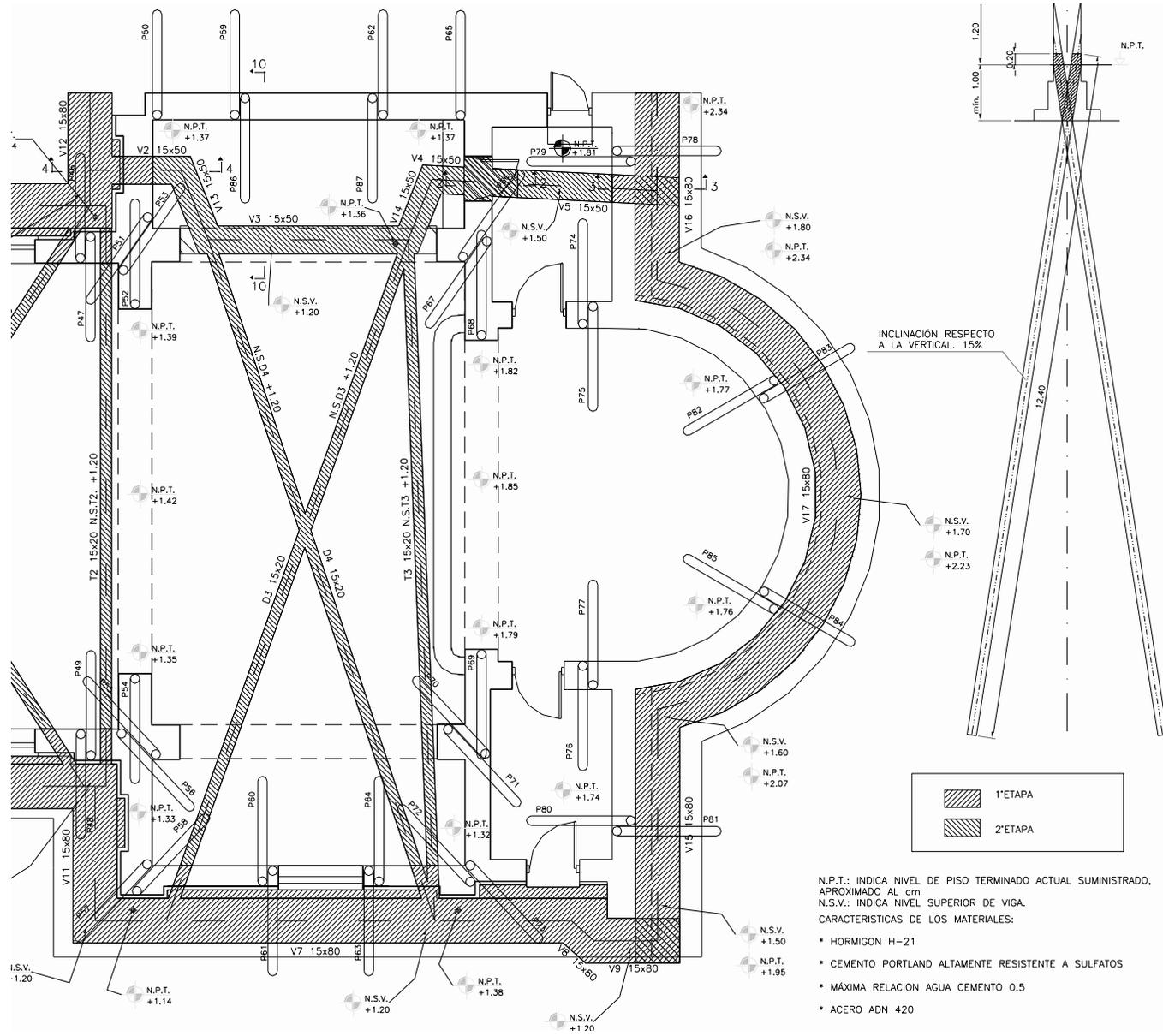
Figura 7: Equipo compacto para la elaboración de la lechada de cemento y posterior inyección a presión



