**CONJUNTO DE SAN JUAN DE LOS LAGOS, SANTIAGO TULYEHUALCO, XOCHIMILCO**

Lusthoff-Benito O.D., Gómez-Soto I.V., Villalobos-Leyva J.

1. **ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

Tulyehualco (del [náhuatl](https://es.wikipedia.org/wiki/Idioma_n%C3%A1huatl): lugar alrededor de los tules), es un poblado ubicado en el oriente de la [Ciudad de México](https://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad_de_M%C3%A9xico), en la Alcaldía de [Xochimilco](https://es.wikipedia.org/wiki/Xochimilco). Al [oeste](https://es.wikipedia.org/wiki/Oeste) colinda con el poblado de [San Luis Tlaxialtemalco](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=San_Luis_Tlaxialtemalco&action=edit&redlink=1), al [este](https://es.wikipedia.org/wiki/Este) con [San Juan Ixtayopan](https://es.wikipedia.org/wiki/San_Juan_Ixtayopan), al [norte](https://es.wikipedia.org/wiki/Norte) con [Tláhuac](https://es.wikipedia.org/wiki/Tl%C3%A1huac) y al [sur](https://es.wikipedia.org/wiki/Sur) con el extinto  [volcán](https://es.wikipedia.org/wiki/Volc%C3%A1n)  [Teuhtli](https://es.wikipedia.org/wiki/Teuhtli).

Tulyehualco fue parte de los nueve poblados chinamperos junto con Xochimilco, Nativitas, Acalpixca, Atlapulco, Tlaxialtemalco, Tláhuac, Tetelco, Tezompa y Mixquic. Es uno de los 14 pueblos de la alcaldía de Xochimilco. El origen de Tulyehualco data de la época prehispánica, cuando en el año de 1126

Gracias a la abundancia de la fue fundado por la cultura Xochimilca al asentarse sobre el cerro del Teuhtli. planta del tule en este lugar, los primeros pobladores pudieron dedicarse a la producción de petates (que en ese entonces se utilizaban como cama o colchón) y de chiquihuites (canastos con diferentes utilidades), y llegó a ser tan grande esta producción que a los habitantes de este pueblo se les conocía como los "chiquihuiteros", sobrenombre que hasta la fecha conservan (Villalobos et al., 2021).

1. **DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA DEL INMUEBLE**

El conjunto religioso de Santiago Tulyehualco está compuesto por la capilla antigua dedicada a Santiago Apóstol, la cual estaba conformada por una torre de dos cuerpos y tres campanas en el primer cuerpo; el templo contemporáneo dedicado a Nuestra Señora de San Juan de los Lagos; los anexos correspondientes a la casa cural, construida en 1983 y lo que pudo haber sido una antigua casa. Todos estos elementos se encuentran circunscritos por la barda atrial.

La capilla y el atrio dedicado al apóstol Santiago en Tulyehualco, datan del siglo XVI; el claustro es del siglo XVII y el segundo templo (adosado al muro este del primero), se inició a principios del siglo XVIII, terminándose en 1962 (Villalobos et al., 2021).

1. **ESTUDIO GEOLÓGICO**

En la Ciudad de México tenemos 3 tipos de suelo: el suelo firme o de lomas (ZONA 1); la zona la transición (ZONA 2), siendo la más inestable, esta zona es la más heterogénea por la variaciones del tipo de suelo, suelos más duros en interacción con suelos más blandos, arrastres de materiales provenientes de la zona de lomas formando un suelo irregular que con la ayuda de los eventos sísmicos tienden a acomodarse provocando desde hundimientos diferenciales hasta fallas; y por último la zona 3 o zona de lago en la cual presentamos hundimientos muy acelerados.

La ubicación de la Capilla de Santiago Apóstol y Templo de San Juan de los Lagos, se encuentra en zona de transición (ZONA 2), por lo que es importante conocer su contexto y ubicar cualquier tipo de posible problemática que pueda afectar al monumento (Villalobos et al., 2021).

