

# Proyecto de Estabilización Sismorresistente: Estudio de edificaciones tipológicas

Volumen 1

## **Informe de investigación**

Claudia Cancino, Sara Lardinois,  
Dina D'Ayala, Carina Fonseca Ferreira,  
Daniel Torrealva Dávila, Erika Vicente  
Meléndez y Luis Villacorta Santamato

Los Angeles 2012



The Getty Conservation Institute



Proyecto de Estabilización  
Sismorresistente:  
Estudio de edificaciones tipológicas  
Volumen 1

Claudia Cancino, Sara Lardinois,  
Dina D'Ayala, Carina Fonseca Ferreira, Daniel Torrealva Dávila,  
Érika Vicente Meléndez y Luís Villacorta Santamato

Los Angeles 2012

THE GETTY CONSERVATION INSTITUTE  
LOS ANGELES

Héctor Abarca Torres, *Editor técnico en español*  
Elena Macchioni, *Editora técnica en español*

©2013 J. Paul Getty Trust  
Traducción al español ©2014 J. Paul Getty Trust

The Getty Conservation Institute  
1200 Getty Center Drive  
Los Ángeles, California 90049-1684  
Estados Unidos de América  
Teléfono 310 440-7325  
Fax 310 440-7702  
Correo electrónico [geiweb@getty.edu](mailto:geiweb@getty.edu)  
[www.getty.edu/conservation](http://www.getty.edu/conservation)

El Getty Conservation Institute (GCI) trabaja internacionalmente para avanzar la práctica en la conservación de las artes visuales – incluyendo objetos, colecciones, arquitectura y sitios patrimoniales. El GCI asiste a la comunidad de conservadores a través del desarrollo de investigaciones científicas, programas de educación y capacitación, proyectos de campo modelos, y la difusión de los resultados, tanto de su propio trabajo como el de otros profesionales en este campo. En todas sus iniciativas, el GCI se concentra en la creación y transferencia de conocimientos que beneficien a los profesionales y organizaciones responsables de la conservación del patrimonio cultural mundial.

# Índice

## Volumen 1

Participantes del proyecto v

### **CAPÍTULO 1**

#### Antecedentes

1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes institucionales y asociados del proyecto	1
1.3 El Proyecto de Estabilización Sismorresistente	2
1.4 Introducción al informe de investigación	5

### **CAPÍTULO 2**

#### Metodología

2.1 Estudios anteriores	7
2.2 Selección de edificaciones tipológicas	8
2.3 Metodología del estudio	12

### **CAPÍTULO 3**

#### Hotel Comercio

3.1 Introducción	29
3.2 Antecedentes históricos, contexto y significado	30
3.3 Descripción arquitectónica	33
3.4 Geología del suelo y características medioambientales	38
3.5 Descripción estructural	38
3.6 Irregularidades, modificaciones, daños y deterioro	49
3.7 Hallazgos preliminares	53

### **CAPÍTULO 4**

#### Catedral de Ica

4.1 Introducción	55
4.2 Antecedentes históricos, contexto y significado	56
4.3 Descripción arquitectónica	59
4.4 Geología del suelo y características medioambientales	63
4.5 Descripción estructural	64

4.6 Irregularidades, modificaciones, daños y deterioro	78
4.7 Hallazgos preliminares	86

#### **CAPÍTULO 5**

### **Iglesia de Santiago Apóstol de Kuño Tambo**

5.1 Introducción	89
5.2 Antecedentes históricos, contexto y significado	90
5.3 Descripción arquitectónica	92
5.4 Geología del suelo y características medioambientales	96
5.5 Descripción estructural	96
5.6 Irregularidades, modificaciones, daños y deterioro	106
5.7 Hallazgos preliminares	111

#### **CAPÍTULO 6**

### **Casa Arones**

6.1 Introducción	115
6.2 Antecedentes históricos, contexto y significado	116
6.3 Descripción arquitectónica	121
6.4 Geología del suelo y características medioambientales	125
6.5 Descripción estructural	125
6.6 Irregularidades, modificaciones, daños y deterioro	137
6.7 Hallazgos preliminares	142

#### **CAPÍTULO 7**

### **Conclusiones**

7.1 Conclusiones tras el estudio	147
----------------------------------	-----

Bibliografía	153
--------------	-----

## **Volumen 2**

Apéndice A – Formato de fichas de inspección

Apéndice B – Planos arquitectónicos

Apéndice C – Calas de prospección

# Participantes del proyecto

Dina D'Ayala	Catedrática, Doctora Ingeniera Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil Universidad de Bath, Reino Unido
Claudia Cancino	Especialista de Proyectos, Arquitecta Getty Conservation Institute, Los Ángeles, EUA
Amila Ferron	Ex-Especialista Asociada de Proyectos Getty Conservation Institute, Los Ángeles, EUA
Carina Fonseca Ferreira	Estudiante de Doctorado en Ingeniería Estructural Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil Universidad de Bath, Reino Unido
Sara Lardinois	Especialista de Proyectos, Arquitecta Getty Conservation Institute, Los Ángeles, EUA
Susan Macdonald	Directora del Departamento de Proyectos de Campo, Arquitecta Getty Conservation Institute, Los Ángeles, EUA
Viviana Novelli	Estudiante de Doctorado en Ingeniería Estructural Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil Universidad de Bath, Reino Unido
Daniel Torrealva Dávila	Decano, Facultad de Ingeniería, Ingeniero Estructural Pontificia Universidad Católica del Perú Lima, Perú
Erika Vicente Meléndez	Ingeniera Estructural Pontificia Universidad Católica del Perú Lima, Perú
<b>Asesores del GCI</b>	
Mirna Soto Medina	Arquitecta y Restauradora Lima, Perú
Luis Andrés Villacorta Santamato	Arquitecto e Historiador de la Arquitectura Lima, Perú
Jabdiel Zapata	Arquitecto encargado de dibujo arquitectónico e ilustración South Pasadena, California, EUA

**Ministerio de Cultura del Perú**

David de Lambarri Samané

Ex-Director de la Oficina de Patrimonio Virreinal y  
Republicano  
Lima, Perú

Juan Julio García Rivas

Ex-Director de la Oficina Regional de Cultura del  
Cuzco  
Cuzco, Perú

## CAPÍTULO 1

# Antecedentes

### 1.1 Introducción

Durante miles de años los seres humanos han construido edificaciones de tierra. Desde los antiguos sitios arqueológicos hasta las ciudades de hoy en día, de lo vernáculo a lo monumental, la tierra se ha utilizado tanto como material estructural como decorativo (Figs. 1.1, 1.2). Esta notable diversidad en el patrimonio edificado de tierra implica complejos desafíos de conservación. Como ejemplo, mientras sólo el 10% de los sitios culturales incluidos en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO están construidos con tierra, el 57% de ellos están incluidos en la Lista de Patrimonio Mundial en Peligro.

Las construcciones de tierra, típicamente clasificadas como estructuras de mampostería no reforzadas, son vulnerables a los terremotos y pueden colapsar repentinamente durante un evento sísmico, especialmente cuando carecen de mantenimiento regular y adecuado. Es por esto que los sitios históricos de tierra ubicados en áreas sísmicas se encuentran en riesgo de sufrir daños graves y aún peor, de ser destruidos.

### 1.2 Antecedentes institucionales y asociados del proyecto

Durante los últimos veinte años, el Getty Conservation Institute (GCI por sus siglas en inglés) ha sido reconocido como líder en el desarrollo de metodologías y en el



**FIGURA 1.1**

La Gran Mezquita en Djenne, Mali, obra maestra de la arquitectura de tierra, recibe un mantenimiento regular por parte de la comunidad durante un festival anual.

Imagen: Françoise Descamps.



**FIGURA 1.2**

La misión de San Luis Rey de Francia en Oceanside, California, EUA. La iglesia de San Luis Rey, la novena de las misiones de California, está construida con mampostería de adobe no reforzada.

Imagen: Gail Ostergren.

establecimiento de estándares para la conservación del patrimonio arquitectónico de tierra, tanto en California como en el resto del mundo. El GCI ha llevado a cabo investigaciones innovadoras, programas de capacitación, publicaciones y proyectos de campo que han hecho posible aumentar el conocimiento sobre la arquitectura de tierra y sus particulares vulnerabilidades. Los resultados de todas estas actividades de investigación se han difundido fortaleciendo capacidades mediante la organización de talleres y cursos de capacitación para profesionales, reuniones y coloquios de expertos altamente especializados, e importantes congresos internacionales.

Durante la década de 1990, el GCI llevó a cabo un importante programa de investigación y ensayos llamado Proyecto Sísmico de Adobe del Getty (GSAP, por sus siglas en inglés), trabajo base sobre el cual el GCI y los expertos en este sector continúan investigando. El GSAP investigó el comportamiento de estructuras históricas de adobe durante terremotos y desarrolló métodos económicamente viables de estabilización sismorresistente que permitieron preservar substancialmente la autenticidad de estas edificaciones. Los resultados de estas investigaciones se han difundido mediante una serie de publicaciones editadas, tanto en inglés como en español.

En abril del año 2006, el GCI organizó el Coloquio GSAP en el Getty Center de Los Ángeles. Este encuentro reunió a un grupo interdisciplinario de sesenta especialistas internacionales para evaluar el impacto y eficacia de las recomendaciones de estabilización sismorresistente del GSAP y para examinar los sitios y las maneras en las que las guías del GSAP se habían implementado. Las conclusiones del coloquio se publicaron en el año 2009. Los participantes concluyeron que la metodología utilizada por el GSAP es fiable y efectiva, pero que su dependencia a materiales de alta tecnología y experiencia profesional ha impedido implementarla de manera más generalizada.

Con el fin de abordar esta problemática, el GCI se asoció con el Ministerio de Cultura del Perú (ex-Instituto Nacional de Cultura), la Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil de la Universidad de Bath, en el Reino Unido, y la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, para constituir el Proyecto de Estabilización Sismorresistente (SRP, por sus siglas en inglés). A partir del trabajo realizado por el GSAP, el SRP combinará técnicas sismorresistentes tradicionales con las de alta tecnología, para su uso en países en vías de desarrollo.

### **1.3 El Proyecto de Estabilización Sismorresistente**

El principal objetivo del Proyecto de Estabilización Sismorresistente es adaptar las directrices del GSAP en países donde equipo, materiales y capacidades técnicas sean difíciles de conseguir; proporcionando técnicas de estabilización sismorresistente de tecnología simple y programas de mantenimiento de fácil implementación para edificaciones históricas de tierra, capaces de mejorar el comportamiento sísmico y preservar el material histórico de las mismas. Utilizando edificaciones tipológicas en el Perú como casos prácticos, el proyecto tiene el propósito de diseñar y evaluar estas técnicas; aportar guías a los responsables de su implementación, incluyendo arquitectos, ingenieros y conservadores; y colaborar con las autoridades gubernamentales para asegurar la aceptación de estos métodos, con el objetivo final de incluirlos en la Norma Técnica de Edificación NTE E.080 Adobe,<sup>1</sup> parte del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. El Perú ha sido



**FIGURA 1.3**  
Iglesia de El Carmen, Chincha, Perú. Edificación construida de tierra cuyo campanario colapsó durante el terremoto de Pisco de 2007.  
Imagen: Philippe Garnier, para el GCI.



**FIGURA 1.4**  
Capilla de la Virgen Concebida, Kuchuwasi, cerca del Cuzco, Perú. Edificación construida de tierra.  
Imagen: Claudia Cancino.

escogido como sede para llevar a cabo este trabajo debido al conocimiento actual e histórico que allí se posee del tema, así como el interés de los profesionales en esta materia; la revisión de la NTE E.080 actualmente en curso; la presencia de socios potenciales para la implementación de estas técnicas en un proyecto de conservación modelo; y los trabajos anteriores llevados a cabo por el GCI, como el *Estudio de Daños en Edificios Históricos de Tierra después el Terremoto del 15 de Agosto de 2007 en Pisco, Perú* (Figs. 1.3, 1.4)

### 1.3.1 Objetivos del proyecto

- Diseñar técnicas de estabilización sismorresistente de tecnología simple, utilizando materiales y conocimientos locales para edificaciones históricas tipo en el Perú que tengan el potencial de adaptarse en otros países;
- Validar las técnicas de estabilización sismorresistente con conocimientos científicos actuales;
- Obtener el reconocimiento, la aprobación y la promoción de estas técnicas por parte de las autoridades peruanas;
- Desarrollar una metodología para estudiar los sitios históricos de tierra que pueda utilizarse como herramienta en la toma de decisiones sobre intervenciones y mantenimiento, y con potencial de empleo extensivo en otros países;
- Desarrollar guías para el estudio de los sitios y técnicas de implementación, enfatizando la importancia que la continua evaluación, mantenimiento, y reparación juegan en el mejoramiento del comportamiento sísmico de las edificaciones históricas de tierra; y
- Desarrollar un proyecto modelo de conservación que demuestre la implementación de estas técnicas.

### 1.3.2 Fases del proyecto

Todas las actividades del proyecto se han dividido en cuatro fases: (I) viabilidad e investigación; (II) metodología; (III) modelos y ensayos; y (IV) difusión e implementación. Las actividades planeadas para cada fase se describen detalladamente a continuación.

#### 1.3.2.1 Fase I – Viabilidad e investigación

- **Viabilidad:** Probar la viabilidad, objetivos y resultados del proyecto mediante consulta a diferentes profesionales que tengan experiencia en el campo de la conservación y la estabilización sismorresistente, y establecer un comité científico externo para la revisión del mismo.
- **Modos de falla:** Recopilar información sobre los modos de falla de las edificaciones tipológicas ya identificadas. Este estudio analizará los datos históricos existentes relativos al comportamiento de las edificaciones de tierra durante un evento sísmico, utilizando los hallazgos del estudio de daños realizado después el terremoto de Pisco, Perú en el año 2007, así como el terremoto de Northridge, California, en el año 1996.
- **Selección y estudio de las edificaciones tipológicas:** Identificar cuatro tipologías de edificios históricos altamente significativos que tengan prioridad para la aplicación de técnicas de estabilización sismorresistente, donde se requieran soluciones urgentes, y cuyos modos de falla y respectivas técnicas de refuerzo puedan generalizarse a otros casos en el Perú y en América Latina; y llevar a cabo el estudio constructivo de las edificaciones tipológicas seleccionadas.
- **Soluciones de estabilización sismorresistente de tecnología simple / alternativa / vernácula / histórica:** Recopilar información histórica sobre materiales de construcción tradicionales sismorresistentes, desarrollados a lo largo del tiempo en el Perú.
- **Intervenciones anteriores ya implementadas en el Perú:** Consultar a profesionales que trabajen en el campo de la conservación en el Perú sobre el comportamiento durante un sismo de reparaciones existentes o implementadas en construcciones históricas de tierra en décadas recientes.

#### 1.3.2.2 Fase II – Metodología

- **Propuesta para el análisis numérico de elementos finitos de sitios construidos con tierra:** En colaboración con el Departamento de Arquitectura e Ingeniería Civil de la Universidad de Bath (BATH), desarrollar una propuesta de análisis numérico de las edificaciones tipológicas identificadas.
- **Propuesta para la verificación experimental de las edificaciones tipológicas:** En colaboración con la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) desarrollar, como actividad complementaria al análisis numérico, una propuesta de ensayos estáticos y dinámicos de las edificaciones tipológicas identificadas para el estudio de su comportamiento estructural durante un terremoto.
- **Reunión del consejo consultor externo:** Organizar una reunión del consejo consultor para discutir la metodología y diseño del proyecto, el estudio constructivo de las edificaciones seleccionadas, y las propuestas para los ensayos experimentales y análisis numérico de las edificaciones tipológicas.

- **Actividades de fortalecimiento de capacidades:** En colaboración con instituciones nacionales, desarrollar potencialmente talleres en relación a la metodología utilizada en las fases I y II del proyecto para el estudio constructivo de sitios construidos con tierra.

#### 1.3.2.3 Fase III - Modelos y ensayos

- **Diseño de soluciones de estabilización:** En colaboración con BATH y la PUCP, proponer técnicas adecuadas de estabilización sismorresistente para las edificaciones tipológicas.
- **Modelos y ensayos de técnicas de estabilización:** Verificar la efectividad de las soluciones de estabilización sismorresistente propuestas mediante análisis numéricos en BATH y ensayos experimentales en la PUCP.
- **Consejo consultor externo:** Buscar la aprobación del consejo consultor sobre las técnicas de estabilización sismorresistente diseñadas.
- **Actividades para el fortalecimiento de capacidades:** En colaboración con instituciones nacionales, desarrollar potencialmente una serie de talleres preliminares para establecer una metodología de estudio a nivel nacional / regional, con el fin de realizar planes de mantenimiento y reparación de sitios históricos de tierra.

#### 1.2.3.4 Fase IV - Difusión e implementación

- **Difusión:**
  - Redactar directrices validadas por el consejo consultor para la implementación de diseños y técnicas de estabilización sismorresistente que se consideren parte de la NTE E.080 y que puedan adoptarse ampliamente en otros países de América Latina.
  - Desarrollar directrices para los administradores de sitios que expliquen, de manera práctica, la implementación de técnicas de estabilización sismorresistente e incluyan principios de mantenimiento; los cuales, al adoptarse conjuntamente, constituyan la base de estrategias preventivas para la conservación de edificios patrimoniales de tierra en zonas sísmicas.
- **Implementación:**
  - En colaboración con consultores nacionales e internacionales, desarrollar una propuesta de proyecto para la estabilización sismorresistente de una o dos de las edificaciones tipológicas seleccionadas.
  - En colaboración con un socio peruano, poner en marcha el proyecto de estabilización sismorresistente para la o las edificaciones tipológicas.
  - Documentar el o los proyectos de estabilización sismorresistente para su posterior difusión.