Figura 8: Obturador que permite la inyección secundaria



Figura 9: Micropilote concluido y sellador colocado



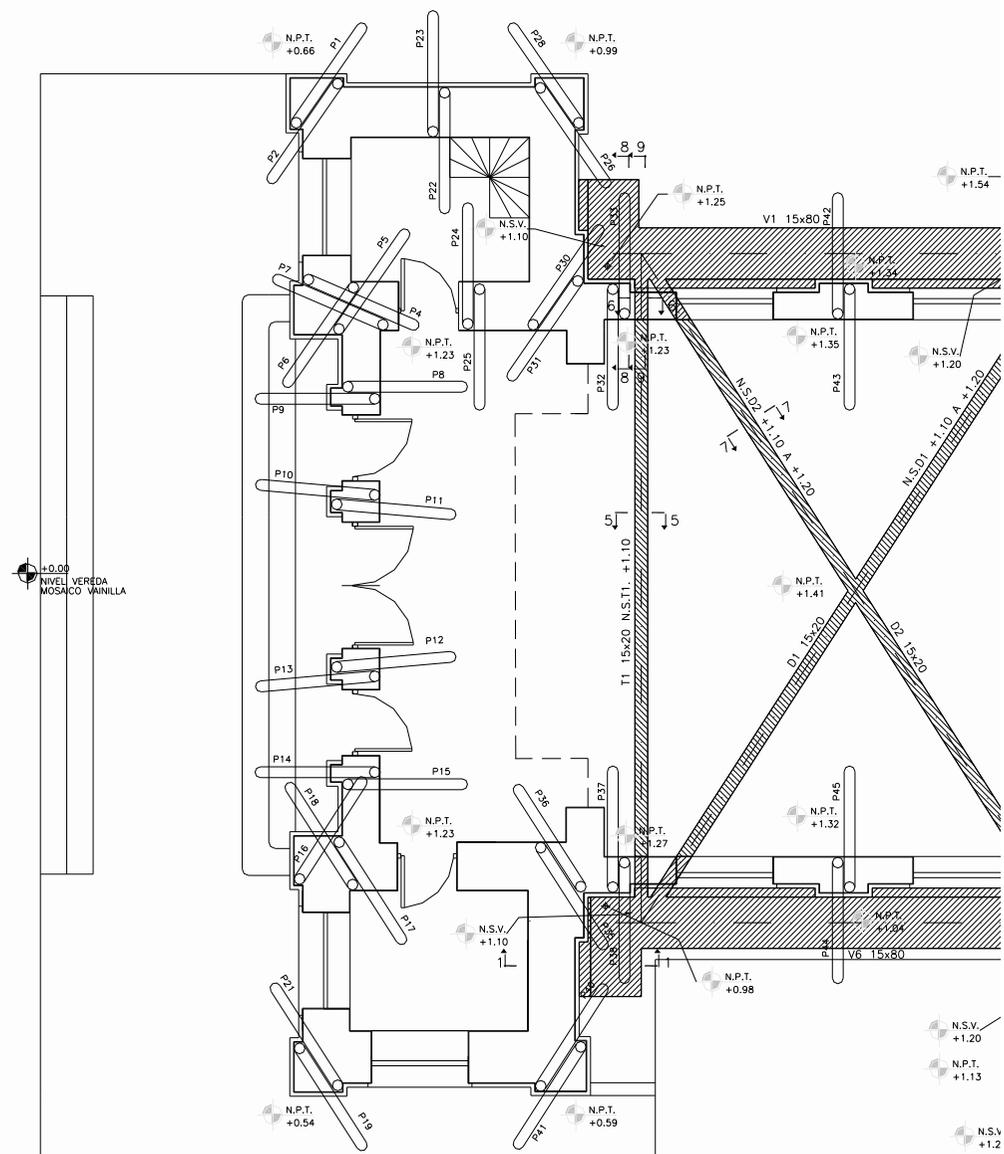


Figura 10: Planos de ubicación de los micropilotes, viga perimetral y tendones de hormigón armado

## **6. Segunda Etapa**

### **1. Objetivo**

Concluir el recalce de la fundación y consolidar la estructura mediante la ejecución de vigas y tensores de hormigón armado.