**3.1 Estudio geofísico**

Para conocer el suelo que tenemos en el Conjunto Tulyehualco, se realizó un RTP (Radar de Penetración Terrestre y ondas sísmicas superficiales. El (RTP) se realiza por medio de un georradar, que es un aparato que manda ondas al subsuelo y registra en donde rebota ésta, dando un escaneo general de la zona logrando ubicar sistemas hidráulicos, registros, fallas y cambios de estratigrafía, entre otros.

El estudio de ondas sísmicas superficiales, se hace por medios físicos, golpeando el suelo y midiendo con un geófono la velocidad de la onda en el subsuelo. Al medir las velocidades a las cuales viaja la onda por el material, se pueden diferenciar las zonas más rígidas de las más blandas. Con estos estudios se identifica una grieta en el subsuelo de aproximadamente 5 metros de profundidad en la capilla del Apóstol Santiago entre las crujías 3 y 4 (Villalobos et al., 2021).

**3.2 Mecánica de suelos**

Para complementar la información obtenida por los estudios geofísicos, se realizaron estudios de mecánica de suelos con el fin de saber la capacidad de carga admisible del suelo. Dando una capacidad del suelo muy por debajo de la carga que trasmite la estructura, provocando esto hundimientos diferenciales a lo largo del Conjunto Tulyehualco.

**3.3 Levantamiento Topográfico**

Se realizó un escaneo digital laser en tres dimensiones, con vistas de 360° o nube de puntos, apoyándonos para ello con 45 escaneos tridimensionales, que permitieron capturar las condiciones en imagen real que el edificio guardaba a finales del 2017.

Comprobamos que el principal daño que afecta a todo el conjunto, es el hundimiento acusado en mayor medida hacia el templo de San Juan de los Lagos, con desniveles en los pisos que van desde los 2.70 metros de la esquina sur-poniente a la esquina nor-oriente; asimismo, estos hundimientos han generado un constante desplome de los muros tanto del Templo de San Juan de los lagos, como en la Capilla del Apóstol Santiago, estos desplomes van de los 5 cm a los 12 cm, con la misma tendencia hacia el Templo de San Juan de los Lagos. (Fig. 01)

Estos hundimientos han provocado el desplome de los muros en dirección nor-oriente del Conjunto Tulyehualco. Al realizar una proyección de los muros con su desplome, se observa en el templo de San Juan, un movimiento uniforme. Al observar la capilla de Santiago Apóstol, no vemos la misma tendencia, apreciamos desplazamientos más heterogéneos por la influencia del templo de San Juan. (Villalobos et al., 2021).

1. **FACHADA PRINCIPAL CAPILLA DEL APÓSTOL SANTIAGO**

La fachada presentaba una fractura en diagonal, desde la línea de imposta del arco de medio punto hasta el remate del nicho sobre la ventana coral, presenta también, otra fractura en el tercio del arco, la cual se manifiesta tanto por el interior como por el exterior, pasando por la ventana y las cornisas. Asimismo, existen otras grietas secundarias de menores dimensiones; también presenta aplanados sueltos por ambas caras y descamaciones de la pintura, debido a la humedad (Fig. 02).

Para el trabajo de consolidación de grietas se coloca grapas de piedra volcánica de entre 60 a 70 cm, distribuidas en la trayectoria de la grieta a cada 60 cm de forma perpendicular. El espacio entre piedra y su caja correspondiente se rellenó de mortero a base de cal pasta-arena en proporción 1:1. En la Fachada principal se retiraron los aplanados en su totalidad y se restituyeron con aplanados a base de cal en pasta de OXICAL – arena rosa de Texcoco y baba de nopal en proporción 1:3 para el zarpeado grueso y 1:1 para el afinado de los muros, se aplicará pintura a la cal, según la cromática aprobada por INAH.

Se procedió al retiro de la campana adosada a la base del campanario sobre el pretil del remate de la capilla del Apóstol Santiago, misma que será reubicada en el primer cuerpo de la torre del Templo de San Juan de los lagos. Se retiró el riel de soporte de la campana, sin recuperación, de igual manera se demolió la columna de concreto armado y la cadena de desplante que dan soporte a la campana.