## 1.4 Introducción al informe de investigación

El informe de investigación ha sido preparado para sintetizar la información recolectada sobre las edificaciones tipológicas seleccionadas durante la Fase I del proyecto y está siendo publicado durante el desarrollo de la Fase II.<sup>2</sup> Pretende ser

un documento de referencia para el grupo de trabajo; para el desarrollo del análisis numérico y sísmico de las edificaciones, los ensayos experimentales complementarios; así como para el consejo consultor externo, los administradores y propietarios de cada edificación. El documento se utilizará también para la difusión de la metodología de estudio a una comunidad más amplia de profesionales de la conservación y la ingeniería.

El informe proporciona la descripción detallada de la metodología del proyecto para la selección e inspección (tanto mediante técnicas de investigación no destructivas como de calas de prospección) de las edificaciones tipológicas (Capítulo 2); la descripción y el estudio de condiciones de las edificaciones tipológicas seleccionadas (Capítulos 3-6); y las conclusiones generales sobre la metodología de análisis, los datos estructurales recopilados, el diseño estructural y el comportamiento observado de las edificaciones tipológicas (Capítulo 7). En el Apéndice A se encuentran las fichas de inspección desarrolladas para el proyecto; y los Apéndices B y C incluyen planos arquitectónicos y detalles de calas de prospección de las edificaciones tipológicas (los apéndices se incluyen en el Volumen 2 del informe). Todas las fotografías de las edificaciones tipológicas incluidas en este informe se tomaron en el curso de las campañas de trabajo que se llevaron a cabo el año 2010, a no ser que se indique lo contrario.

Es importante señalar que el presente informe de estudio refleja el conocimiento de las construcciones que el grupo de trabajo tenía antes de obtener los resultados del análisis numérico y sísmico y de los ensayos experimentales. Es por ello que posiblemente algunos de los hallazgos preliminares que se han incluido en el informe se revisarán al finalizar la Fase III.

### Notas

- 1 Esta norma técnica, conocida comúnmente como la *Norma del Adobe*, se creó para regular las nuevas construcciones sismorresistentes de adobe y se agregó por primera vez al Reglamento Nacional de Construcción del Perú en 1987. La NTE.E.080 fue elaborada originalmente por un grupo de arquitectos e ingenieros miembros del Comité para la elaboración de la *Norma del Adobe* (NORMA) creado en el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO). SENCICO es una agencia gubernamental que forma parte del Ministerio de Vivienda y Construcción. Entre sus funciones se cuenta el desarrollo de normas, estándares y reglamentos para el diseño de edificaciones, el uso de materiales de construcción y tecnologías, con el fin de mejorar la calidad, el costo y el control de la seguridad laboral. La NTE E.080 se revisó por primera vez en el año 1999 y la edición actualizada se publicó en el año 2000. Actualmente se está ampliando con el fin de incluir una sección dedicada a intervenciones en construcciones patrimoniales de tierra.
- 2 Los datos reunidos durante la Fase I del proyecto se obtuvieron en el curso de dos campañas de trabajo en el año 2010. De este modo el presente informe refleja las condiciones de las cuatro edificaciones tipológicas en el año 2010 y no incluye cambios en sus condiciones que pudiesen haber sido resultado de actividad sísmica posterior o de otros factores medioambientales.

## CAPÍTULO 2

# Metodología

### 2.1 Estudios anteriores

La metodología del Proyecto de Estabilización Sismorresistente incorpora los resultados de anteriores estudios post-sismo, tales como el *Estudio de daños a edificaciones históricas de tierra después del terremoto del 15 de agosto de 2007 en Pisco, Perú* realizado por el GCI. Estos estudios ofrecen la oportunidad de comprender por qué las estructuras fallan y proporcionan información que puede servir como base para mejorar su comportamiento sísmico. Por siglos, las lecciones aprendidas de los terremotos y de otros desastres naturales, se han utilizado para el avance de las técnicas constructivas. En tiempos más recientes, dichas lecciones han promovido el desarrollo de las disciplinas de la ingeniería y la conservación del patrimonio, los ensayos, y la revisión de los actuales reglamentos de edificación, y de las políticas y procedimientos de mitigación de desastres.

La historia de la arquitectura peruana ejemplifica este proceso. En respuesta a la comprensión de los efectos de la actividad sísmica en las estructuras de tierra, las antiguas culturas peruanas desarrollaron técnicas de estabilización sismorresistente para mejorar sus sistemas constructivos de tierra. La tradición continúa en la actualidad con la inclusión de la Norma Técnica de Edificación NTE E.080 Adobe en el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. Esta norma técnica presenta una serie de recomendaciones para reducir la vulnerabilidad sísmica de las nuevas construcciones de adobe.

El 15 de agosto del año 2007, un terremoto con magnitud de momento ( $M_w$ ) de 8.0 y un valor máximo local de Intensidad de Mercalli Modificada (IMM) de VII-VIII golpeó la costa sur del Perú. Los informes preliminares indicaban que un gran número de sitios históricos de tierra, ubicados en las comunidades de Cañete, Chincha, Pisco, Ica y Huancavelica habían sido severamente dañados (Figs. 2.1, 2.2).

**FIGURA 2.1 (IZQUIERDA)**

Iglesia de Guadalupe, dañada por el terremoto de Pisco del año 2007.  
Imagen: Claudia Cancino.



**FIGURA 2.2 (DERECHA)**

Iglesia de Humay, dañada por el terremoto de Pisco del año 2007.  
Imagen: Claudia Cancino.



Después el terremoto del año 2007, un equipo multidisciplinario de ingenieros sísmicos, arquitectos conservadores y especialistas peruanos e internacionales – convocados por el GCI – visitaron un total de catorce sitios históricos de tierra, documentándolos rápidamente y estudiando sus daños. El equipo se concentró en el registro de las condiciones existentes, como el abandono, el deterioro, o las modificaciones estructurales sucedidas a través del tiempo, con el objetivo principal de entender el impacto de estas condiciones en el comportamiento sísmico de las edificaciones. El estudio, organizado en respuesta a una petición del ex-Instituto Nacional de Cultura del Perú (actualmente, Ministerio de Cultura del Perú) está disponible en el portal electrónico del GCI.

Las lecciones aprendidas del estudio del terremoto de Pisco fueron la base del proceso de identificación de las edificaciones tipológicas seleccionadas para ser estudiadas en el Proyecto de Estabilización Sismorresistente, así como del desarrollo de la metodología de estudio de sus condiciones.

## 2.2 Selección de edificaciones tipológicas

Como parte de la primera fase del Proyecto de Estabilización Sismorresistente se determinó seleccionar hasta cuatro tipologías constructivas para ser estudiadas en fases sucesivas. Cada tipología seleccionada debía ser representativa de edificaciones con prioridad para estabilización sismorresistente basándose en: el nivel de significado histórico, social o arquitectónico; la actual carencia, por ende mayor necesidad, de soluciones de estabilización para la tipología específica; y la evidencia de sus modos de falla típicos, con el fin de garantizar que las técnicas de estabilización sismorresistente desarrolladas como parte del proyecto puedan aplicarse ampliamente en otras edificaciones de tierra en el Perú, América del Sur y otras regiones sísmicas del mundo.

A comienzos del año 2010 el equipo del SRP identificó cuatro tipologías que cumplían con los criterios establecidos. Estas tipologías fueron:

- **Tipología 1:** Estructura residencial construida con muros de adobe y quincha y cubierta plana; representativa de las casas virreinales en los centros históricos de los poblados y ciudades costeñas.<sup>1</sup>
- **Tipología 2:** Estructura religiosa construida con muros gruesos de adobe, con bóvedas y cúpulas de quincha; representativa de iglesias construidas en ciudades costeñas y de preferencia ubicadas en la región afectada por el terremoto de Pisco del año 2007.
- **Tipología 3:** Estructura religiosa construida con muros gruesos de adobe, generalmente decorada con pinturas murales, y cubierta de par y nudillo; representativa de las iglesias construidas en los Andes.
- **Tipología 4:** Estructura residencial de dos pisos con muros de adobe y cubierta de par y nudillo; representativa de las casas virreinales construidas en los centros históricos de las ciudades andinas.

Se preseleccionaron un total de veinte sitios en el Perú que fueron visitados en febrero del año 2010 para un estudio inicial por parte del GCI y de arquitectos, historiadores de la arquitectura e ingenieros peruanos. Los sitios se evaluaron bajo diferentes criterios, que consideraban: (1) la existencia del sistema estructural original sin intervenciones o, si las hubieran, limitadas; (2) el valor histórico de la edificación; (3) la representatividad de una de las cuatro tipologías identificadas; (4)

la disponibilidad del propietario o administrador para facilitar el acceso, sin crear expectativas de un proyecto de estabilización o reparación futuro; (5) la seguridad del sitio y su área circundante para que el equipo pudiese realizar sus tareas de inspección y todo otro trabajo necesario para el proyecto; (6) la existencia de mecanismos o condiciones de deterioro que pudiesen afectar el comportamiento sísmico de la estructura; (7) la accesibilidad del sitio, a pie y/o en automóvil con posibilidad de alojamiento apropiado en las cercanías; (8) la existencia y disponibilidad de datos históricos y arquitectónicos sobre el sitio; y (9) la visibilidad o valor estético. A cada sitio se le asignó una calificación del 1 al 10 por cada criterio descrito en este párrafo, siendo 10 el valor más alto, y a cada uno de estos criterios se le atribuyó el mismo peso al momento de determinar la calificación final. La Tabla 2.1 muestra la lista de los veinte sitios visitados, así como las calificaciones tras su evaluación.

**Tabla 2.1 – Calificaciones de los 20 sitios preseleccionados**

<b>Nombre del sitio</b>	Estructura original (sin intervenciones)	Valor histórico	Significado (edificación representativa de su tipología)	Disponibilidad (grado de cooperación del dueño)	Seguridad (sitio seguro para el grupo de trabajo)	Mecanismos o condiciones de deterioro representativos	Accesibilidad (ubicación)	Existencia de datos históricos y arquitectónicos	Visibilidad	<b>TOTAL</b>
Hospicio Ruiz Dávila, Lima	6	7	8	1	4	6	6	4	4	<b>46</b>
Quinta Heren, Lima	8	8	8	8	4	7	5	5	5	<b>58</b>
Hacienda San Juan Grande, Lima	5	7	6	2	2	6	6	4	5	<b>43</b>
Hotel Comercio, Lima	6	8	8	10	8	8	8	9	6	<b>71</b>
Catedral de Ica, Ica	9	7	7	6	9	10	8	6	8	<b>70</b>
Iglesia de San Antonio, Mala	5	5	8	9	7	9	4	4	3	<b>54</b>
Iglesia de San Juan, Ica	8	5	8	9	7	9	4	4	3	<b>57</b>
Iglesia de San Luis, Cañete	4	5	8	10	7	9	4	4	3	<b>54</b>
Iglesia Santuario de Yauca, Ica	7	5	8	8	7	9	4	4	3	<b>55</b>
Iglesia de Andahuaylillas, Cusco	7	10	8	7	7	3	5	7	10	<b>64</b>
Iglesia de Canincunca, Cusco	6	9	8	7	7	3	4	6	8	<b>58</b>
Iglesia de Marcapata, Cusco	10	8	8	8	6	8	2	6	8	<b>64</b>
Iglesia de Kuchi Wasi, Cusco	10	8	7	8	6	5	2	6	7	<b>59</b>
Iglesia de Kuño Tambo, Cusco	10	8	8	10	8	9	3	6	8	<b>70</b>
Iglesia de Rondocan, Cusco	7	8	8	9	8	6	2	6	5	<b>59</b>
Casona Garrido Mendivil, Cusco	6	8	6	5	8	5	9	7	6	<b>60</b>
Casa Arones, Cusco	8	8	9	10	8	9	10	8	6	<b>76</b>
Casa Alonso del Toro, Cusco	6	8	6	4	4	5	8	7	6	<b>54</b>
Casa Serapio Calderón, Cusco	7	8	6	4	3	6	8	7	6	<b>55</b>
Casa Concha, Cusco	5	9	7	8	8	4	8	8	8	<b>65</b>

Las edificaciones que recibieron las calificaciones más altas y por ello resultaron seleccionadas para estudios posteriores fueron:

- **Tipología 1 – Hotel Comercio:** Edificio de tres pisos de adobe y quincha del siglo XIX, en el centro histórico de Lima (Fig. 2.3).
- **Tipología 2 – Catedral de Ica:** Iglesia del siglo XVIII, construida con muros gruesos de adobe, con bóvedas y cúpulas de quincha, dañada por el terremoto de Pisco del año 2007 (Fig. 2.4).
- **Tipología 3 – Iglesia de Kuño Tambo:** Edificación del siglo XVII, construida con muros gruesos de adobe y con cubierta de par y nudillo, ubicada en una pequeña aldea cercana a Cuzco (Fig. 2.5).
- **Tipología 4 – Casa Arones:** Edificación del siglo XVII de dos pisos de adobe y cubierta de par y nudillo, ubicada en el centro histórico de Cuzco (Fig. 2.6).



**FIGURA 2.3**  
Tipología 1: Hotel Comercio, centro histórico de Lima.  
Imagen: Amila Ferron.



**FIGURA 2.4**  
Tipología 2: Catedral de Ica, Ica.  
Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 2.5**  
Tipología 3: Iglesia de Kuño Tambo, Cuzco.  
Imagen: Wilfredo Carazas, para el GCI.



**FIGURA 2.6**  
Tipología 4: Casa Arones, centro histórico del Cuzco.  
Imagen: Sara Lardinois.

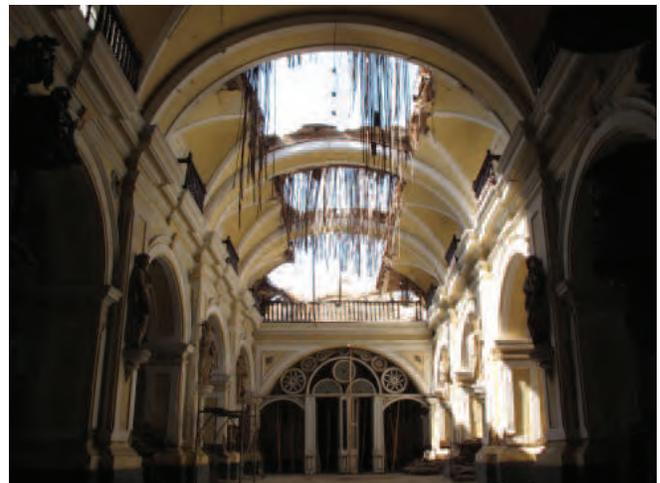
Además de los criterios de selección anteriormente descritos, cada sitio presenta características propias que incrementan el valor de su estudio; sin embargo, por la singularidad de estas características, éstas no pudieron incluirse en la calificación final. A pesar de esto, estas características son importantes de señalar, y son incluidas en las breves descripciones que siguen a continuación.

El Hotel Comercio, que obtuvo la puntuación más alta en la tipología 1, se seleccionó para realizar estudios más detallados. Su valor como edificación tipológica puede así resumirse:

- Es representativa de las edificaciones residenciales con patio, conocidas como *casonas*, que son típicas de las ciudades virreinales a lo largo de la costa; no obstante, la presencia del tercer piso hace que sea más alta que muchas otras casonas de sólo dos pisos.
- Ejemplifica las técnicas constructivas de tierra típicamente peruanas de edificaciones hechas de muros de adobe en el primer piso y muros de quincha en los pisos superiores, y con entresijos y cubiertas planas de madera.
- El Hotel Comercio con el paso del tiempo se ha hecho estructuralmente más complejo, al igual que muchas construcciones históricas del centro de Lima y de otras ciudades virreinales de América del Sur, debido a los sucesivos cambios de uso y modificaciones que ha sufrido a lo largo de su historia.
- A pesar de ser estructuralmente más compleja que una casona tradicional, debido a su tercer piso y a las modificaciones realizadas, los métodos y conclusiones del análisis numérico y del enfoque de los ensayos experimentales que se utilizaran en el estudio sísmico podrán aplicarse al estudio de estructuras más sencillas.
- Su ubicación en la esquina de una manzana urbana hace que sea más vulnerable que un edificio ubicado en la mitad de una cuadra.

La Catedral de Ica, que obtuvo la calificación más alta en la tipología 2, se seleccionó para realizar estudios más detallados. Su valor como edificación tipológica puede así resumirse:

- Es representativa de las iglesias a lo largo de la costa peruana construidas con muros laterales de adobe, fachada de ladrillos cocidos, y pilares y cubierta de quincha. Aunque estructuralmente es más compleja que algunas otras iglesias, cualquier medida de estabilización sismorresistente que se proponga podría adaptarse a iglesias más sencillas.



**FIGURA 2.7**

Vista interna de la Catedral de Ica mostrando los daños en la bóveda después del terremoto de Pisco del año 2007.

Imagen: Sara Lardinois.

- La catedral resultó dañada durante el terremoto de Pisco del año 2007, y es por esta razón que ofrece la oportunidad de estudiar los daños sísmicos existentes y proporcionar soluciones urgentes para su estabilización (Fig. 2.7).
- La catedral es una estructura de gran importancia. Se le declaró monumento histórico de la nación en 1982 y ha mantenido su estatus a pesar de los daños sufridos durante el terremoto del año 2007.
- Su ubicación en la esquina de una manzana urbana la hace más vulnerable que un edificio ubicado en la mitad de la misma.