### **2. Antecedentes**

- Proyecto de recalce realizado por el Ingeniero Claudio Macchi.
- Estudio de suelos realizado por el Ing. Manuel Pacho.
- Estudio Geológico realizado por la Cátedra de Geología Aplicada de la Facultad de Ciencias Naturales de la U.N.P.S.J.B. – Responsable: Lic. Nestor Hirtz.
- Planos de detalle y ejecución – Dirección de Proyectos de Inversión – U.E.P.
- Estudios y evaluaciones del comportamiento estructural de la Iglesia durante la ejecución de las tareas de la primera etapa.

### **3. Contratista**

La ejecución de la obra estuvo a cargo de la empresa HIDROCOM.

### **4. Descripción de las tareas**

La obra fue el complemento del recalce de las fundaciones de la estructura de mampostería. Para minimizar las causas que pudieran afectar la integridad estructural del edificio debido a la posible reptación del suelo, se previó rigidizar a nivel del piso los muros que han mostrado sensibilidad a la misma mediante un marco horizontal arriostrado que los vinculó y minimizó su movimiento relativo.

Una primera etapa contempló la ejecución del marco principal generado a partir de una viga de hormigón armado de 80 cm x 15 cm de sección, con un trazado que recorrió el muro y lo arriostraba. La viga se armó con 10 barras longitudinales de 12 mm de diámetro y estribos  $\phi 6c/30$  cm. Como vínculo de la estructura existente con las mencionadas vigas, se colocaron pasadores constituidos por barras de 20 mm de diámetro, uniéndolas a los cimientos mediante Sikagrout 212 con un diámetro final de 40 mm. Durante el hormigonado, se colocaron barras de empalme para la ejecución en una segunda etapa de las vigas V2, V3, V4, V5, V13 y V14, con una longitud mínima de empalme de 50 cm. Se analizó la hermeticidad del sistema sanitario del edificio, reparándose y reubicándose aquellas instalaciones que ponían en peligro la estabilidad de los suelos colapsables sobre el que asienta el mismo. Dichas tareas se llevaron a cabo previo relevamiento de las instalaciones existentes conjuntamente con la Inspección. En la segunda etapa, se construyeron vigas con una sección de 50 cm x 15 cm y una armadura longitudinal de 6 barras de 12 mm de diámetro con estribos  $\phi 8c/25$  cm. Las diagonales y tensores tuvieron una sección de 20 cm x 15 cm, armadura longitudinal de 4 barras de 12 mm de diámetro y estribos  $\phi 6c/20$  cm. Todas las estructuras en contacto con el suelo contaron con una capa de hormigón de limpieza de 0,05 m de espesor (ver Figura 11, Figura 12 y Figura 13).