1. **TORRE DE CAMPANARIO DE LA CAPILLA DEL APÓSTOL SANTIAGO**

La torre de campanario de la capilla del Apóstol Santiago fue la que presentó más deterioros ocasionados por el evento sísmico del 2017 (Fig. 03); el segundo cuerpo se encontraba a punto del colapso; las columnas perdieron su verticalidad; la bóveda que daba soporte al cupulín, estaba fracturada y las molduras de las cornisas colapsadas; presentaba fracturas en los arcos de medio punto que conforman los vanos, los cuales se comprimieron 10 cm seccionando en cuatro partes este cuerpo del campanario y desplazándose hacia los cuatro puntos de apoyo de la bóveda y del cupulín; la unión del fuste con la base de los cuatro apoyos de las pilastras se fracturaron, dejando expuesta la fábrica constructiva. En el primer cuerpo se tiene un ligero desfase de las columnas y se presentaban grietas en los arcos de medio punto que conforman los vanos; la base presenta un desplome de 47 cm, medidos a una altura de 9.50 m de la base de la torre, este desplome acusa el hundimiento hacia el Templo de San Juan de los Lagos. Se colocaron andamios metálicos y plataformas de madera, que permitió tener acceso puntual a todos los elementos arquitectónicos que conforman los dos cuerpos de la torre campanario. Previo al inicio de los trabajos de apuntalamientos se colocaron 4 eslingas que ayudaron a contener los elementos arquitectónicos que conforman los dos cuerpos del campanario, tres en el segundo cuerpo y una en el primer cuerpo, sin ejercer ninguna presión sobre los elementos arquitectónicos, solo su contención. Se colocaron polines de 3” en los laterales de las pilastras que conforman el cuerpo del campanario, unidos mediante torzales de 6 hilos de alambre recocido, las pilastras quedaron unidad entre sí, por medio de polines horizontales en el interior, en ambos sentidos y con contraventeos en las cuatro fachadas a base de polines de 3” interconectados entre sí con el apuntalamiento de las pilastras. (Fig. 04) Una vez apuntalados los dos cuerpos del campanario, se procedió al desmontaje del cupulín (Fig. 05), generando la menor vibración posible en los elementos arquitectónicos, procediendo al desmantelamiento del cupulín piedra por piedra por medios manuales, clasificando los materiales producto de los desmontajes (Fig. 06).

1. **NAVE DE LA CAPILLA DEL APÓSTOL SANTIAGO**

En la nave de la capilla del Apóstol Santiago existían grietas en el piso a 45°, grietas en las bóvedas en sentido diagonal, todas con la misma dirección a 45°; los arcos fajones también acusaban grietas, las cuales corren por las pilastras adosadas a los muros; los aplanados presentaban pérdidas parciales. En la azotea se retiró el impermeabilizante y los elementos sueltos como aplanados o entortados, para poder identificar las grietas y realizar la consolidación colocando grapas de piedra volcánica de entre 60 a 70 cm, distribuidas en la trayectoria de la grieta a cada 60 cm de forma perpendicular y realizando inyecciones de lechada a base de cal en pasta de OXICAL - arena rosa de Texcoco proporción 1:1 y mucílago polisacárido. (Fig. 07) Una vez terminados estos trabajos, se coloca el impermeabilizante de OXICAL en color rojo terracota.

1. **SACRISTÍA DE LA CAPILLA DEL APÓSTOL SANTIAGO**

En los muros de la sacristía y de la nave se tendrán que retirar los aplanados que se encuentren en mal estado, utilizando maceta y cincel asentando golpes rasantes para no dañar la estructura, posteriormente se consolidarán los muros con el procedimiento antes mencionado, una vez concluidos estos trabajos se procederá a la restitución de los aplanados con cal en pasta-Arena rosa de Texcoco prop. 1:3 y mucílago polisacárido, hasta alcanzar los paños actuales.