La iglesia de Kuño Tambo, que obtuvo la puntuación más alta en la tipología 3, se seleccionó para realizar estudios más detallados. Su valor como edificación tipológica puede así resumirse:

- Es representativa de las iglesias rurales de tierra que existen al interior de los Andes del Perú y América del Sur, que se construyeron en la época del Virreinato con muros gruesos de adobe y cubierta de par y nudillo de madera. La iglesia ha sufrido mínimas modificaciones e intervenciones, por ello mantiene la mayor parte de su esquema estructural original del siglo XVII.
- Al igual que muchas de estas iglesias rurales, su ubicación es remota y sólo puede accederse a ella por un estrecho y sinuoso camino de montaña. Esto influirá en los tipos de medidas de estabilización que puedan desarrollarse e implementarse, ya que podría resultar difícil llevar materiales, equipo o profesionales de fuera de la localidad.
- Cualquier técnica de estabilización que se proponga necesitará ser diseñada e implementada de tal manera que los acabados internos, como las pinturas murales existentes, no resulten afectados. Este será el caso de muchos sitios de tierra que se ubiquen en el área y en otras regiones sísmicas del mundo.

La Casa Arones, que obtuvo la puntuación más alta en la tipología 4, se seleccionó para realizar estudios más detallados. Su valor como edificación tipológica puede así resumirse:

- Es representativa de la casona típica del Cuzco del período del Virreinato, con un patio interno rodeado por arcadas de piedra y ladrillo cocido.
- Al igual que el Hotel Comercio, su ubicación en la esquina de una manzana urbana la hace más vulnerable que una ubicada en la mitad de la cuadra.
- A diferencia del Hotel Comercio, se construyó con muros de adobe de dos pisos y cubierta de par y nudillo de madera.

## 2.3 Metodología del estudio

El proyecto se estructuró en diferentes fases, comenzando con la investigación de las edificaciones seleccionadas y terminando con la implementación y difusión de las técnicas de estabilización sismorresistente ensayadas. Como parte de la fase de investigación, se reunieron datos a través de estudios históricos, inspección arquitectónica y estructural y otras investigaciones.<sup>1</sup> La información reunida está resumida en los capítulos 3, 4, 5 y 6 del presente informe, y se utilizará en el desarrollo de los ensayos experimentales, los análisis numéricos y sísmicos de las edificaciones tipológicas en las fases siguientes del proyecto.

### 2.3.1 Inspección e investigaciones

Como parte de la investigación arquitectónica y estructural de las edificaciones tipológicas, la configuración arquitectónica y las condiciones de cada una de las edificaciones tipológicas fueron documentadas y estudiadas durante dos campañas de inspección en el año 2010. Con el fin de estudiar los sitios seleccionados de manera adecuada se utilizaron varios métodos de documentación: (1) fichas de inspección estructural desarrolladas para documentar las condiciones y configuraciones estructurales, llenadas principalmente mediante observación visual; (2) investigaciones no destructivas, tales como la termografía; y (3) calas de prospección en áreas específicas de las edificaciones, para comprender mejor su configuración estructural y conexiones entre elementos.

#### 2.3.1.1 Sectores y fichas de inspección estructural

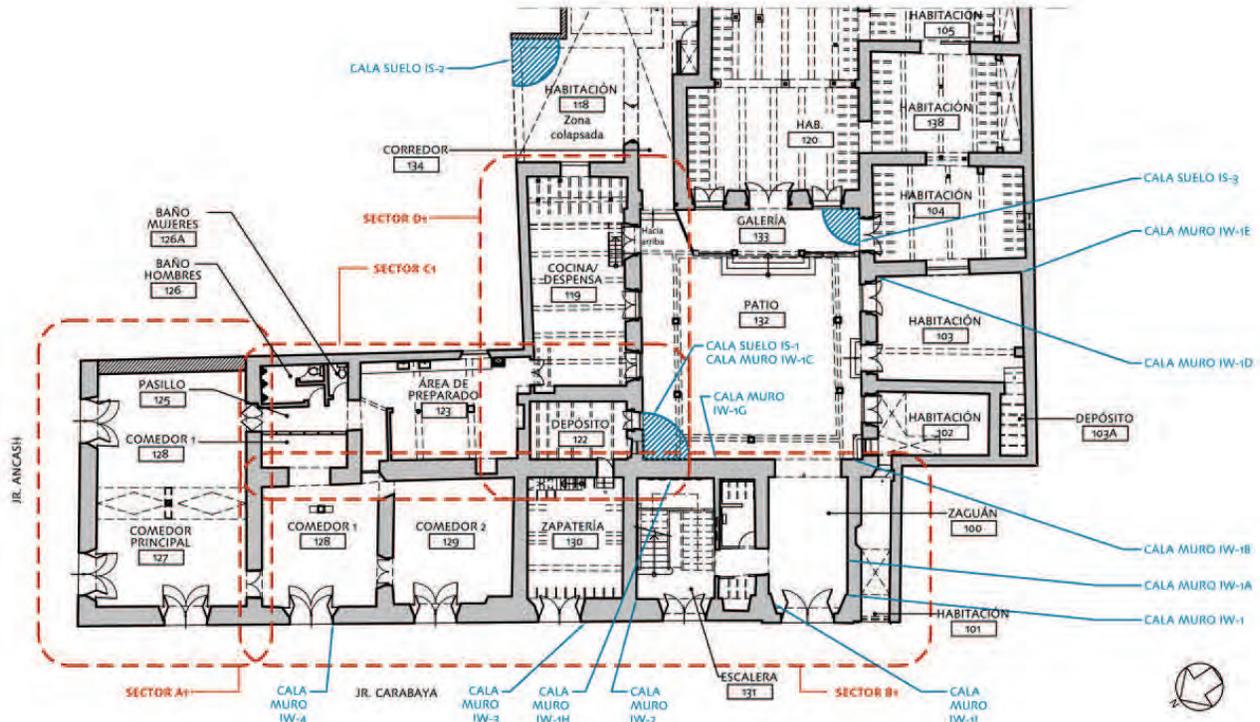
Las cuatro edificaciones tipológicas presentan diferentes configuraciones estructurales. Para llevar a cabo la inspección, el grupo de trabajo dividió cada edificación en sectores. La selección de sectores se basó en el posible comportamiento de las construcciones durante un evento sísmico.

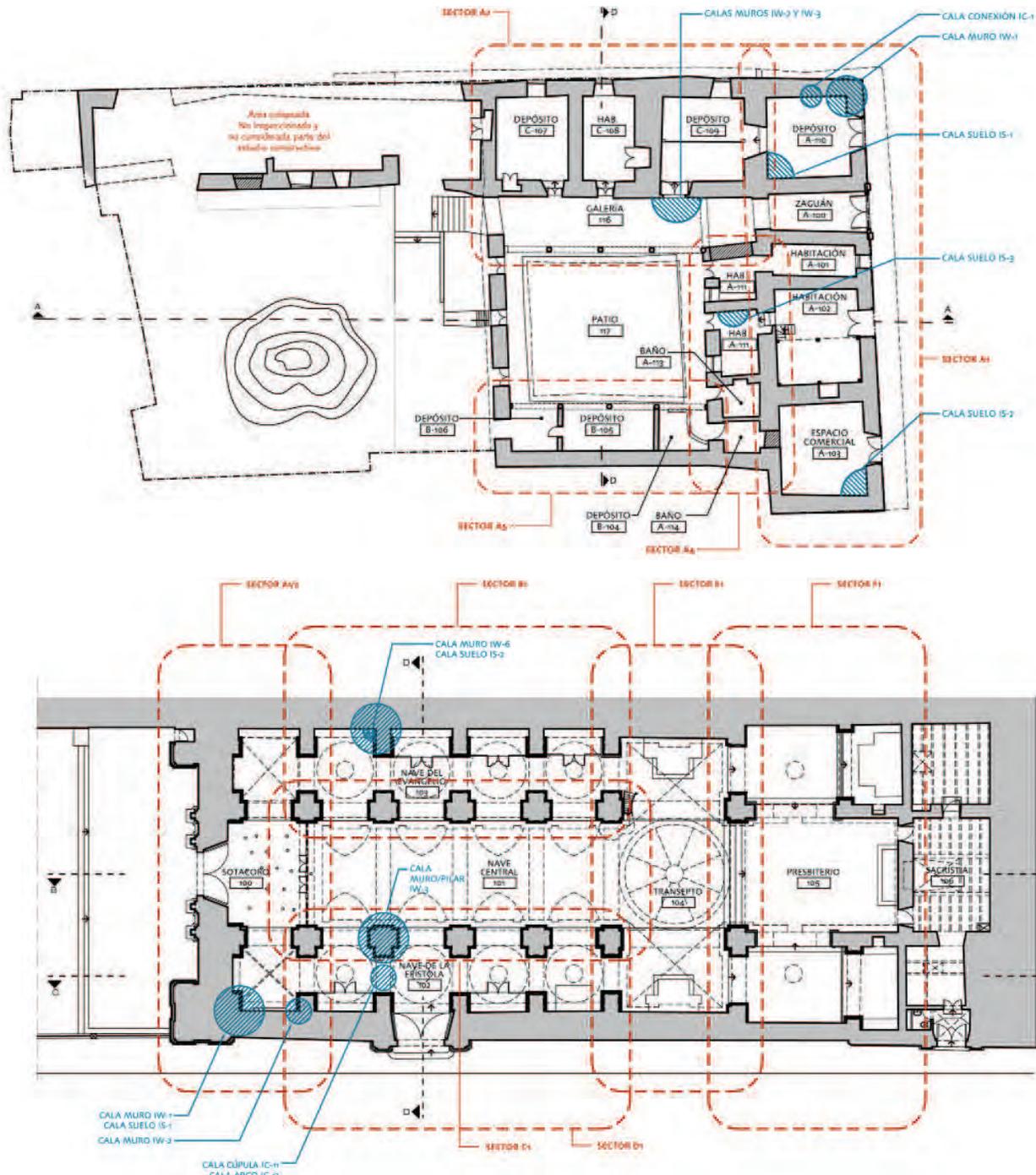
En el caso de las estructuras residenciales, la selección de sectores se basó en gran medida en la orientación de vigas y viguetas de entresijos y cubierta. Cada una se dividió en cuatro sectores por piso. El Hotel Comercio se dividió en sector A: el área del edificio en la esquina norte; sector B: las habitaciones del lado noroeste a lo largo de la fachada del jirón Carabaya; sector C: las habitaciones del lado noroeste que bordean la estructura vecina; y sector D: las habitaciones del lado noreste del patio (Fig. 2.8). La Casa Arones se dividió en sector 1: las habitaciones del lado este a lo largo de la calle Arones; sector 2: las habitaciones a lo largo de la calle Nueva Alta, incluyendo la galería en el lado norte del patio;

**FIGURA 2.8**

Hotel Comercio con los sectores de inspección en rojo. Dado que el primer y segundo patio tienen la misma configuración sólo se realizó la inspección del primer patio y la sección noreste del edificio.

Dibujo base del ex-Instituto Nacional de Cultura, editado por el GCI



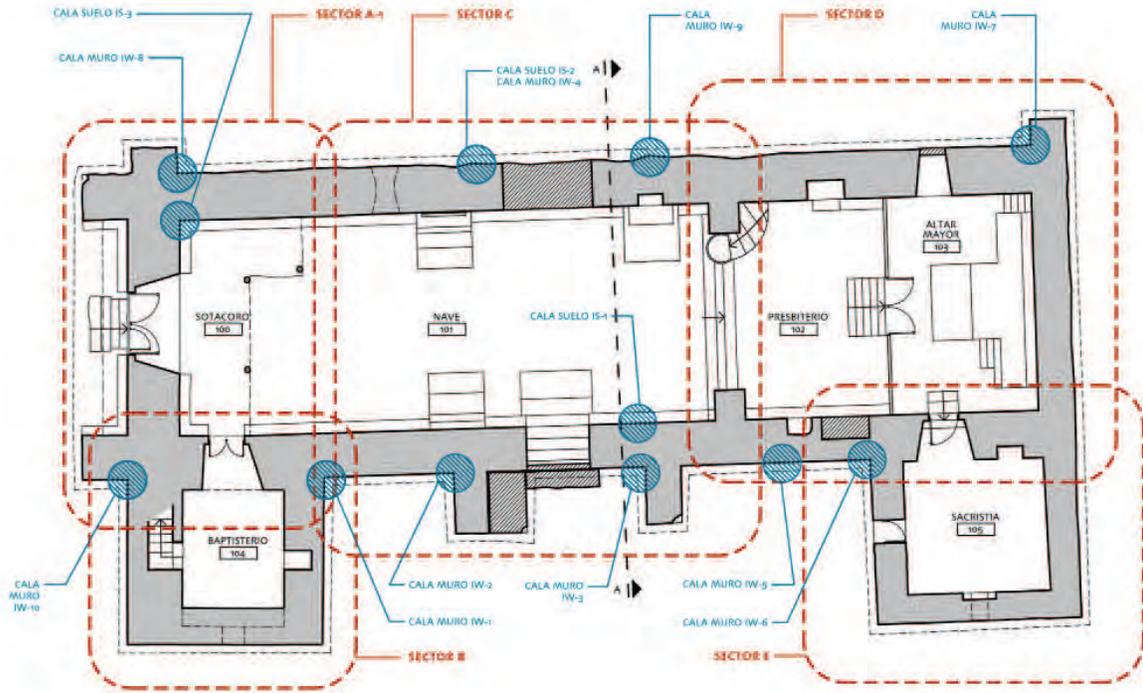


**FIGURA 2.9 (ARRIBA)**  
Casa Arones con los sectores de inspección en rojo. Dibujo base realizado por Rubén Estrada Tapia, editado por el GCI.

**FIGURA 2.10**  
Catedral de Ica con los sectores de inspección en rojo. Dibujo base realizado por Mirna Soto y editado por el GCI.

sector 3: las habitaciones entre el sector 1 y el patio principal; y sector 4: las habitaciones en el lado sur del patio, que limitan la estructura adyacente (Fig. 2.9).

La selección de sectores en las estructuras religiosas se basó en su configuración arquitectónica. La Catedral de Ica se dividió en seis sectores: sector A: el área de dos pisos que comprende el coro y el sotacoro, la fachada y los campanarios; sector B: nave central; sector C: nave de la Epístola adyacente al jirón Libertad; sector D: nave del Evangelio adyacente a la estructura vecina; sector E: crucero y transepto; y sector F: el presbiterio (Fig. 2.10). La iglesia de Kuño Tambo se dividió en cinco sectores: sector A: el área de dos pisos que comprende el coro y el sotacoro; sector



**FIGURA 2.11**  
Iglesia de Kuño Tambo con los sectores de inspección en rojo. Dibujo base realizado por Rubén Estrada Tapia y editado por el GCI.

B: el baptisterio; sector C: la nave central; sector D: el presbiterio y el altar mayor; y sector E: la sacristía (Fig. 2.11).

Se desarrolló una ficha de inspección general para reunir información sobre la estructura en su totalidad, y otra ficha para la inspección sector por sector, con el fin de obtener información crítica relativa a las técnicas de construcción, así como a la severidad de las condiciones de los elementos estructurales (Figs. 2.12, 2.13). Las fichas se acompañaron con dibujos detallados que indican gráficamente la ubicación de los materiales constructivos y las condiciones descritas en las fichas (Figs. 2.14, 2.15).

La ficha de inspección general reunió los siguientes datos sobre cada sitio:

1. Información sobre la edificación: nombre y dirección, fecha o período de construcción, imágenes y plantas.
2. Tipo de edificación: casona (uno o dos pisos de adobe / adobe y quincha, dos o más pisos) o iglesia (muros de adobe con bóvedas o cúpulas de quincha / muros de adobe con sistema de cubierta de par y nudillo).
3. Contexto: dentro del distrito / centro histórico, entorno urbano o rural; adyacente a otras edificaciones, incluyendo su ubicación en la manzana urbana; cerca de otras construcciones, incluyendo distancias entre ellas; o aislado.
4. Emplazamiento: terreno plano o con pendiente.
5. Ocupación: ocupada o sin ocupar (con indicación del aforo de día y de noche).
6. Forma de la planta: rectangular, cuadrada, en C, L u otro / mixto.
7. Densidad de muros.
8. Uso: residencial, comercial, museo, religioso, oficinas u otro.
9. Características socioeconómicas: nivel económico de los habitantes y tipo de propiedad (alquiler / propio).
10. Descripción arquitectónica general.

11. Historia de las modificaciones.
12. Descripción de la configuración / tipo de suelo.
13. Nivel de mantenimiento: existencia de un plan de mantenimiento (de ser así, por parte de quién y con qué frecuencia) e informes sobre daño sísmico anterior.
14. Calidad de la manufactura original en la cubierta, cielo raso, albañilería y cimentación.