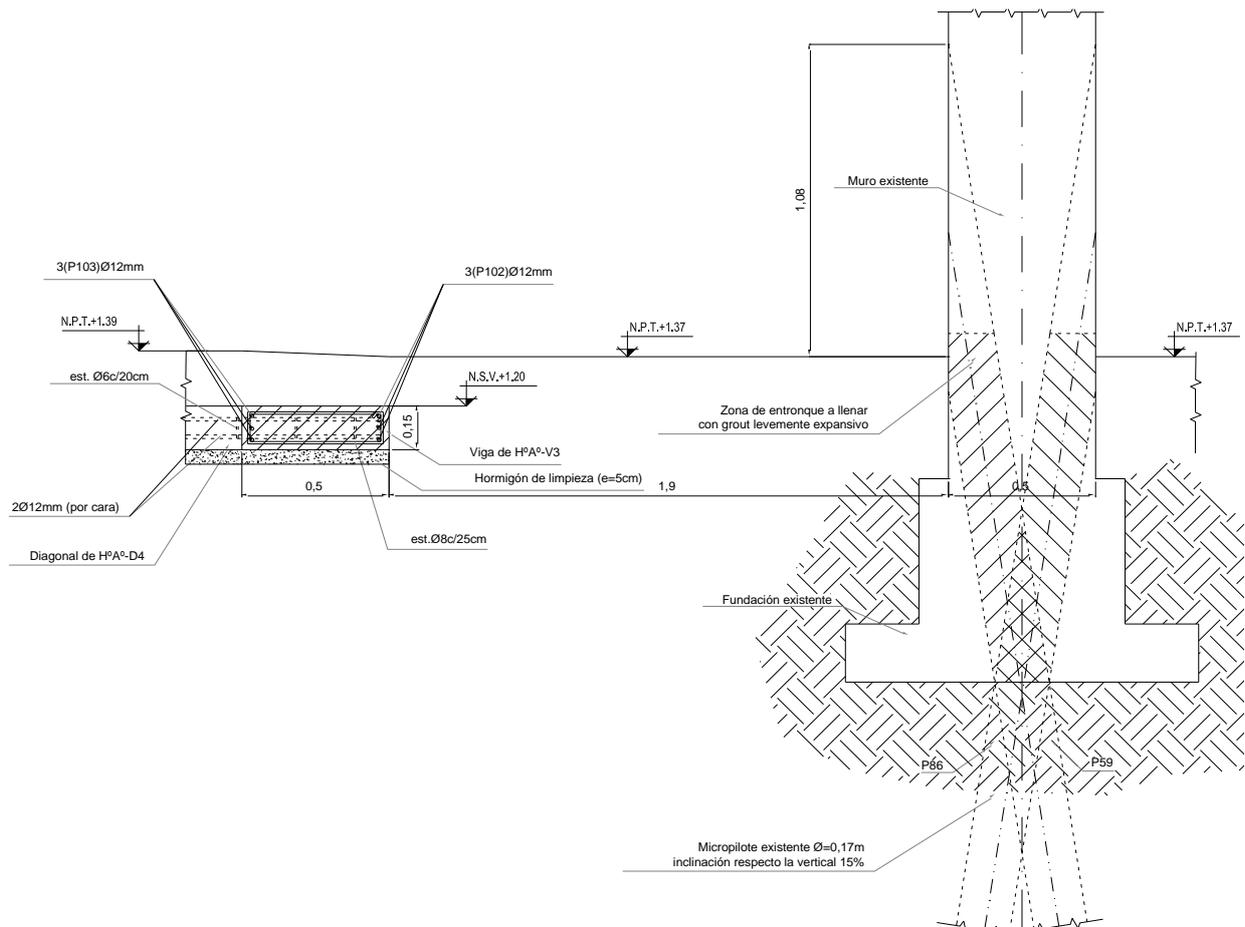


Figura 11: Detalle de la viga marco horizontal y de los micropilotes

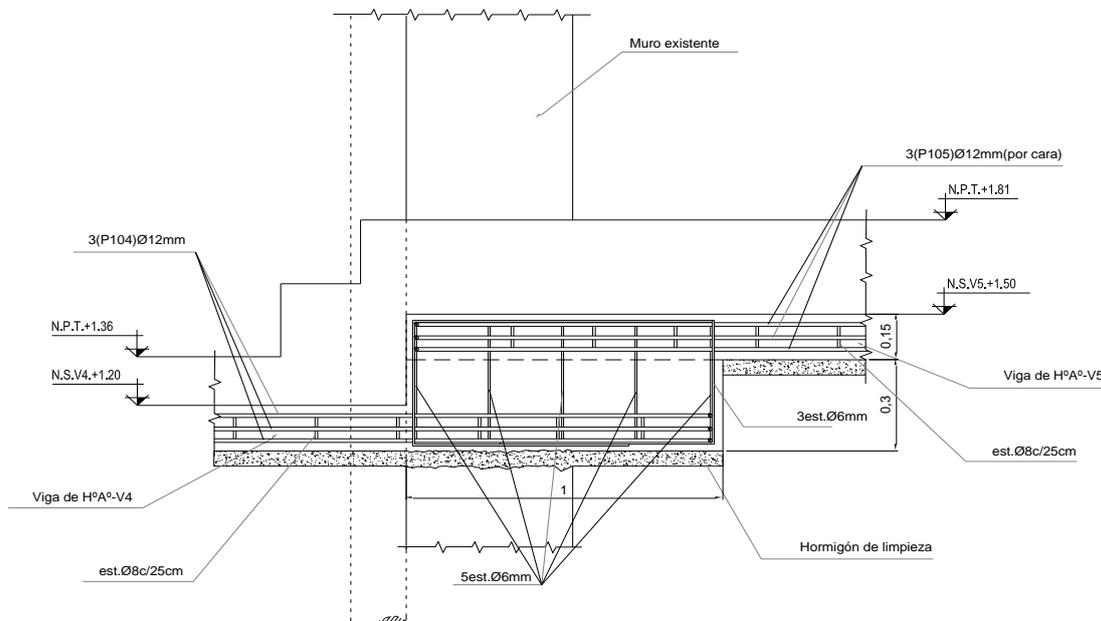


Figura 12: Detalle del encuentro de dos secciones de la viga marco horizontal (V4 y V5) de la Figura 10

Para restituir la integridad estructural de los muros, se colocó una serie de grapas que ataron los sectores separados por grietas y se procedió al sellado de éstas. Las

mismas estaban constituidas por barras de 8 mm de diámetro de longitud variable de acuerdo con cada fisura o grieta de los muros. Los canales en las superficies de los muros y los conductos perpendiculares al mismo, que alojan los ganchos terminales de anclaje de las grapas, se llenaron con mortero preparado con una parte de cemento, tres partes de arena y agua de mezcla adicionada con Sika Látex (dos partes de agua y una de Sikalatex).

En el caso de anclajes de grapas realizados con extremos no perpendiculares al muro, éstos se fijaron con el mortero cementicio vertible expansivo Sikagrout 212.

Finalmente, se construyó una vereda perimetral de 1,5 m de ancho para lograr la impermeabilidad en una zona de piso adyacente a la Iglesia, con un espesor total de 0,10 m, compuesta de hormigón y una malla solada de 15x15x4,2. Contó una junta de dilatación cada 3 m y una pendiente transversal y longitudinal del orden del 2% hacia el exterior del edificio, que mantiene el suelo con el objeto de permitir el escurrimiento de aguas pluviales y evitar su infiltración. Las juntas se rellenaron con mastic asfáltico en caliente adicionándose arena fina.

Todas las tareas desarrolladas en la obra, minimizaron el contacto con agua de las zonas afectadas (sea pluvial como incluida por las propias actividades constructivas), de tal forma de evitar su presencia en los suelos colapsables.

Asimismo, se tuvo especial cuidado en evitar la alteración de las cotas, niveles y medidas originales de la estructura y sus componentes, salvo los indicados en el proyecto, de tal forma de no afectar las proporciones visuales de la Iglesia.

Se evitó el uso de cualquier equipo que produjera vibraciones o que afectase potencialmente la estabilidad de la estructura. Las tareas relacionadas con las excavaciones no emplearon equipo alguno, realizándose únicamente con personal propio de la empresa. No se permitió el ingreso de camiones mixer a las adyacencias inmediatas a la Iglesia, llevándose a cabo las tareas de ingreso del material a los elementos de H<sup>0</sup> A<sup>0</sup> mediante bombeo o por gravedad desde el camión.