El muro sur de la sacristía de la Capilla del Apóstol Santiago, presenta un desplome de 8 cm y una grieta en forma de herradura, por ambas caras de los muros, los aplanados presentan pérdida de adherencia y se encuentran apunto del colapso. Igualmente, existen grietas en el piso, donde los cuarterones de barro se encuentran fracturados y con presencia de eflorescencias salinas por la humedad. Se retiraron los aplanados que se encuentren en mal estado, utilizando maceta y cincel asentando golpes rasantes para no dañar la estructura, encontrando así muros totalmente disgregados por la falta de juntas entre las mamposterías, siendo estos remamposteados en su totalidad. (Fig. 08) Posteriormente se consolidaron las grietas encontradas colocando grapas piedra volcánica de entre 60 a 70 cm, distribuidas en la trayectoria de la grieta a cada 60 cm de forma perpendicular y realizando inyecciones de lechada a base de cal en pasta de OXICAL - arena rosa de Texcoco proporción 1:1 y mucílago polisacárido. Una vez concluidos estos trabajos se procederá a la restitución de los aplanados con cal en pasta de OXICAL-arena rosa de Texcoco proporción. 1:3 y mucílago polisacárido, hasta alcanzar los paños actuales.

1. **TRABAJOS DE LIBERACIÓN DE TAPIAL DE MAMPOSTERÍA EN TORRE DE CAMPANARIO EN LA CAPILLA DEL APÓSTOL SANTIAGO**

Como parte de los trabajos de restauración, se liberó una tapia de mampostería ubicado en la torre de campanario de la Capilla del Apóstol Santiago, a la altura de las bóvedas que daba continuidad al sistema de escaleras (Fig. 09). Se fue liberando piedra por piedra hasta liberar el vano de acceso, posteriormente se fue retirando piedra por piedra hasta encontrar los escalones originales que daban acceso a la parte baja de la torre.

1. **RETABLOS DE CAPILLA DEL APÓSTOL SANTIAGO**

La Capilla del Apóstol Santiago cuenta con tres retablos en presencia hoja de oro: el retablo mayor, del siglo XVII, con la escultura de Santiago Apóstol (Fig. 10); el retablo de Nuestra Señora de los Dolores, con una escultura de la Virgen de los Dolores del siglo XVII; y el retablo del Nazareno (muro este) con nueve óleos, obra de José Polanco.

Para los trabajos de consolidación de grietas de la capilla del Apóstol Santiago, fue necesario el desmontaje de los 3 retablos previamente mencionados. Para el retiro se comenzó con realizar velados en las áreas en las que el retablo se encontraba con humedades o daños, colocando velado en las juntas de las secciones del retablo para el momento del retiro no se perdiera parte del dorado. Una vez protegido el retablo, se comenzó con el proceso de desmontaje realizado por secciones y de manera cuidadosa. Finalizado el desmontaje se resguardaron en la capilla ubicada en el templo de San Juan de los Lagos, en donde se limpiaron y dieron tratamiento para las polillas, quedando cubiertos para su protección hasta el proceso de restauración y montaje.

1. **PINTURA MURAL DE CAPILLA DEL APÓSTOL SANTIAGO**

Al retirar el retablo principal de la Capilla del Apóstol Santiago se encontraron vestigios de pintura mural (Fig. 11), el aplanado se encuentra en estado pulverulento, desprendimientos del aplanado de su base, humedad, a su vez se presenta una grieta en el costado norte de muro testero. Se optó por realizar un stacco; técnica que consiste en el retiro del aplanado con la capa pictórica; antes de su realización, se da una limpieza profunda para eliminar cualquier tipo de suciedad, cal y cemento que se encuentren adheridos a la capa pictórica. Se colocó un velado con non-woven y cola de conejo sobre la zona a retirar, cuando las capas de tela se encuentren secas en su totalidad se procede con el stacco. De una manera lenta y cuidadosa, se va tirando de la tela y del aplanado con ayuda de un escoplo y maceta, una vez realizado el stacco se coloca la pieza en una superficie totalmente plana con la cara de la capa pictórica hacia abajo trabajos realizados por personal experto de bienes muebles.