Para cada sector de estudio de cada edificio, se reunieron los siguientes datos:

1. Número de sector, tipo (patio / campanario / conjunto de habitaciones (crujía) / habitación individual / cubierta) y número de pisos.
2. Plano general, con indicación de la ubicación del sector en la edificación.
3. Plano ampliado del sector.
4. Cortes, elevaciones, o fotografías.
5. Comportamiento sísmico general y vulnerabilidad:
  - Forma en planta del sector de la construcción: rectangular, cuadrado, en C, L o mixto.
  - Luz promedio entre muros en las direcciones x e y.
  - Densidad de muros.
  - Indicación si los muros portantes están conectados con la cimentación (sólo en el primer piso) o con las estructuras de entrepiso / cubierta (niveles superiores y último nivel).
  - Mantenimiento: condiciones generales de los materiales por sector, señalando todo elemento constructivo dañado por terremoto(s) anterior(es) que no se hubiese(n) reparado.
6. Plano indicando la ubicación de las fotografías tomadas para el registro de las condiciones documentadas.
7. Descripción del sistema estructural por sector:
  - Cimiento y sobrecimiento:
    - Cimentación: natural (roca sólida / suelo firme / roca estructural), mampostería (mampostería de piedra irregular / mampostería de piedra regular) o sin cimentación (muros que descansan sobre suelo natural sin modificar), indicando sus condiciones (cohesiva / no cohesiva).
    - Sobrecimiento: mampostería (mampostería de piedra irregular / mampostería de piedra regular) indicando sus condiciones (cohesivo o no cohesivo).
  - Muros portantes de adobe / quincha:
    - Mampostería de adobe (señalando las dimensiones de las unidades de adobe y el mortero), tapial, mampostería de ladrillo cocido o mampostería de piedra.
    - Muros de quincha con bastidor de madera (caña / base de adobes / base de ladrillo cocido).
  - Refuerzos estructurales anteriores:
    - Muros de albañilería reforzada de adobe o ladrillo cocido, con columnas de concreto embebidas.
    - Pórtico de concreto con muros de adobe o ladrillos no reforzados.
    - Otros refuerzos: varillas de acero (a través / dentro de los muros), anclajes (de la parte superior a la cubierta / de muro a muro), llaves de madera o

- vigas aisladas de concreto o madera (ubicados sobre los muros más largos / más cortos / a lo largo de la habitación / en el perímetro de la habitación).
- Revestimiento en muros y cielo raso (barro / cal / cemento / superficie sólo pintada), con indicación de acabado pintado o sin pintar.
  - Entrepisos: vigas o viguetas de concreto o madera, indicando el número de elementos estructurales, sus dimensiones y luces.
  - Cubierta: cubierta de par y nudillo, losa de concreto, bóveda / cúpula de quincha, cubierta plana, u otro, indicando el número de elementos estructurales, sus dimensiones y luces.
8. Condiciones que influyen en el comportamiento sísmico del sector:
- Condiciones generales: estable o inestable.
  - Condición de los muros de adobe / quincha:
    - Colapso total (todos los muros / la mitad de los muros / la cuarta parte de los muros).
    - Colapso parcial de muros, sin considerar la condición del revestimiento (en el centro / en las esquinas / en la sección superior).
    - Asentamiento de muros (en el medio / en los extremos).
    - Daño en la esquina (toda la altura / parte superior de los muros).
    - Fuera de plano (hacia dentro / hacia afuera / abombamiento; en la parte superior / inferior / central de los muros).
    - Grietas estructurales: horizontales (parte superior / inferior / central), verticales (parte superior / inferior / central saliendo de los vanos / en las esquinas), de flexión (de muro a muro / mitad del muro) diagonal (de arriba abajo / de arriba a media altura / de abajo a media altura); en forma de aspa (de arriba abajo / de arriba a media altura / de abajo a media altura).
    - Desprendimiento de revestimiento.
    - Pérdida de revestimiento.
    - Daño por escarabajos.
    - Erosión.
    - Daños por humedad.
    - Presencia de vegetación.
  - Condición de entrepisos, armaduras y bastidores de quincha:
    - Deformación: entrepisos (vigas y viguetas), cubiertas (pares, nudillos, tirantes, cumbreras, cerchas), bastidores de quincha (pies derechos y riostras).
    - Podredumbre: entrepisos (vigas y viguetas), cubierta (pares, nudillos, tirantes, cumbreras, cerchas), bastidores de quincha (pies derechos y riostras).
    - Daños por efecto de insectos xilófagos: entrepisos (vigas y viguetas), cubierta (pares, nudillos, tirantes, cumbreras, cerchas), bastidores de quincha (pies derechos y riostras) y de adobe, comúnmente en la parte baja del muro.
  - Condición de las conexiones:
    - Corrosión en anclajes metálicos y clavos.
    - Fallas / desconexiones: conexiones muro–muro, dinteles, conexiones entrecimiento–muro y conexiones cubierta–cabecera de muro.

Un ejemplo completo de las fichas de inspección se encuentra en el Apéndice A.

**Building:** : Iglesia Santiago Apostol KuñoTambo

**Address:** Comunidad Campesina KuñoTambo, Distrito Rondocan, Provincia Acomayo, Cusco

**Sector:** C

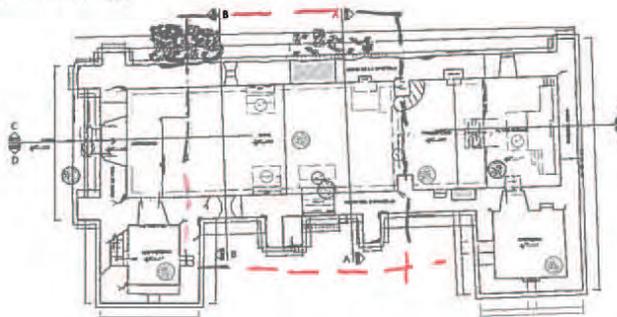
**Sector type :**

Courtyard /  Tower /  Group of rooms /  Individual Room /  Roof

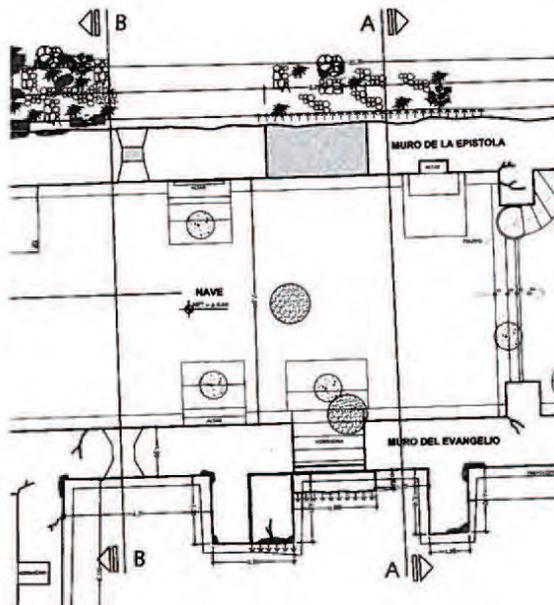
**Level:**  First floor /  Second floor /  Third floor



**I. Location of sector in building:**



**II. Floor plan of sector:**



KuñoTambo Church – SECTOR # C    Date of survey: 07/14/10    By: AF / SL / CC / LV / DT / EV / DDA / QVN / CF

**FIGURA 2.12**  
Ejemplo de la página 1 de ficha de inspección por sector (en inglés).

Earthen Architecture Initiative  
Structural Assessment Survey Form – Seismic Retrofitting Project in Peru (SRP)



VII. Conditions impacting seismic performance of sector: \_\_\_\_\_  
General impression:  Stable  Instable

Adobe/Quincha walls			
Conditions:	In relation to the longer wall	Location	Graphic at plan
Total wall collapse	<input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> All walls <input type="checkbox"/> 1/2 of walls <input type="checkbox"/> 3/4 of walls <input type="checkbox"/> 1/4 of walls	
Partial wall collapse (no consider plaster)	<input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> At the center <input type="checkbox"/> At the corners <input type="checkbox"/> Upper section	
Settlement of walls:	<input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Center <input type="checkbox"/> Edges	
Corner damage: (The "V" thing, incipient corner collapse)	<input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> All height <input type="checkbox"/> Upper	
Out of plane displacement: <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Inward <input checked="" type="checkbox"/> Outward <input type="checkbox"/> Bowing	<input type="checkbox"/> Lower <input checked="" type="checkbox"/> Upper <input type="checkbox"/> Middle	
	<input type="checkbox"/> Horizontal	<input type="checkbox"/> Lower <input type="checkbox"/> Upper <input type="checkbox"/> Center	
	<input checked="" type="checkbox"/> Vertical	<input type="checkbox"/> Lower <input checked="" type="checkbox"/> Upper <input type="checkbox"/> Center <input checked="" type="checkbox"/> Coming out of openings <input checked="" type="checkbox"/> At corners	
Structural cracking: <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Flexural	<input type="checkbox"/> Wall to wall <input type="checkbox"/> Wall to mid-wall	
	<input type="checkbox"/> Diagonal	<input type="checkbox"/> Top to bottom <input type="checkbox"/> Top to mid-height <input type="checkbox"/> Bottom to mid-height	
	<input type="checkbox"/> X-Shaped	<input type="checkbox"/> Top to bottom <input type="checkbox"/> Top to mid-height <input type="checkbox"/> Bottom to mid-height	

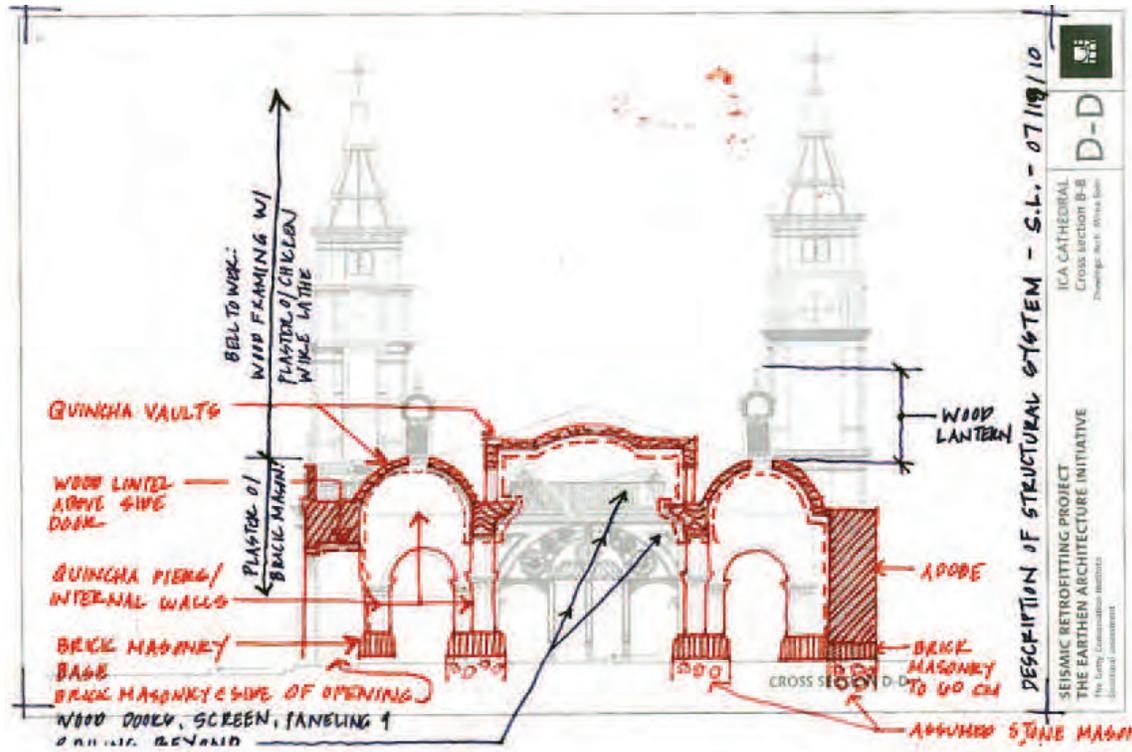
*NOTE: SEE THERMO CAMERA IMAGE IN PILLAR*  
*FOLLOWING OPENINGS. SEE PHOTO PREVIOUS FORM*

KuñoTambo Church – SECTOR # 2

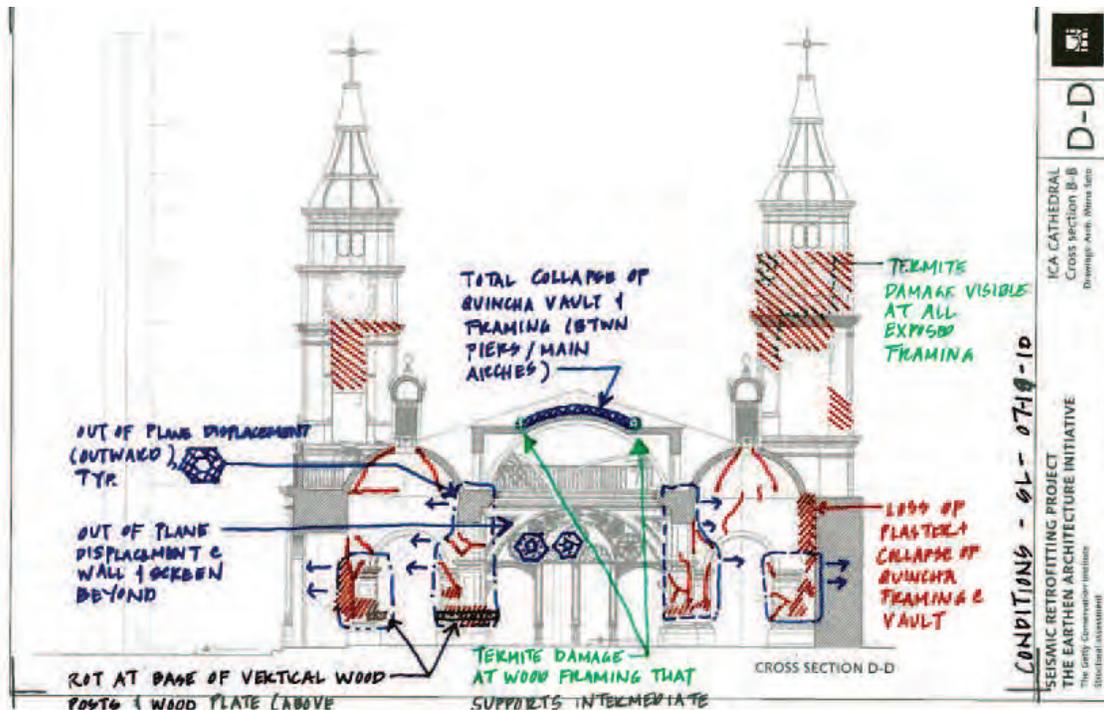
Date of survey: 07/19/10

By:  DAF /  DSL /  CC /  DLV /  DDT /  DEV /  DDDA /  DVN /  DCF

FIGURA 2.13  
Ejemplo de ficha de inspección por sector indicando las condiciones (en inglés).



**FIGURA 2.14**  
Ejemplo de un dibujo detallado (en inglés) indicando gráficamente la ubicación de los materiales constructivos que forma parte del anexo de la ficha de inspección (en inglés).  
Dibujo: Sara Lardinois.



**FIGURA 2.15**  
Ejemplo de un dibujo detallado indicando gráficamente la ubicación de las condiciones existentes anexo a la ficha de inspección (en inglés).  
Dibujo: Sara Lardinois.

### 2.3.1.2 Investigaciones no destructivas

El estudio estructural de un edificio existente requiere el entendimiento total de los materiales y sus conexiones que generalmente no están disponibles visualmente. A menos que un edificio haya sufrido grandes daños, la mayoría de los materiales estructurales estarán cubiertos por revestimientos y acabados de protección o decoración. Aun cuando partes de la edificación queden expuestas, no siempre se puede suponer que estas secciones fueron construidas de la misma manera que las no expuestas, y esto hace que sean necesarias investigaciones adicionales. En muchos casos, esto se lleva a cabo desmontando partes del muro, cubierta o piso, o bien excavando alrededor de la cimentación. Esto puede causar aún más daño y no ser la opción apropiada, dependiendo de la naturaleza de la investigación o de la importancia de los acabados arquitectónicos. Con el fin de evitar este tipo de daños, se han adaptado métodos no destructivos procedentes de otros campos de investigación aplicables a la arquitectura histórica. El uso de estas técnicas en construcciones de tierra sigue siendo un tema prácticamente sin explorar pero que podría proporcionar grandes beneficios para el campo de la conservación de la arquitectura de tierra. A la luz de esto, se estudiaron y consideraron varios métodos no destructivos de estudio para usarse dentro de este proyecto; de ellos, se eligieron la fotografía infrarroja y la termografía para hacer ensayos in-situ.

#### Fotografía infrarroja

La fotografía infrarroja es un método que permite capturar las ondas de luz invisibles que todas las superficies reflejan. Esta técnica puede utilizarse para la detección de materiales – especialmente en superficies – que normalmente no podrían verse, ya que produce imágenes valiéndose de ondas de luz que se hallan fuera del espectro visible habitual. En algunos casos, puede proporcionar informaciones sobre un trazo desvanecido o una capa de pintura que se encuentre por debajo de la superficie que de otra manera no se detectaría. Adicionalmente, algunos pigmentos se irradian bajo ciertas longitudes de onda infrarrojas y pueden ser detectados por la cámara. Aunque el análisis infrarrojo no proporciona datos sobre la estructura, el estudio de superficies pintadas ayudará en la planificación de las intervenciones, especialmente si se encuentran pinturas murales en áreas que se consideraban no decoradas.

Para llevar a cabo los ensayos in-situ se utilizó una cámara réflex de un solo lente modelo Nikon D70s. Se retiraron los filtros infrarrojos internos de la cámara y se utilizó uno de los siguientes tres filtros externos:

- el "X-Nite CC1" para bloquear las ondas infrarrojas y permitir la fotografía con luz visible.
- el "X-Nite 850", que permite el paso de longitudes de onda infrarrojas por encima de los 850 nm.
- el "X-Nite 1000B", que permite el paso de longitudes de onda infrarrojas por encima de los 1000 nm.

En algunos casos, no se utilizó ningún filtro en la cámara, permitiendo el paso tanto de la luz visible como de la luz infrarroja.

El proceso a seguir para la fotografía infrarroja puede ser relativamente sencillo, aunque existen muchas maneras de mejorar la metodología para un uso más avanzado. En esencia, se monta la cámara en un trípode para mantenerla estable, y sin ajustar ni la dirección ni el zoom, se van cambiando las lentes para captar los espectros de luz deseados.