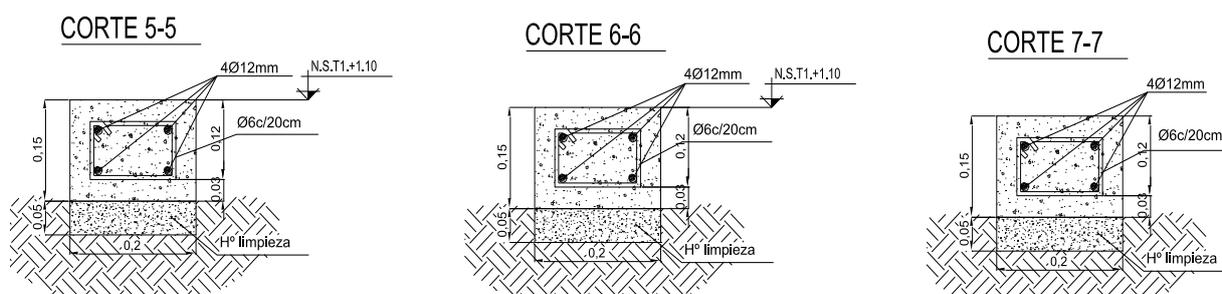


Figura 13: Secciones de los tensores de hormigón armado que atraviesan la Iglesia por debajo del contrapiso

El conjunto de tareas efectuadas por orden prioritario fueron:

- 1) El primer paso consistió en la ejecución de las etapas del marco rigidizador.
- 2) El próximo paso tendió a evitar la penetración de líquidos al terreno de implantación del edificio, es decir reemplazar el sistema sanitario, la impermeabilización de una zona adyacente al perímetro del edificio y evitó la formación de acumulaciones de agua en las cercanías del mismo.
- 3) Restituir la integridad de los muros y el sellado de sus grietas, una vez finalizadas las tareas enumeradas previamente.

Como medidas preventivas, se establecieron los siguientes criterios durante la ejecución de la obra:

Se solicitó al Contratista que adopte las medidas necesarias para garantizar las condiciones de funcionamiento, seguridad, estabilidad y resistencia de las construcciones existentes, durante todo el desarrollo de la obra. Dichas medidas comprendieron no solo el control visual de la misma, sino también la medición de deformaciones, fisuras y todo estudio complementario que permita evaluar el estado de la estructura existente durante el desarrollo de los trabajos. Al respecto, se llevó un registro escrito y gráfico de las mediciones de las fisuras (espesores, longitudes, etc.) y del estado de la estructura previo a ejecutarse los trabajos, así como durante y posterior a la realización de los mismos. En el caso de que dichos estudios demostraran que las condiciones antes indicadas sean potencialmente no satisfactorias, la Inspección de Obra adoptaría las decisiones que estime corresponder, entre las que se incluyen las tareas de apuntalamiento de los muros inestables. No obstante ello, no se observaron alteraciones de cotas, espesores de fisuras o movimientos de los muros. Como las tareas de ejecución de los tensores y vigas de hormigón armado se debían realizar por debajo del contrapiso de la estructura, se encargó al Contratista la extracción y recuperación en buen estado de las piezas de mosaicos y zócalos involucrados en las tareas referidas a la obra. Tales zócalos y mosaicos, fueron numerados con un código que identifique su localización en planta, y fueron acopiados y cubiertos en un lugar apropiado de tal forma de no sufrir roturas. Al respecto, se confeccionó un plano que represente los sectores alterados y la ubicación de los elementos retirados. La medición de la presente tarea se efectuó en forma global, y se certificó habiéndose recuperado un porcentaje superior al 20% de las piezas involucradas (Figura 14). Todas aquellas piezas que no conformaron los requerimientos de la Inspección, fueron consideradas defectuosas y en consecuencia, fueron rechazadas.

Los detalles de la ejecución se observan en la Figura 16, Figura 17, Figura 18 y Figura 19.