1. **TEMPLO DE SAN JUAN DE LOS LAGOS**

En el Templo de San Juan de los Lagos, se presenta una fractura alrededor del muro del transepto sur (Fig. 12), por encima del nivel de la cubierta de la Capilla del Apóstol Santiago. La fractura muestra un trayecto de manera horizontal en el muro poniente arrancando aproximadamente a la mitad del muro, por el lado sur se presentó de manera diagonal a 45° arrancando del vano de la ventana para terminar a nivel de la cubierta de la Capilla del Apóstol Santiago. Se aprecia de la misma manera fracturas en el contrafuerte del muro testero y sacristía de del templo de San Juan de los Lagos. (Fig. 13)

Como parte de daño de las fracturas se puede apreciar la presencia de material suelto, disgregado, perdida de juntas e incluso de algunas piezas de la mampostería. Se realizaron trabajos de limpieza tanto de fractura como de las grietas secundarias, liberando a mano con maceta y cincel, el material dañado o disgregado, se le dio una limpieza en las juntas con un gancho de alambre, aspirando y sopleteando, se lavó la grieta con agua cal, se abren cajas cada 60cm para colocar grapas de piedra braza de 60x60cm de manera transversal al trayecto de la fractura, se asentaron con un mortero a base de cal de OXICAL, arena rosa y mucilago polisacárido, en el trayecto de la fractura se colocan boquillas de poliducto de ¾” cada 60 cm, las cuales serán inyectas con una lechada espesa a base de cal, arena rosa de Texcoco en proporción 1:1 y mucilago de nopal. Se colocó rajuela de piedra braza, asentada con mortero de cal de OXICAL-arena 1:3 y mucílago de polisacárido, se rejuntearon oquedades entre las piedras manufacturadas.

1. **VITRALES DE TAMBOR DE CÚPULA DE TEMPLO DE SAN JUAN DE LOS LAGOS**

En el templo de San Juan de los Lagos, se realizaron trabajos de conservación de vitrales (Fig. 14), los cuales se localizan en el tambor de la cúpula del templo, contando con un total de 8 vitrales. El trabajo de conservación consistió en la liberación de los mismos retirando mastique, resinas y adhesivos, se les da una limpieza para retirar cualquier tipo de suciedad que tengan. La conservación de los vitrales, se realizó embalando cada vitral en cajas de madera para su resguardo, cada una de ellas en su interior contó con material amortiguante, para evitar daños dentro de los cajones. Para su colocación en el mismo lugar y con las mismas perdidas de vidrios que contaban en la cúpula del Templo de San Juan de los Lagos, previo a colocarlos, se les dio limpieza, se cambiaron las cañuelas en mal estado de plomo, se estañaron los puntos de unión de las cañuelas que no contaban con adherencia para su fijado. Ya unidos se les dio sellado con una pasta a base de aceite de linaza y cemento gris para evitar filtraciones de agua al interior.

1. **BARDA ATRIAL DE CONJUNTO TULYEHUALCO**

En la barda atrial el conjunto Tulyehualco, el cual abarca la Capilla del Apóstol Santiago y el Templo de San Juan de los Lagos, presenta daños en gran parte de su extensión, los daños más notables han sido las fracturas y desprendimiento del lomo de buey a tal grado de que se han perdido algunos tramos del mismo. También se puede notar fracturas de manera vertical en su lado poniente, fracturas las cuales se presentan tanto en interior como en el exterior de la barda, en su lado norte se presentan fracturas de manera horizontal. Tanto en el muro sur, como en el poniente se presenta material suelto, disgregado, perdida de junta en la mampostería. En su lado norte se cuentan con aplanados de cemento en el exterior, mostrando daños de perdida, desprendimiento, en ciertas partes se muestra un estado pulverulento. La consolidación de la barda atrial consistió en el retiro de material suelto o en mal estado, escarificando con ganchos de alambre, aspirando y sopleteando, se lavó con agua alcohol al 25%, se colocó rajuela de piedra braza asentada con un mortero de cal-arena rosa 1:3 y mucilago de polisacárido; se colocaron boquillas de poliducto de ¾” cada 60 cm en las cuales se inyecto una lechada espesa a base de cal-arena rosa proporción 1:1 y mucilago de nopal, inyectado por gravedad. Respecto al arco de acceso de la barda atrial, para mantener la seguridad estructural se fabrica un contrafuerte (Fig. 15), adosados a las jambas hasta una altura de 3.50 m rebasando con 50 cm el nivel de la imposta por el interior, se fabricó a base de piedra braza asentadas con mortero a base de cal-arena rosa de Texcoco y mucilago polisacárido en una proporción 1:3. Se integraron aplanados en los muros del pórtico de acceso, así como aplicación de pintura a la cal.