En el curso de los ensayos las imágenes infrarrojas se tomaron en formato \*.nef (formato sin procesar RAW de Nikon), ajustándose mediante el plug-in Camera Raw de Adobe Photoshop. El proceso de ajuste puede producir imágenes muy diferentes a partir del mismo archivo, por lo que las normas de trabajo deberán ajustarse para cada uso específico. En los ensayos del SRP, cada imagen se ajustó de manera diferente, con el fin de optimizar la visibilidad de las pinturas.

En los muros de la iglesia de Kuño Tambo la fotografía infrarroja no reveló ninguna nueva información. Solamente y gracias a las imágenes infrarrojas, pudo verse con mayor claridad, una sección de pintura mural cubierta por una fina película de polvo en el muro del Evangelio cerca del coro.

A luz de esta experiencia, es posible afirmar que la fotografía infrarroja ofrece el potencial de investigar pinturas murales bajo capas de tierra o identificar el uso de pigmentos que emitan radiación infrarroja en pinturas murales.

#### Termografía

La termografía permite capturar visualmente información relativa a la temperatura de las diferentes superficies. Dado que los materiales de un muro pueden afectar la temperatura de su superficie, la termografía tiene el potencial de revelar dónde se ubican los componentes de madera, acero o piedra en una edificación.

Para llevar a cabo los ensayos in-situ en las cuatro edificaciones tipológicas, se utilizó una cámara termográfica FLIR B400 (de 30 Hz). Se ajustó en modo manual para que el rango de temperaturas pudiese controlarse para mejorar la legibilidad de los materiales de construcción. Se utilizó la cámara al amanecer a fin de beneficiar de los cambios de temperatura en la edificación y producir imágenes más claras, especialmente en las fachadas exteriores. En los interiores se hicieron ensayos con aparatos de calefacción (luces, lámparas de calor y calefactores de pared) para crear cambios de temperatura que revelasen las diferencias entre los materiales, aunque en el caso del SRP las fuentes artificiales de calor no mejoraron significativamente la legibilidad de los diferentes materiales en las termografías. Ajustes de cámara y las condiciones ambientales que pudiesen afectar la termografía – como la emisividad, reflectancia, temperatura atmosférica y humedad relativa – debieron ser registrados para cada imagen para permitir transferir los métodos de la termografías a edificios similares y obtener resultados comparables.

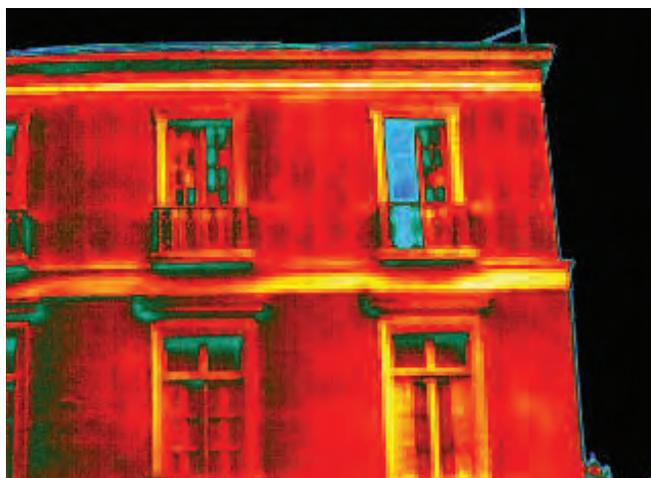
Durante los ensayos in-situ del SRP la termografía demostró ser de gran utilidad desde el punto de vista estructural para ubicar los pies derechos de los paneles de quincha en los muros de los pisos superiores del Hotel Comercio (Figs. 2.16-2.19). La termografía también resultó útil para determinar el número y la ubicación de los elementos estructurales de madera en las bóvedas y cúpulas de la Catedral de Ica (Figs. 2.20-2.23).



**FIGURAS 2.16 (IZQUIERDA) Y 2.17 (DERECHA)**

Fachada noroeste del Hotel Comercio: Fotografía (izquierda) y termografía (derecha) del mismo sector, indicando la ubicación de los pies derechos de madera dentro de los muros de quincha del tercer piso.

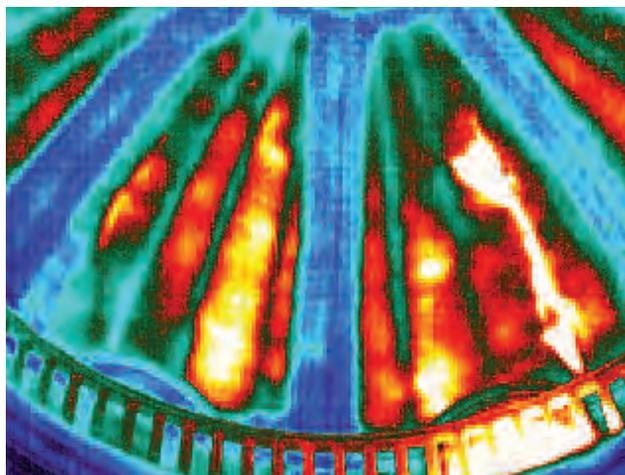
Imagen: Amila Ferron.



**FIGURAS 2.18 (IZQUIERDA) Y 2.19 (DERECHA)**

Fachada noreste del Hotel Comercio: Fotografía (izquierda) y termografía (derecha) del mismo sector indicando la ubicación de los pies derechos de madera dentro de los muros de quincha del tercer piso.

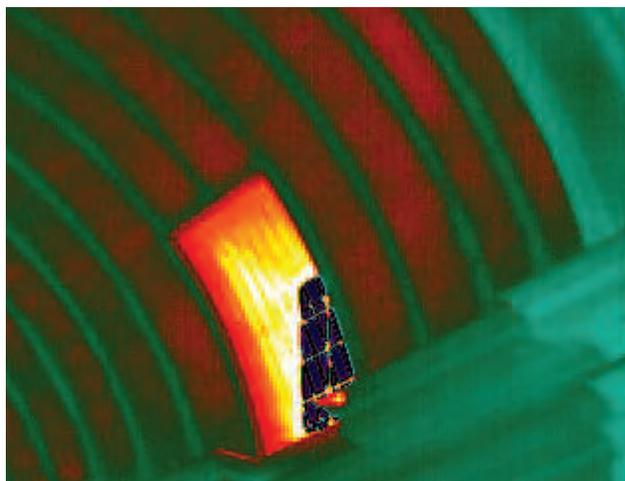
Imagen: Amila Ferron.



**FIGURAS 2.20 (IZQUIERDA) Y 2.21 (DERECHA)**

Cúpula de la Catedral de Ica: Fotografía (izquierda) y termografía (derecha) del mismo sector indicando la ubicación de las cerchas de madera.

Imagen: Claudia Cancino.



**FIGURAS 2.22 (IZQUIERDA) Y 2.23 (DERECHA)**

Bóveda de cañón sobre el altar mayor de la Catedral de Ica: Fotografía (izquierda) y termografía (derecha) del mismo sector indicando la ubicación de las cerchas de madera.

Imagen: Claudia Cancino.



**FIGURA 2.24**

Cala en el patio del Hotel Comercio para determinar la configuración de la cimentación.

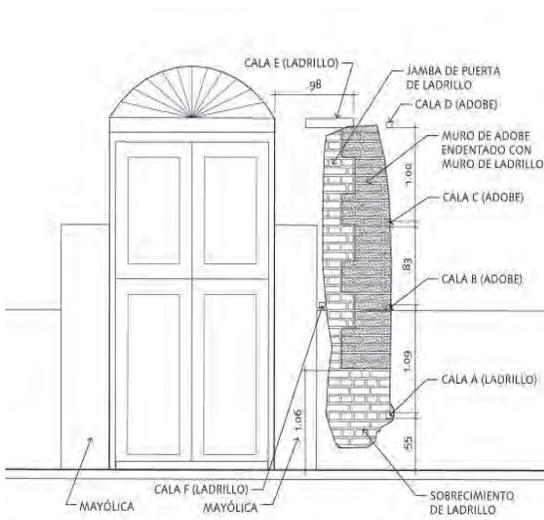
Imagen: Mirna Soto, para el GCI.

### 2.3.1.3 Calas de prospección

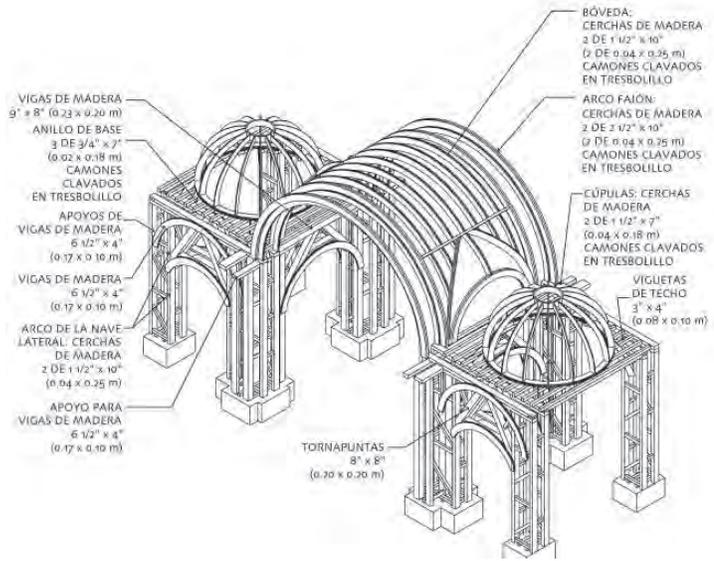
Para complementar el estudio estructural detallado, se realizaron dibujos de detalle para ilustrar los sistemas y elementos estructurales, y las conexiones de cada una de las edificaciones tipológicas. Estos dibujos se prepararon después de abrir calas en áreas seleccionadas de la cimentación, de los muros y de la armadura de cubierta. Los asociados del proyecto fueron los encargados de identificar las áreas a intervenir. Para determinar en qué áreas de la edificación habría que realizar las calas fue necesario encontrar un equilibrio entre los datos que se querían conseguir y los que era factible obtener sin poner en riesgo la integridad de las edificación. El trabajo fue llevado a cabo por la asesora del GCI Mirna Soto, arquitecta y restauradora peruana, con su equipo de trabajo (Fig. 2.24). Las calas se realizaron durante dos campañas en el año 2010; y mientras estuvieron abiertas se documentaron con dibujos, fotografías y videos narrados. El número y la ubicación de las calas no requirió retirar de forma permanente los materiales originales, y se hizo todo lo necesario para que las áreas estudiadas volvieran a su configuración y apariencia anterior. Dado que la Catedral de Ica sufrió graves daños durante el terremoto del año 2007, se realizaron apuntalamientos para evitar mayores daños a la edificación y garantizar la seguridad en el lugar de trabajo necesaria para que las investigaciones se lleven a cabo.

Los datos reunidos se utilizaron para preparar una serie de dibujos acotados, llamados "dibujos de calas de prospección". Entre éstos se cuentan:

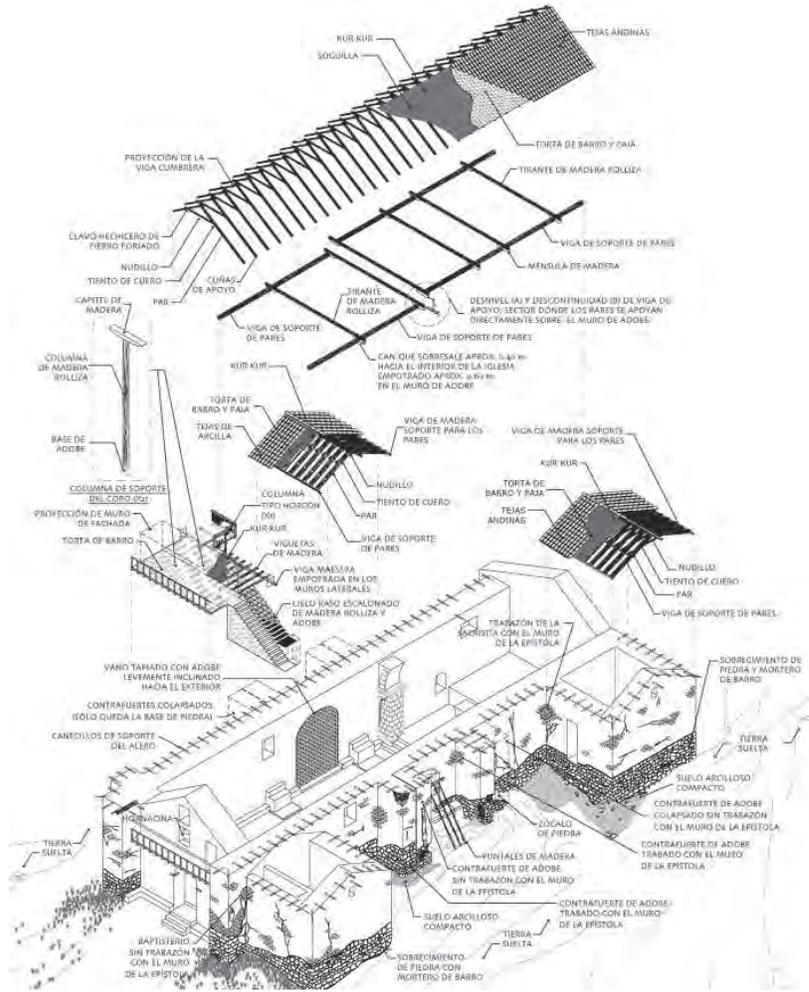
- Dibujos de detalle acotados de las técnicas de construcción de la cimentación, con indicación de la estratificación del suelo de todos los sitios seleccionados. Siempre que fue viable, los detalles incluyeron perfiles de pendientes, cotas internas y externas del terreno natural y niveles de piso.
- Dibujos en axonometría acotados para ilustrar el aparejo de los adobes en los siguientes muros: fachada principal y muro de la Epístola de la Catedral de Ica; fachada principal, muros laterales y contrafuertes de la iglesia de Kuño Tambo; muros de primer y segundo piso de la Casa Arones; y muros del primer piso del Hotel Comercio. En el caso del Hotel Comercio, las elevaciones acotadas se realizaron indicando también el aparejo de ladrillo en el perímetro de los vanos del primer piso (Fig. 2.25).
- Dibujos de elevación y corte acotados de los muros de quincha del segundo y tercer piso, en la esquina del sector A y en la conexión entre la fachada y el muro interno en el sector B del Hotel Comercio.
- Dibujos en axonometría y cortes acotados de detalle de un pilar de la Catedral de Ica, para mostrar su estructura interna, incluyendo las conexiones entre postes de madera y soleras de la bóveda superior, así como dibujos isométricos acotado de la armadura de la bóveda y cúpula central (Fig. 2.26).
- Dibujos en axonometría y planos acotados de detalle de los entrepisos y cubiertas típicos de la estructura de madera, indicando el tamaño, cantidad y espaciamiento entre las vigas o viguetas, los nudillos y la posición de los tirantes existentes.
- Dibujos en axonometría y cortes acotados de detalle para ilustrar las conexiones entre la fachada principal y los muros laterales de adobe de la Catedral de Ica. Las conexiones entre fachada y muros laterales, fachada y balcón de madera, así como todas las conexiones entre muro y contrafuerte de la iglesia de Kuño Tambo. Las conexiones entre los sectores 1 y 2, incluyendo las que hay entre muro y cubierta de la Casa Arones. Además de



**FIGURA 2.25**  
Ejemplo de elevación acotada mostrando el aparejo de los ladrillos en torno al vano de la puerta en el Hotel Comercio.  
Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 2.26**  
Ejemplo de detalle isométrico de la estructura de madera mostrando los pilares de quincha, bóveda y cupulines de la Catedral de Ica.  
Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 2.27**  
Ejemplo de dibujo isométrico ilustrando la estructura general de la Iglesia de Kuño Tambo.  
Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

las conexiones entre los muros de quincha con los demás muros, indicando la ubicación de las vigas de soporte del piso y los pies derechos de los paneles de quincha en el Hotel Comercio.

- Dibujos en axonometría que ilustran la estructura general de cada edificación, a fin de brindar una visión general de sus componentes constructivos típicos (Fig. 2.27).

En el Apéndice C se incluye la totalidad de los dibujos de calas que se prepararon para cada edificación. Las dimensiones se expresan generalmente utilizando el sistema métrico; no obstante, algunas medidas de las estructuras de madera se dan en unidades del sistema imperial, también de uso común en el Perú. Toda medida tomada originalmente en unidades imperiales se ha mantenido en los dibujos y en el informe se incluye su equivalente en el sistema métrico entre paréntesis.

### 2.3.2 Sobre los hallazgos preliminares

El estudio de condiciones ofrece también hallazgos preliminares sobre el comportamiento estructural de las edificaciones tipológicas, basándose en las investigaciones cualitativas antes descritas. El grupo de trabajo aprovechó su experiencia en construcciones históricas de tierra para interpretar los datos recopilados a través de la investigación y observación y para desarrollar ideas preliminares sobre el posible comportamiento estructural de cada una de las edificaciones. Estos hallazgos preliminares se estudiarán a mayor profundidad en las siguientes fases del proyecto mediante métodos cuantitativos, incluyendo ensayos empíricos, análisis numéricos y sísmicos. Una vez concluidos los ensayos y análisis cuantitativos, los hallazgos preliminares se revisarán y ampliarán según se considere necesario para dar un diagnóstico y evaluación completos.