Figura 14: Retiro de las piezas de solados y zócalos



Figura 15: Testigos de vidrio en las fisuras y grietas de los muros

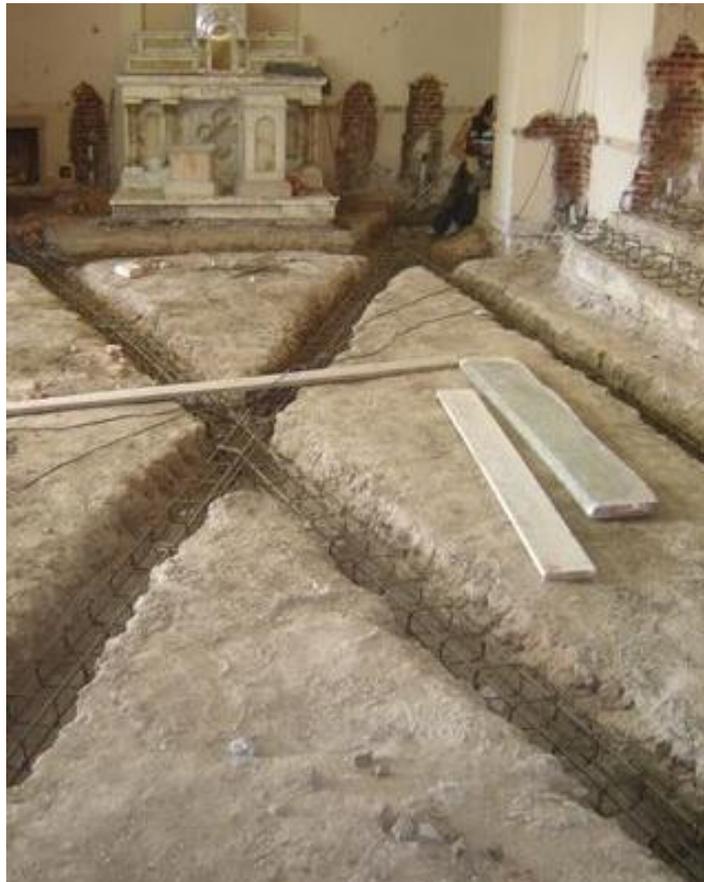


Figura 16: Colocación de la armaduras de los tensores de hormigón armado en el interior de la Iglesia



Figura 17: Encuentro de la viga marco, los tensores de hormigón armado y los micropilotes construidos en la 1<sup>o</sup> etapa