### 2.3.3 Terminología

Se han usado varios términos estándar para describir las condiciones de las edificaciones tipológicas. La terminología y sus significados según la definición del Proyecto de Estabilización Sismorresistente son los siguientes:

**Malo:** El elemento muestra un deterioro grave y se deben adoptar acciones inmediatas de corrección para asegurar su conservación.

**Aceptable:** El elemento comienza a mostrar señales de alteración o se está deteriorando y se recomienda la adopción de acciones inmediatas.

**Bueno:** El elemento no muestra evidencia de deterioro ni perturbación y no se requiere acción inmediata alguna.

**Modificación:** Modificación hecha por el hombre a los sistemas originales tanto estructurales como no estructurales.

**Daño:** Cambio de estado en un sistema estructural o no estructural, habitualmente ocasionado por agentes naturales tales como terremotos o inundaciones.

**Deterioro:** Proceso a largo plazo que conlleva al desgaste de los materiales.

**Irregularidad:** Estado que no esté acorde con las prácticas y/o condiciones constructivas apropiadas. Las irregularidades pueden ser causadas por deficiencias constructivas o bien por fenómenos que ocurren a lo largo de la existencia del edificio.

**Notas**

- 1 El Virreinato comienza con la fundación de la ciudad de Lima por parte de los españoles en el año 1535; incluye el período del Virreinato del Perú (1542-1821) y termina con la declaración de la independencia en 1821 y el establecimiento de la República del Perú.

## CAPÍTULO 3

# Hotel Comercio

### 3.1 Introducción

El Hotel Comercio está ubicado en el centro histórico de Lima, en la esquina de una manzana urbana próxima al Palacio de Gobierno y a la Plaza Mayor de Lima (Fig. 3.1). La ciudad de Lima se fundó en el año 1535, y fue capital tanto del Virreinato del Perú como de la República Peruana. Su centro histórico se inscribió en la lista del Patrimonio Mundial de la Humanidad de la UNESCO en el año 1991 y cuenta con una gran colección de edificios altamente significativos, construidos con mampostería de adobe y quincha. El lugar donde se ubica el Hotel Comercio fue ocupado por varias construcciones prehispánicas y virreinales; sin embargo, la estructura actual data de mediados del siglo XIX. El Hotel Comercio es representativo de las construcciones con patio conocidas como casonas (Fig. 3.2) y cuenta con tres pisos, 4,600 m<sup>2</sup> de área construida y 131 habitaciones distribuidas alrededor de dos patios interiores. En la planta baja, a lo largo del jirón Carabaya, hay varios espacios de uso comercial, incluyendo el Bar Cordano, de importancia histórica y social. El Hotel Comercio está construido con cimentación de mampostería de piedra irregular; sobrecimiento de ladrillo cocido; muros de mampostería de adobe y ladrillo cocido en el primer piso; y muros de quincha en el segundo y tercer piso. Los entrepisos consisten en un entarimado machihembrado sobre durmientes de madera colocado sobre un segundo entarimado de madera



**FIGURA 3.1**  
Imagen de satélite que muestra la ubicación del Hotel Comercio en el centro histórico de Lima.  
Imagen: © 2013 Google. Image © 2013 Digital Globe.



**FIGURA 3.2**  
Vista de la esquina del Hotel Comercio.  
Imagen: Amila Ferron.

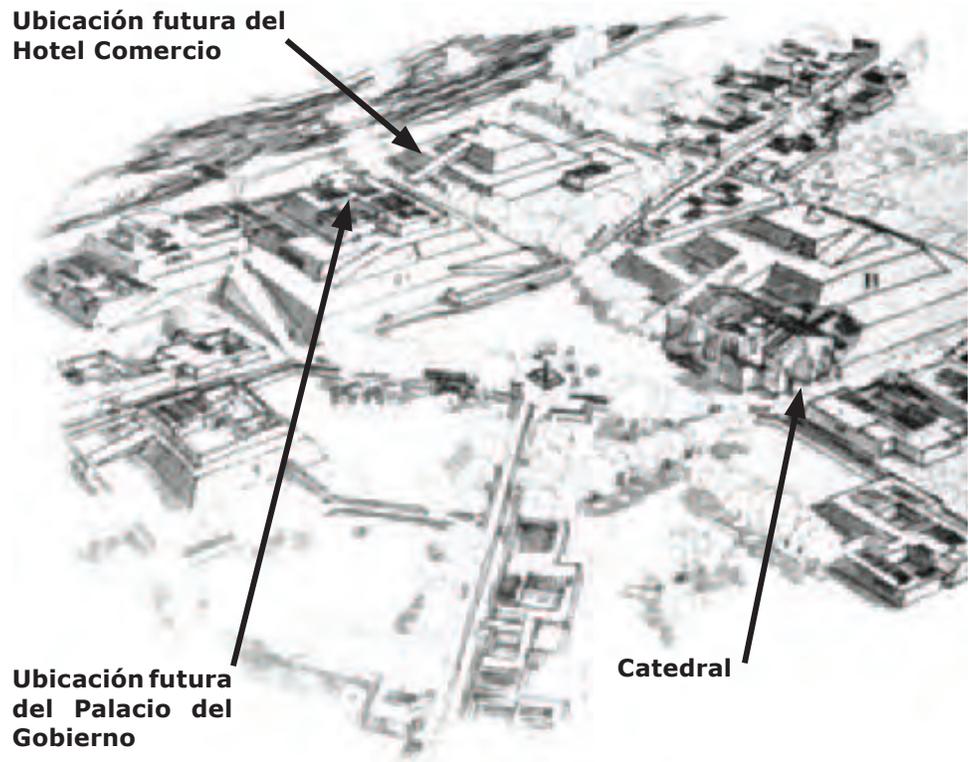
machihembrada instalado sobre vigas y viguetas de madera. La cubierta es plana y de construcción similar a los entrepisos, pero con acabado de barro. La construcción ha sufrido varias modificaciones, especialmente en el sector de la esquina noreste, donde los muros interiores de adobe han sido reemplazados por columnas, y los vanos originales han sido ensanchados para cumplir con las necesidades de uso del Bar Cordano. La edificación pertenece al Ministerio de Cultura del Perú y se encuentra parcialmente desocupado. En términos generales, la estructura se encuentra en condiciones adecuadas. Los hallazgos preliminares indican que el desempeño estructural de la construcción se ha visto comprometido por las modificaciones mencionadas, por la presencia de humedad en la base de los muros de adobe, por el deterioro de los bastidores de los paneles de quincha causado por la presencia de insectos xilófagos, por el número insuficiente de conexiones entre el entramado de quincha y los entrepisos, y por el anclaje insuficiente entre las vigas soleras inferiores de los bastidores y la cabecera de los muros de adobe.

## 3.2 Antecedentes históricos, contexto y significado

### 3.2.1 Antecedentes históricos y contexto<sup>1</sup>

El Hotel Comercio se construyó a mediados del siglo XIX; sin embargo, el solar donde se ubica en torno a la Plaza de Armas de Lima ha sido ocupado por estructuras tempranas virreinales y prehispánicas.

Cuando los españoles fundaron la ciudad de Lima el 18 de enero de 1535, ya existían varias edificaciones prehispánicas en el área de la futura Plaza de Armas, conocida durante el Virreinato como Plaza Mayor (Fig. 3.3). Los españoles construyeron sobre muchas de estas estructuras existentes. Por ejemplo, el



**FIGURA 3.3**

Reconstrucción hipotética de las edificaciones prehispánicas en el área de la futura Plaza de Armas; alrededor de 1535.

Imagen: Juan Günther Doering, Patronato de Lima, con anotaciones adicionales del GCI.

gobernador don Francisco Pizarro construyó su propia casa sobre la casa de *Taulichusco*, el último gobernante indígena del área. Esta casa fue objeto de diversas modificaciones y ampliaciones a lo largo de los siglos, para convertirse posteriormente en el Palacio de Gobierno del Perú. En la actualidad, son aún visibles algunos de los restos de la casa de *Taulichusco*.

El solar del Hotel Comercio también fue ocupado por una estructura prehispánica en forma de pirámide que funcionaba como pequeño santuario. Los españoles llamaban a este santuario *Hucicci Riquelme*, pues se hallaba en el área de la ciudad otorgada a Don Alonso de Riquelme, aquel entonces secretario del gobernador Pizarro y luego tesorero real. Durante el período virreinal, las edificaciones como el *Hucicci Riquelme* desaparecieron rápidamente, desmanteladas para reutilizar sus materiales en la construcción de nuevas edificaciones de tierra en la ciudad virreinal. En el área que rodea el hotel aún quedan algunos restos de la *Huaca Riquelme*.

En el siglo XVI, en el sitio del Hotel Comercio, se construyó una casa de dos pisos que aparece en el mapa de Lima del año 1685 de Pedro Nolasco Mere. La casa se mantuvo en pie por los siguientes dos siglos, hasta las 10:30 de la noche del 28 de Octubre del año 1746, cuando un terremoto de tres minutos de duración destruyó la ciudad de Lima. Casi 3,000 casas colapsaron y sólo 25 permanecieron en pie, aunque con daños severos que forzaron a su posterior demolición. Después del terremoto la mayoría de las casas, así como muchas de las iglesias, conventos y monasterios, fueron reconstruidas parcial o totalmente. La mayoría de los edificios reconstruidos generalmente no sobrepasarían los dos pisos de altura. En el siglo XIX estas restricciones fueron menos estrictas, permitiendo la construcción de edificaciones de tres pisos como el Hotel Comercio.

José Gálvez Barrenechea, escribe sobre el Hotel Comercio en su libro del año 1943, *Calles de Lima y meses del año*, señalando que, en el año 1848, el propietario José Simeón Ayllón Aramburu "construye 'un gran edificio' en esa calle".<sup>2</sup> Gálvez habla de la estructura de tres pisos que, en el contexto de una ciudad de edificaciones bajas, sin duda se consideraba una construcción enorme. En el año 1897, don Manuel Quimper compró el edificio de tres pisos de la esquina entre el jirón



**FIGURA 3.4**

Actual volumetría del Hotel Comercio como se muestran en el detalle del *Plano panorámico de Lima en homenaje al primer centenario de la Batalla de Ayacucho*, dibujado por Julio E. Berrocal en el año 1924 y publicado por la Librería F. y E. Rosay. Imagen: Juan Günther Doering.

Carabaya y el jirón Áncash. En la documentación legal de la compra, que confirma que el Hotel Comercio existía a finales del siglo XIX, se describía que la construcción contaba con seis puertas que daban hacia el jirón Carabaya y dos hacia el jirón Áncash. Un plano panorámico de Lima, publicado en el año 1924, muestra al Hotel Comercio con una masa y volumen similares a su configuración actual (Fig. 3.4).

Poco después de que fuese construido el Hotel Comercio, su contorno urbano empezó a modificarse. El 2 de Marzo del año 1878 se inauguró una nueva línea de ferrocarril que conectaba el Callao, Lima y Matucana, siendo la estación del ferrocarril en Lima cerca al Hotel Comercio. La estación convirtió esta parte de la ciudad en un centro activo de tránsito de viajeros. En el año 1912, la inauguración de un nuevo edificio para la estación, frente al Hotel Comercio, generó aun mayor actividad en el área. En la década de 1930, el paisaje urbano fue posteriormente modificado con la demolición de la antigua iglesia jesuita de Nuestra Señora de los Desamparados, ubicada en la misma calle del Hotel Comercio.

En la década de 1980, el Hotel Comercio fue utilizado como imprenta militar, instalándose en su interior maquinaria pesada.

Actualmente el edificio es de propiedad del Ministerio de Cultura del Perú y está desocupado mayormente, salvo algunos espacios comerciales en el primer piso y algunos espacios residenciales para los guardianes en el segundo nivel.

### 3.2.2 Significado

El Hotel Comercio se halla dentro de los límites del Centro Histórico de Lima, declarado Patrimonio Mundial de la Humanidad por la UNESCO en el año 1991. El edificio es registrado como monumento nacional el 23 de Julio de 1980. Por su diseño y detalles constructivos, su arquitectura es importante como ejemplo de la casona típica de Lima y de otras ciudades virreinales sudamericanas. El sitio también posee importancia histórica y social por ser sede del Bar Cordano, lugar donde solían cenar los presidentes peruanos durante el período republicano (Fig. 3.5).



**FIGURA 3.5**  
Bar Cordano.  
Imagen: Claudia Cancino.

### 3.3 Descripción arquitectónica

El Hotel Comercio está ubicado al otro lado de la calle del Palacio de Gobierno y a una cuadra de la Plaza Mayor (Plaza de Armas), de la Catedral y de la Municipalidad de Lima. Hacia el jirón Carabaya el edificio se encuentra adyacente a una estructura moderna de concreto de cuatro pisos de altura, y hacia el jirón Áncash a una casona de adobe y quincha de dos pisos de altura (Fig. 3.10). La construcción ocupa una superficie de 1,480 m<sup>2</sup> y cuenta con tres pisos, dos patios, tres escaleras y un total de 131 habitaciones: 27 en el primer piso, 51 en el segundo y 53 en el tercero (Figs. 3.6-3.9). La sección perpendicular al jirón Áncash y a la crujía entre los dos patios ha colapsado (Fig. 3.11). Dado que tanto el primero como el segundo patio tienen una configuración arquitectónica similar y técnicas constructivas parecidas, el presente estudio y los análisis estructurales futuros se ocuparán sólo del primer patio y de la sección noreste de la edificación.

El Hotel Comercio está construido sobre una cimentación de mampostería de piedra irregular con sobrecimiento de ladrillo. Los muros del primer piso son de adobe con ladrillo cocido alrededor de los vanos de las puertas. Los muros del segundo y del tercer piso son de quincha (Fig. 3.12). Las fachadas exteriores y las de los patios tienen un revestimiento pintado que parece de reciente aplicación. Los entrepisos del segundo y tercer nivel están constituidos por un entarimado de tabloncillos de madera machihembrada sobre durmientes a su vez asentados en un segundo entablado sobre viguetas. La cubierta es plana y de construcción similar a la de los entrepisos, con acabado de varias capas de barro.

La fachada noroeste tiene tres pisos de altura hacia el jirón Carabaya con una proporción de 1:3 (altura:longitud). Los muros de adobe del primer piso tienen siete vanos, con mampostería de ladrillo cocido a su alrededor. Los muros de quincha tienen trece vanos en el segundo piso y ocho vanos en el tercero, la mayoría de ellos alineados vertical y horizontalmente (Fig. 3.13). La fachada noreste hacia el jirón Áncash es de construcción similar, con proporción de casi 1:1; contando con dos vanos en el primer piso, y tres en el segundo y en el tercero (Fig. 3.15).

La entrada al edificio es a través de una puerta de madera de doble hoja ubicada en el extremo oeste de la fachada hacia el jirón Carabaya. La puerta da directamente al zaguán, que conecta el ingreso con la esquina noroeste del primer patio (Fig. 3.14). El patio está compuesto por una galería en el lado sureste del primer piso elevada del nivel del patio y balcones de madera con columnas de fierro en los cuatro lados del segundo y tercer piso (Fig. 3.16). En el primer piso hay siete columnas de madera distribuidas en los cuatro lados que sostienen los balcones del piso superior. Las columnas de fierro están alineadas tanto vertical como horizontalmente entre el segundo y tercer piso, pero no con las columnas de madera del primero. Las fachadas del patio también presentan una proporción 1:1, pero sus vanos no están alineados verticalmente.

El acceso al segundo piso es a través de una gran escalera de madera, ubicada al noreste del zaguán; otra escalera, al este de la principal, conecta el segundo y tercer nivel. Las habitaciones internas normalmente cuentan con piso de losetas en el primer nivel y piso de madera en el segundo y tercer nivel. Los muros tienen un revestimiento pintado, y en general los cielos rasos son de madera pintada y clavada a la parte inferior de las viguetas del entrepiso superior.

El ingreso a las habitaciones se da a través de puertas de madera vidriada tipo mampara y la salida a los balcones, en las habitaciones que dan hacia la calle en el segundo y tercer nivel, es por otras puertas de configuración similar (Fig. 3.17).

**FIGURA 3.6**

Planta del primer piso del Hotel Comercio.  
 Dibujo base realizado por el ex-Instituto Nacional de Cultura, editado por el GCI.



**FIGURA 3.7**

Detalle de la planta del primer piso del Hotel Comercio, indicando el área de estudio.  
 Dibujo base realizado por el ex-Instituto Nacional de Cultura, editado por el GCI.

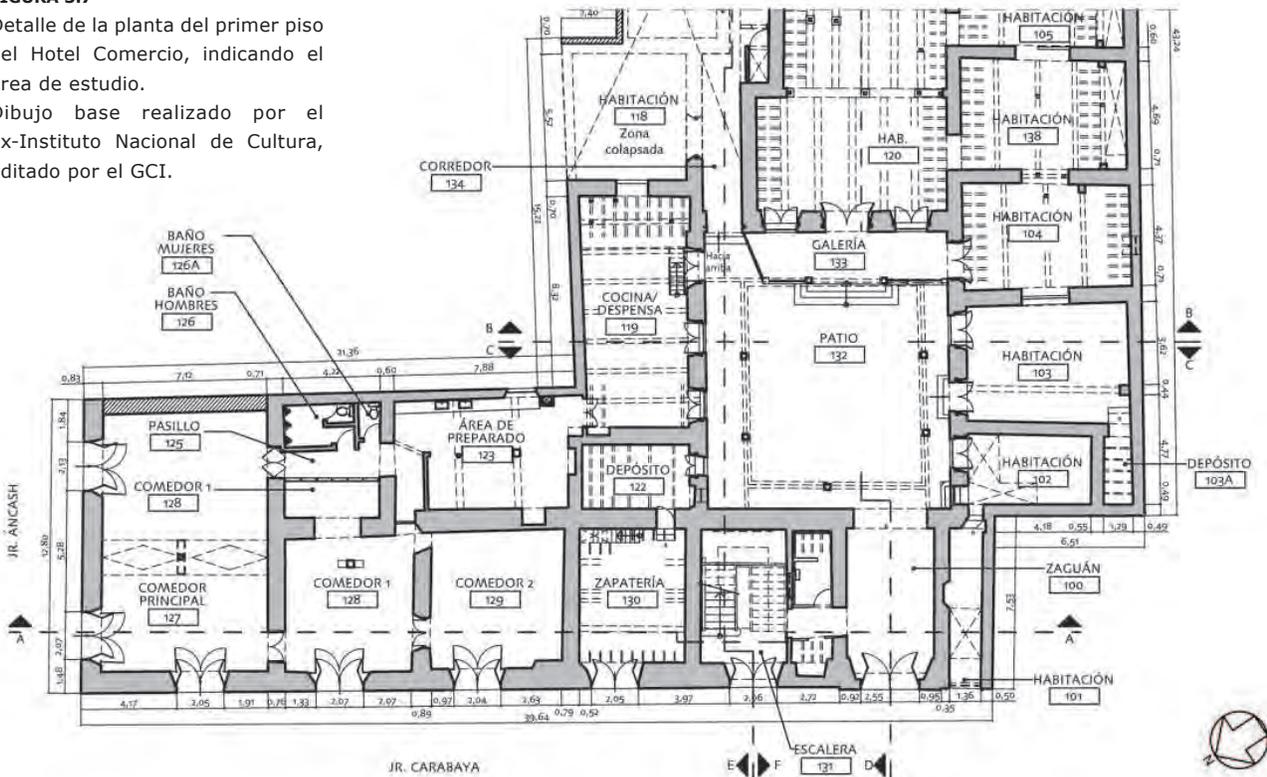


FIGURA 3.8

Detalle de la planta del segundo piso del Hotel Comercio, indicando el área de estudio.

Dibujo base realizado por el ex-Instituto Nacional de Cultura, editado por el GCI.

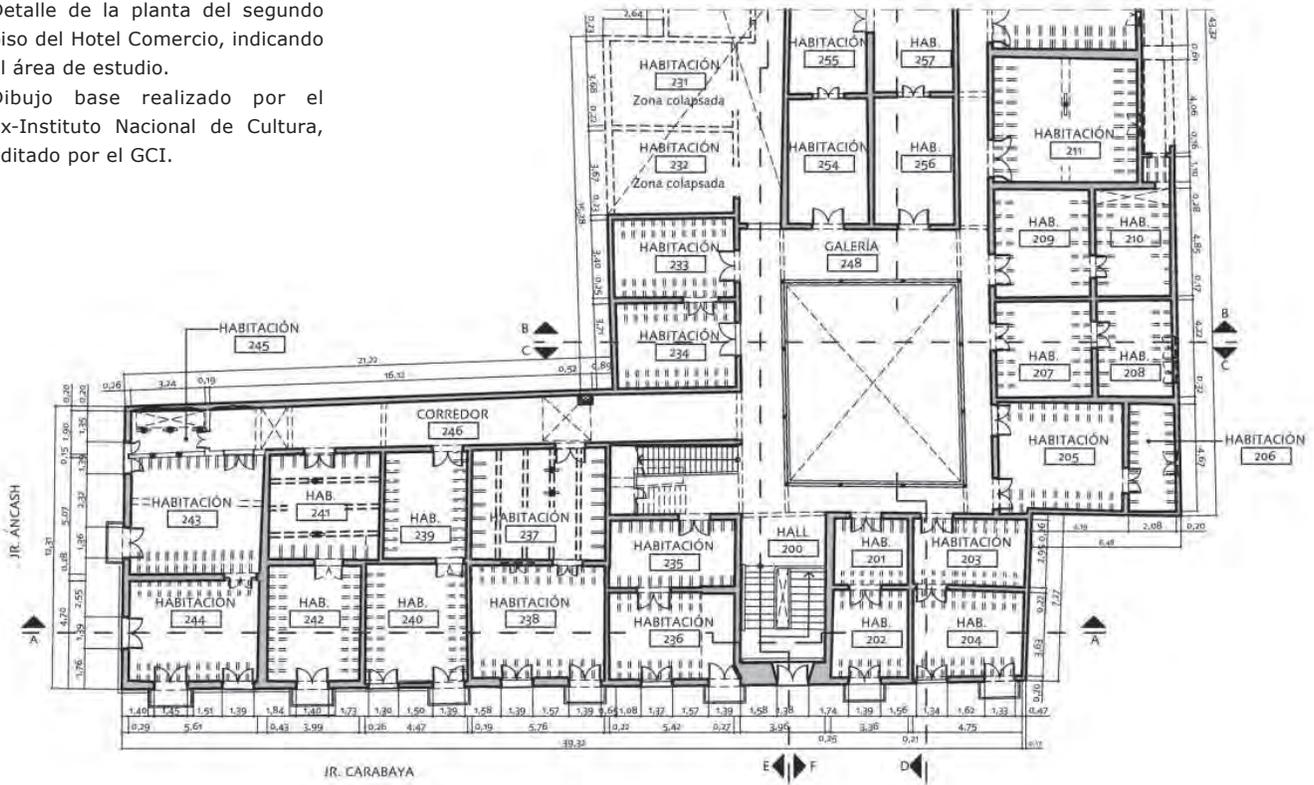
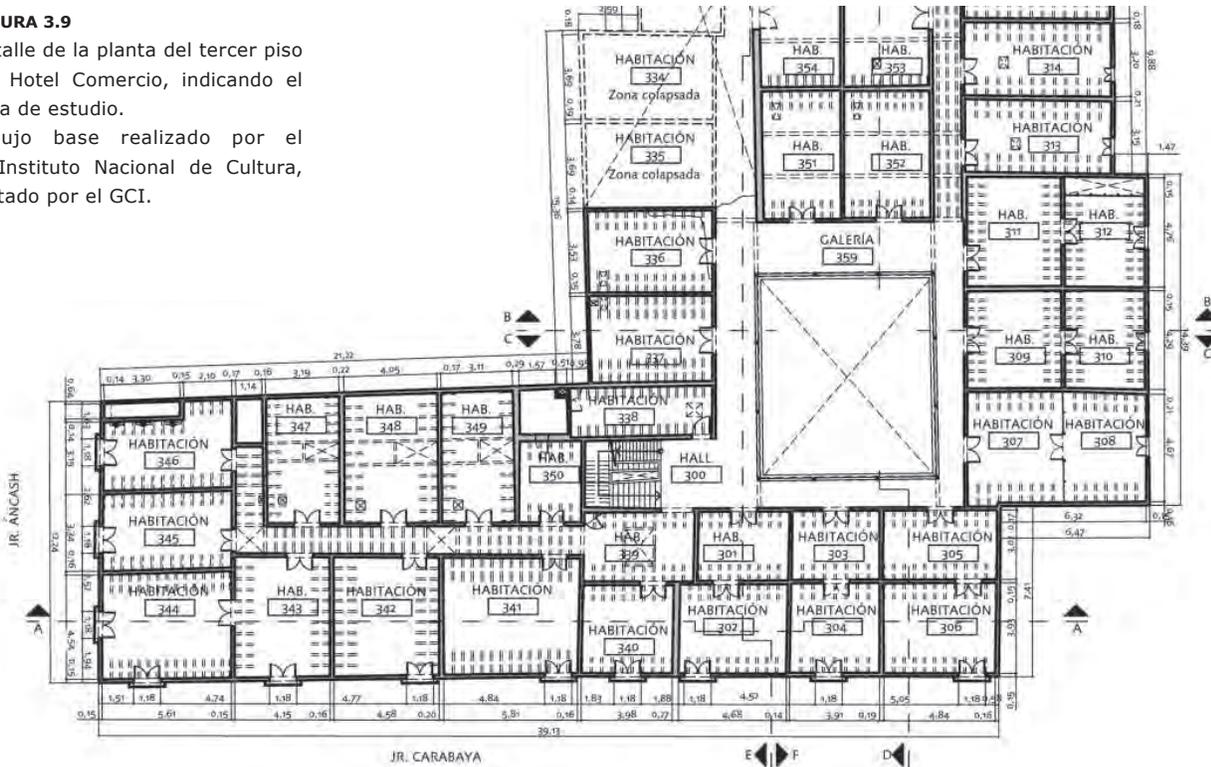


FIGURA 3.9

Detalle de la planta del tercer piso del Hotel Comercio, indicando el área de estudio.

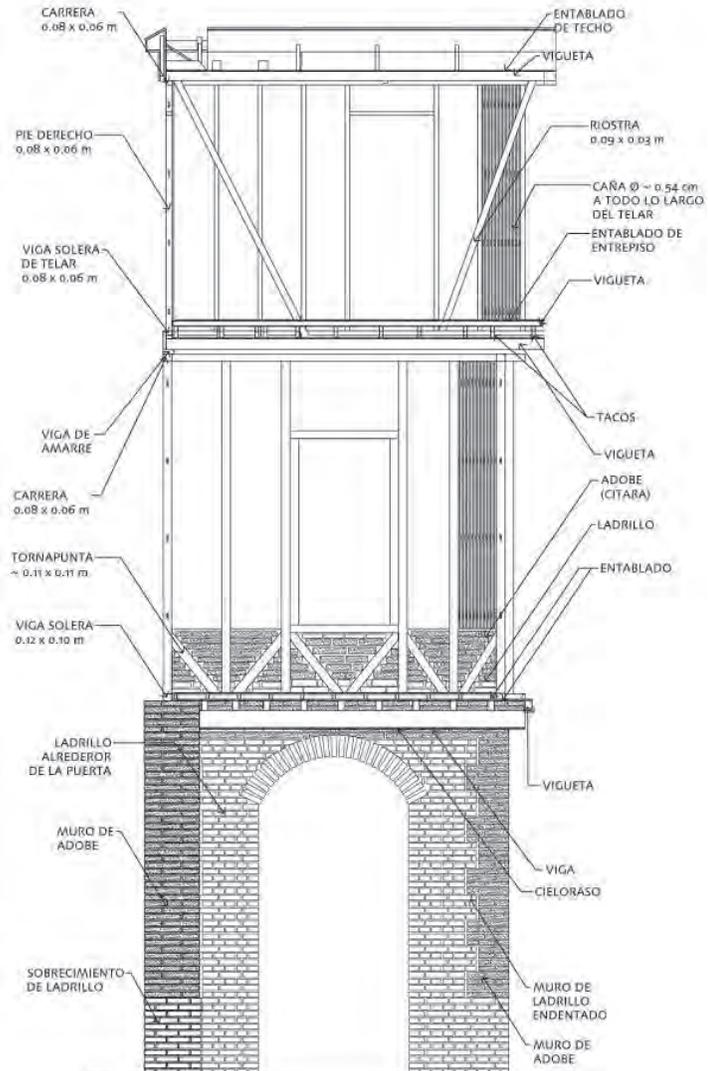
Dibujo base realizado por el ex-Instituto Nacional de Cultura, editado por el GCI.





**FIGURA 3.10 (IZQUIERDA)**  
Fachada del jirón Carabaya (noroeste) y edificio adyacente de concreto, 2010.  
Imagen: Amila Ferron.

**FIGURA 3.11 (DERECHA)**  
Sector de la crujía colapsada entre los dos patios.  
Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 3.12**  
Detalle, elevación constructiva típica de una sección de muros de la fachada noreste.  
Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 3.13 (ARRIBA IZQUIERDA)**  
Fachada del jirón Carabaya (noroeste), 2010.  
Imagen: Sara Lardinois.

**FIGURA 3.14 (ARRIBA DERECHA)**  
Zaguán de ingreso, 2010.  
Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 3.15 (IZQUIERDA)**  
Fachada del jirón Áncash (noreste), 2010.  
Imagen: Amila Ferron.

**FIGURA 3.16 (DERECHA)**  
Primer patio, 2010.  
Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 3.17**  
Habitación típica del tercer piso (habitación 306) con las puertas que dan acceso a un balcón.  
Imagen: Mirna Soto, para el GCI.

### 3.4 Geología del suelo y características medioambientales

#### 3.4.1 Geología del suelo e historial sísmico

El Hotel Comercio (latitud 12°02'41" S; longitud 71°01'42" W) está ubicado en el centro de Lima, sobre el suelo rocoso que se origina en el cono de deyección del río Rímac y que alcanza una profundidad entre 50 y 100 m. Cerca del hotel las rocas tienen un diámetro de entre 200 y 300 mm. La profundidad de este suelo rocoso es una de las razones principales que explican porque las estructuras de adobe del centro histórico de Lima han resistido satisfactoriamente los terremotos del pasado.

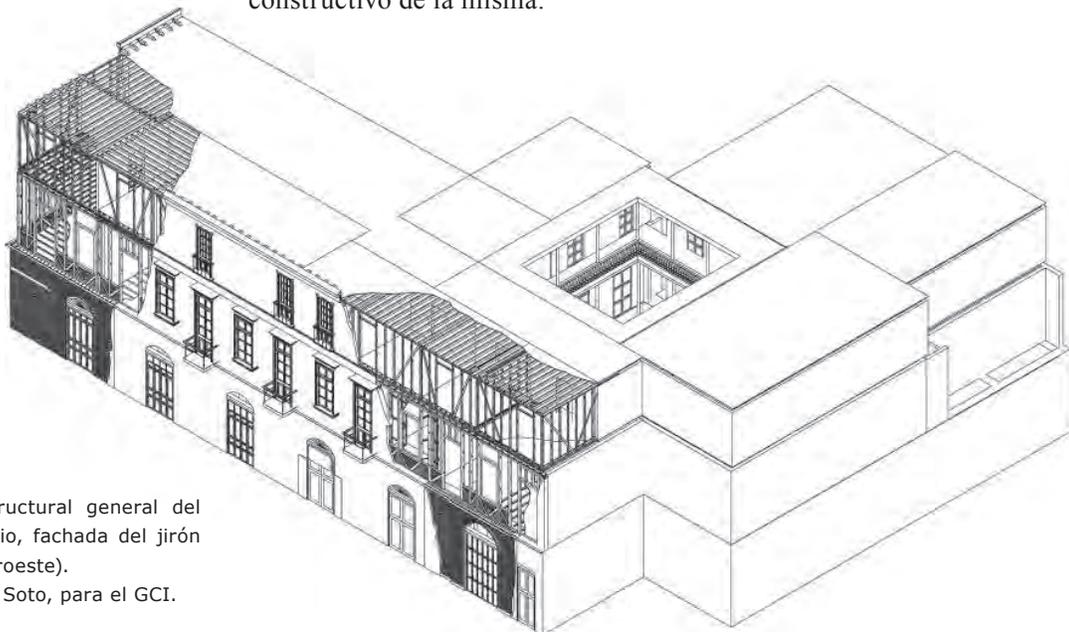
Según la clasificación del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, el Hotel Comercio se halla en el nivel 3 de riesgo sísmico,<sup>3</sup> siendo el más alto en la escala del 1 al 3. Dado que el edificio se construyó a mediados del siglo XIX, éste ha sido expuesto a varios eventos sísmicos a lo largo de su historia incluyendo el terremoto del año 1974 próximo a la costa del Perú, a unos 80 km al suroeste de Lima (Mw 8.1); y dos terremotos con epicentro frente a las costas del Callao, la ciudad portuaria al oeste de Lima, el primero en 1940 (Mw 8.2) y el segundo en 1966 (Mw 8.1).<sup>4</sup>

#### 3.4.2 Clima y características medioambientales

La temperatura promedio anual de Lima es de 18° C y fluctúa desde un mínimo de 12° C hasta un máximo de 32° C. Casi no hay precipitaciones en la región y cuando esto ocurre, el área es proclive a la inundación. La presencia de insectos xilófagos en el área afecta los elementos de madera de la edificación.

### 3.5 Descripción estructural

Las secciones a continuación describen los diferentes materiales, elementos y sistemas constructivos que componen la estructura del Hotel Comercio (Fig. 3.18). En la sección 3.6, que sigue a la descripción estructural, se describen en mayor detalle las condiciones actuales de la edificación, así como las irregularidades, modificaciones, daños y grado de deterioro observados durante el estudio constructivo de la misma.



**FIGURA 3.18**

Esquema estructural general del Hotel Comercio, fachada del jirón Carabaya (noroeste).