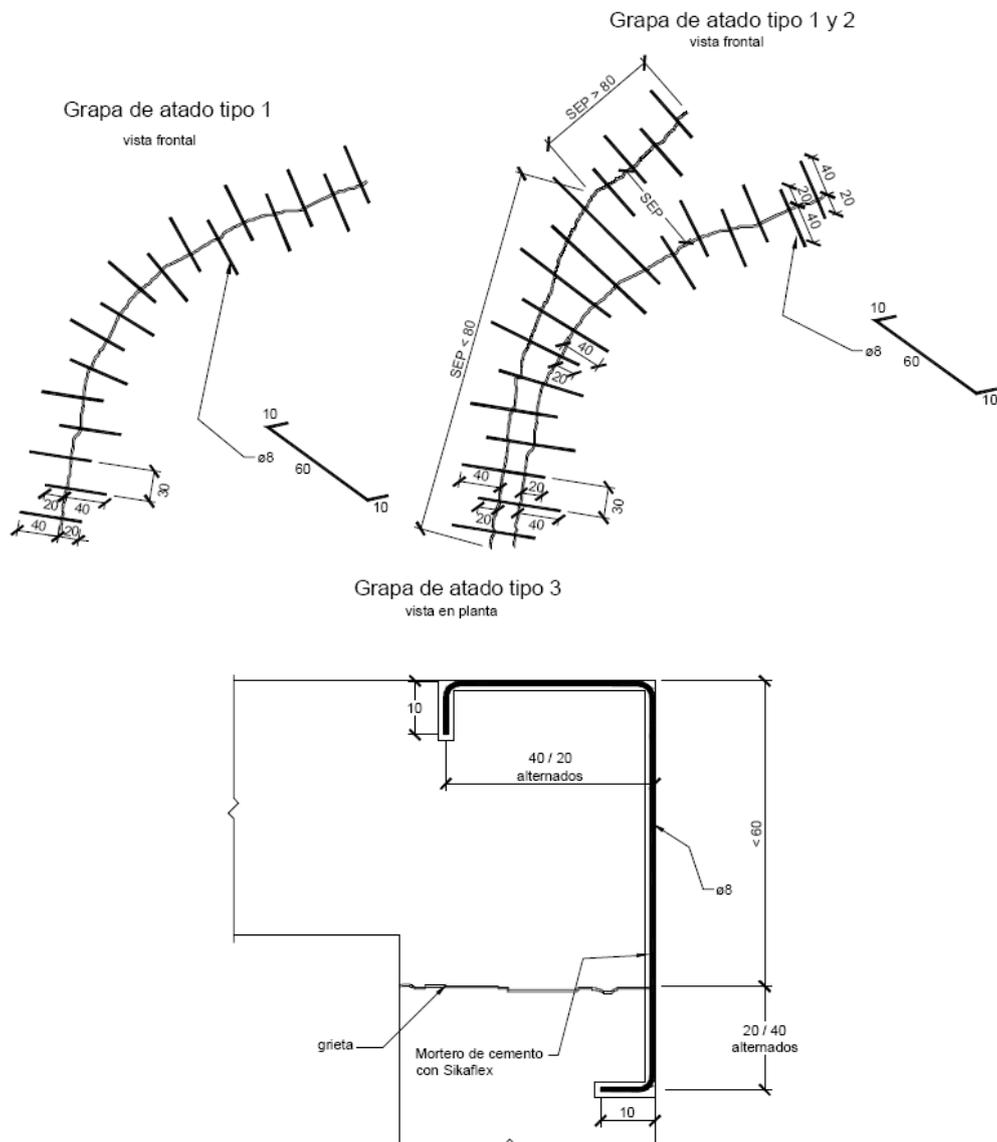


Figura 18: Sellado de grietas y fisuras mediante grapas y mortero de cemento Sikaflex (proyecto efectuado por el Estudio Claudio Macchi & Raúl Husni – Ings. Civiles)



Figura 19: Sellado de las fisuras

## 7. Tercera Etapa

Esta etapa, implican la ejecución de las siguientes tareas:

- La restauración del exterior del edificio y de los locales interiores del mismo.
- Integración de sus muros, de sus revoques y de sus molduras.
- La recuperación de las aberturas, de los cielorrasos, de los pisos y zócalos.
- La recuperación y restauración de los objetos muebles que están en el edificio.
- Ejecución de una nueva instalación eléctrica.
- Ejecución de una nueva instalación de calefacción.
- Sistema de iluminación completo y pertinente.
- Tratamiento de las veredas y emplazamiento perimetral de la Iglesia.

## 8. Conclusión

La obra de Restauración de la Iglesia Santa Lucía fue una primera experiencia en el recalce de fundaciones mediante micropilotes para esta estructura en la provincia del Chubut, singular por su edad, por el grado de deterioro que presentaba y por la zona en la que se emplazaba, caracterizada por el desplazamiento y reptación de suelos.

## 9. Referencias bibliográficas

1. Bustamante M. - Un método para el cálculo de los anclajes y de los micropilotes inyectados - Boletín de Información del Laboratorio de Carreteras. CEDEX N° 174 – Año 1986.
2. CIRSOC 201/82 – INTI.
3. E.E. Alonso, J. Casanovas y A. Josa - Micropilotes en Condiciones Singulares – AETESS – ATEC.
4. Estudio Claudio Macchi & Raúl Husni – Ings. Civiles - Iglesia Santa Lucía, Barrio General Mosconi, Comodoro Rivadavia, Provincia de Chubut - Consolidación estructural - Informe final – Año 2007.
5. Norma IRAM 1666.
6. Ruiz, Manuel Romana – Micropilotes. Usos en Recalces - Conferencia en el “II Curso sobre Recalces, Inclusiones, Inyecciones y Jet-Grouting” organizado por STMR en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de Valencia – Año 2003.
7. SIKA – Manual de Productos.