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

### 3.5.1 Sectores de estudio

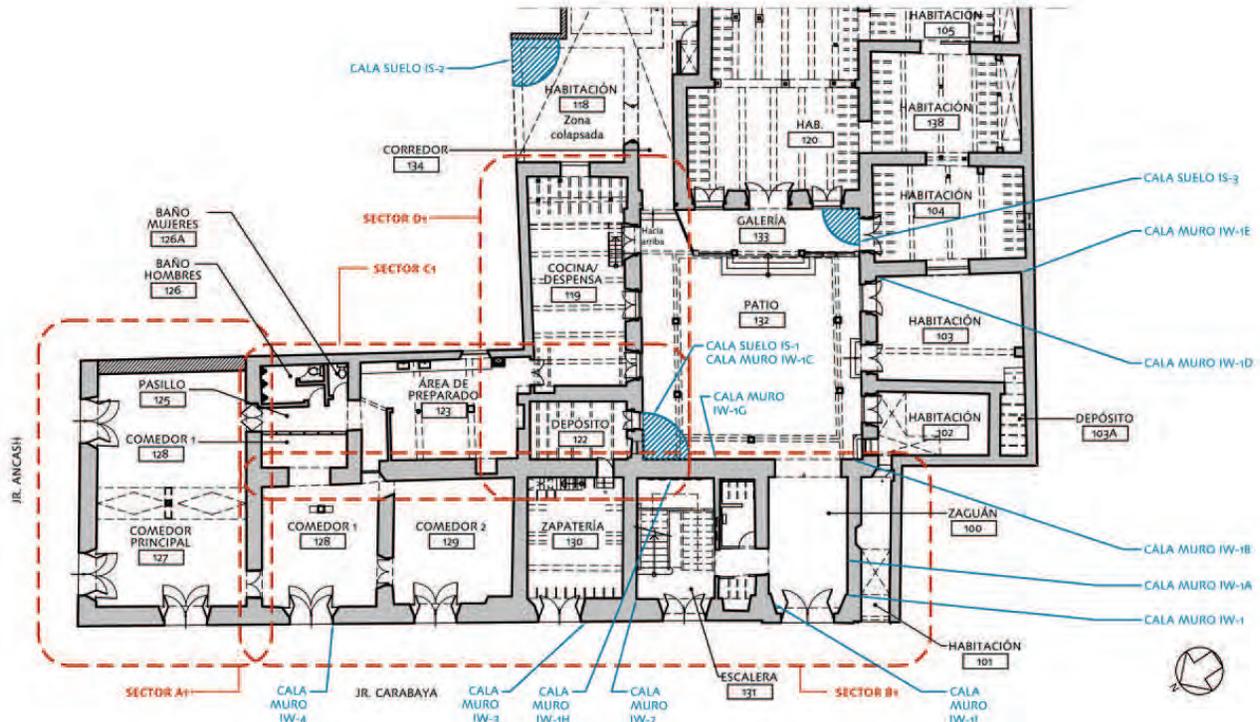
Con el fin de llevar a cabo el estudio constructivo de la edificación, el primer patio y el ala noreste del Hotel Comercio se dividieron en cuatro sectores (Fig. 3.19). Todo indica que los cuatro sectores fueron construidos al mismo tiempo, con materiales y técnicas constructivas similares. Los sectores se definieron en base a la diferencia entre sus configuraciones estructurales, sobre todo en relación a la dirección de las viguetas de los entrepisos y la cubierta. Los sectores son los siguientes:

- **Sectores A-1, A-2 y A-3:** La esquina del edificio, incluyendo el Bar Cordano, las habitaciones 243 y 244 del segundo piso y las habitaciones 344, 345 y 346 del tercer piso.
- **Sectores B-1, B-2 y B-3:** El área entre los sectores A-1, 2 y 3 hasta el extremo suroeste de la fachada hacia el jirón Carabaya, incluyendo en el primer piso las habitaciones 128 y 129 (Bar Cordano), la habitación 130 (tienda de calzado), la escalera 131, el zaguán 100 y la habitación 101. En el segundo piso las habitaciones 242, 240, 238, 236, 202 y 204; y en el tercero las habitaciones 343, 342, 341, 340, 302, 304 y 306.
- **Sectores C-1, C-2 y C-3:** El área adyacente a los sectores A-1, 2 y 3, incluyendo en el primer piso los baños del bar, el área de preparación de la cocina y el área de almacenamiento de calzado; en el segundo piso las habitaciones 241, 239, 237, el pasillo 246; en el tercero las habitaciones 307, 348, 349, 350, 338; y la escalera que va desde el segundo nivel hacia la cubierta.
- **Sectores D-1, D-2 y D-3:** Conformados por el área adyacente a los sectores B y C, el sector D incluye en el primer piso la alacena de la cocina del Bar Cordano; en el segundo piso las habitaciones 234 y 233; y en el tercero las habitaciones 337 y 336.

**FIGURA 3.19**

Planta del primer piso, indicando la ubicación de los sectores de inspección y las calas de prospección.

Dibujo base realizado por el ex-Instituto Nacional de Cultura, editado por el GCI.



### 3.5.2 Cimientos y sobrecimientos

Es importante señalar que el Hotel Comercio se construyó sobre vestigios de estructuras que alguna vez ocuparon este terreno, lo que puede tener algún efecto en el comportamiento estructural de la edificación durante un terremoto. En la cala de prospección IS-1, bajo el piso de losetas del patio principal 132, se hallaron muros de ladrillo cocido con una disposición diferente a los muros actuales del patio, indicando que se trata de restos de una estructura anterior.

La estructura actual presenta cimientos típicos de mampostería de piedra irregular asentada con mortero de cal y arena sobre un terreno rocoso a una profundidad entre 0.50 m y 0.80 m por debajo del nivel de piso terminado. El sobrecimiento es de mampostería de ladrillo cocido asentado con mortero de cal y se levanta hasta una altura promedio de 0.70 - 1.00 m por encima del nivel de piso terminado. En las fachadas del primer piso el sobrecimiento se une a la mampostería de ladrillo que rodea los vanos de las puertas (para mayor detalle ver la sección 3.5.3.1). Las juntas horizontales y verticales del mortero del sobrecimiento tienen un grosor promedio de 25 - 30 mm (Figs. 3.20, 3.21). La cala IS-2, realizada en la habitación colapsada 118, muestra una configuración diferente del sobrecimiento, con hiladas alternadas de mampostería de piedra irregular y ladrillo cocido (Figs. 3.22, 3.23).

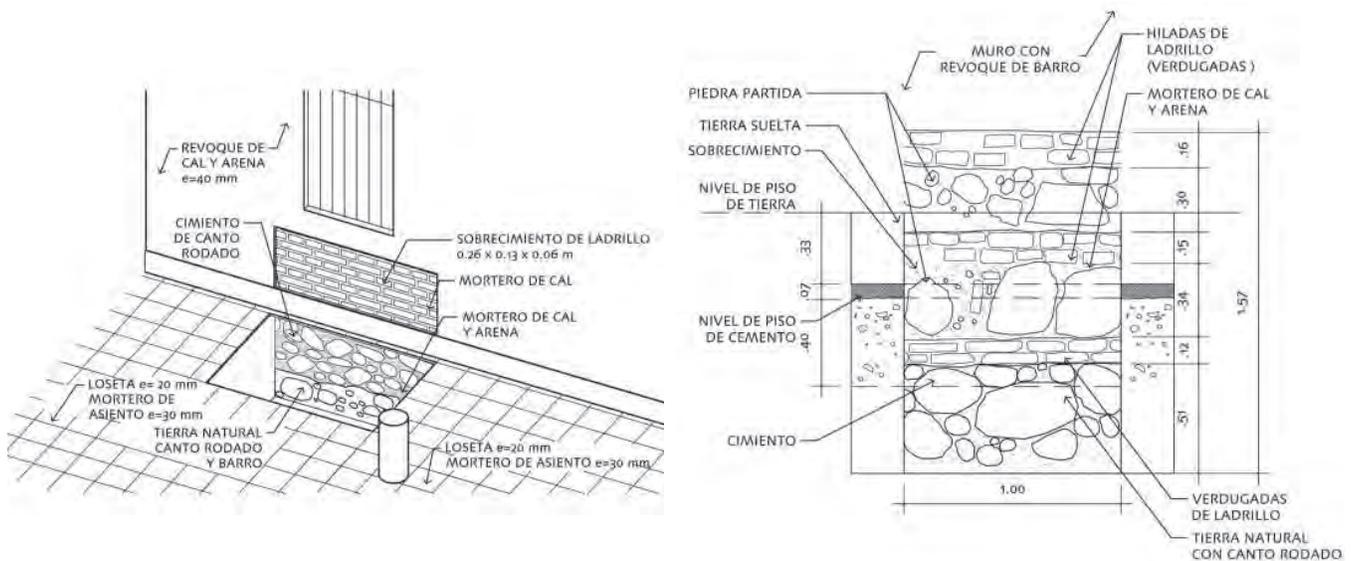
#### FIGURAS 3.20 (IZQUIERDA ARRIBA) Y 3.21 (IZQUIERDA ABAJO)

Cala IS-1 que muestra el piso en el lado noreste del patio.

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

#### FIGURAS 3.22 (DERECHA ARRIBA) Y 3.23 (DERECHA ABAJO)

Cala IS-2 que muestra el cimiento y sobrecimiento del lado noreste de la habitación 118 (el área colapsada). Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



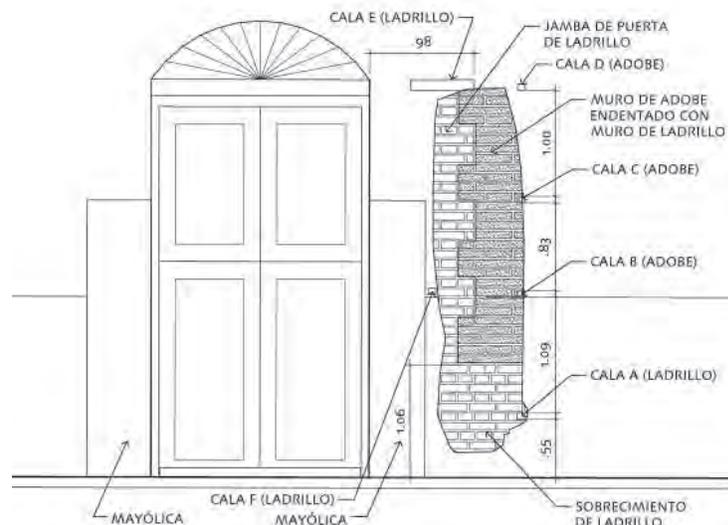
### 3.5.3 Muros

#### 3.5.3.1 Muros portantes de adobe y fachadas de quincha

El Hotel Comercio está construido con muros de adobe y ladrillo cocido en el primer piso, y muros de quincha en el segundo y tercer piso.

La mampostería de adobe es utilizada en el primer piso. La altura promedio de los muros, incluyendo el sobrecimiento, es de 5.20 m desde el nivel de piso terminado hasta su parte superior. Los muros de las fachadas exteriores presentan un espesor de 0.85 m a lo largo de los 12.80 m de longitud de la fachada noreste hacia el jirón Áncash, y entre 0.82 m y 1.25 m a lo largo de los 39.65 m de longitud de la fachada noroeste hacia el jirón Carabaya. Dada su relación de esbeltez de entre 4 y 6, éstos muros pueden ser considerados como muros gruesos.<sup>5</sup> Las fachadas interiores del patio tienen una longitud promedio de 10 m y un espesor más constante, que va de 0.80 a 0.90 m, siendo su relación de esbeltez de 6.5. Alrededor de los vanos de puertas, las secciones construidas con ladrillo cocido tienen todo el espesor del muro de fachada y se encadenan con el muro interior transversal de adobe con un ancho que va de 0.42 m a la altura de la cala IW-2, a 0.98 m en la cala IW-3 (Fig. 3.24). Las fachadas exteriores e interiores hacia el patio están cubiertas por un revoque de barro con un espesor de entre 30 y 40 mm, con un acabado de yeso de 2 mm de espesor; adicionalmente, las fachadas interiores del patio están revestidas con una capa de cemento.

En el segundo piso, el muro de quincha típico es de 4.63 m de alto y está conformado por bastidores de madera, apoyados sobre la cabecera del muro de adobe, compuesto por pies derechos de 120 x 120 mm de sección, carrera y viga solera inferior, ambas de 120 x 100 mm de sección. Los pies derechos se conectan con las carreras y vigas soleras inferiores mediante espigas de 100 mm de largo y 60 mm de diámetro que las atraviesan en todo su espesor. Sobre el bastidor corre una viga de amarre o solera superior de 150 x 50 mm de sección. En la parte inferior los bastidores tienen como refuerzo un tornapuntas de madera de 110 x 110 mm de sección a 0.90 m de la base con un relleno de unidades de adobe sobre un asiento de dos hiladas de ladrillo cocido. Más arriba de esta base (llamada cítara) cuatro cañas horizontales cubren el espacio entre los postes, proporcionando refuerzo, y se entretejen con cañas verticales, en algunos casos con caña chancada o partida clavada a los pies derechos. Los paneles están revestidos por una capa de barro y



**FIGURA 3.24**

Cala IW-3, detalle típico de la mampostería de ladrillo cocido con vano de puerta embebida en el muro de adobe del primer piso de la fachada del jirón Carabaya (noroeste), vista desde el interior. Dibujo: Mirna Soto, para el IGC.

paja de 35 mm de espesor, una segunda capa de barro de 25 mm, una capa de yeso de 4 mm y un acabado final de pintura. Los pies derechos de los paneles de quincha no están alineados con las viguetas del entrepiso en que se apoyan (Figs. 3.25-3.29).

En el tercer nivel, los muros de quincha son de construcción similar a los del segundo piso, aunque de menor altura y con elementos de madera más pequeños. En la base, éstos no presentan ningún relleno de adobes y los refuerzos diagonales son riostras que se extienden a toda la altura de los bastidores de madera. Los bastidores de quincha del tercer piso están conformados por pies derechos de 80 x 50 ó 80 x 60 mm de sección que se unen con espigas de 60 mm de largo y 40 mm de diámetro a la carrera de 80 x 60 mm de sección y a la doble viga solera inferior de 80 x 60 mm de sección apoyada en las viguetas del entrepiso inferior. Las riostras diagonales, de 90 x 30 mm de sección, corren típicamente a lo largo de dos o tres pies derechos y están unidas con clavos a las carreras y la doble viga solera inferior (Figs. 3.30, 3.31).

El muro exterior presenta una composición diferente en el descanso de la escalera principal entre el primer y segundo piso (131 y 200): el muro de quincha está conformado por dos bastidores paralelos e independientes, con un espacio vacío entre ellos. El bastidor exterior está alineado con la cara externa del muro de adobe del piso inferior, mientras que el bastidor interior está alineado con su cara interna. Sólo el panel exterior tiene relleno o cítara de adobe en la parte inferior (Fig. 3.33).

En la Tabla 3.1 se presenta la relación entre las áreas de los vanos y la superficie de las fachadas.

**Tabla 3.1: Relación entre el área de vanos y la superficie total de las fachadas**

Fachada	Área de vanos / Área total de la superficie de fachada
Fachada noroeste, hacia el jirón Carabaya	23.40 %
Fachada noreste, hacia el jirón Áncash	16.80 %
<b>Promedio de la relación: vanos / fachadas exteriores</b>	<b>20.10 %</b>
Fachada noroeste del patio	31.06 %
Fachada noreste del patio	16.90 %
Fachada sureste del patio	23.10 %
Fachada suroeste del patio	28.70 %
<b>Promedio de la relación: vanos / fachadas de patio</b>	<b>25.00 %</b>

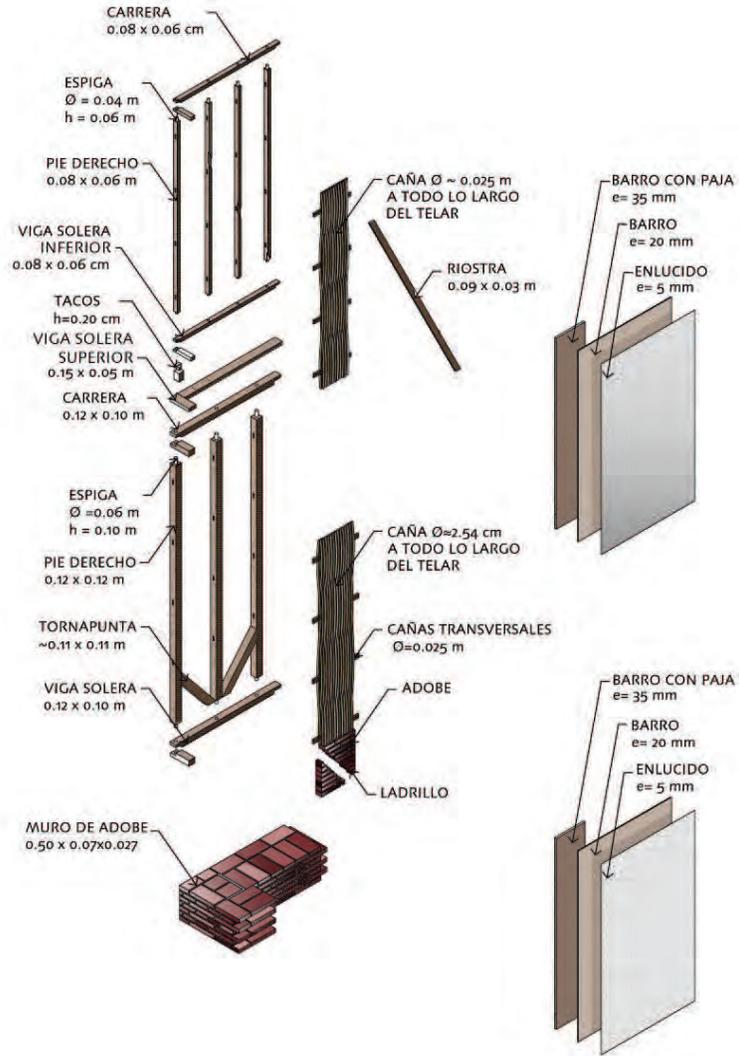
### 3.5.3.2 Muros portantes interiores de adobe y de paneles de quincha

De manera similar a los muros externos, los muros interiores están hechos de adobe y ladrillo cocido en el primer piso y con paneles de quincha en el segundo y tercer piso. El espesor de los muros interiores de adobe del primer piso varía entre 0.60 y 0.80 m, siendo menor al espesor de los muros externos. La relación de esbeltez de estos muros varía de 6.5 a 8.6, correspondiendo a la clasificación de muros entre relativamente gruesos y delgados. Los únicos muros delgados son los que se encuentran en el área de preparación 123 y de la alacena de la cocina 119 del Bar Cordano, que tienen un espesor entre 0.43 y 0.48 m y parecen ser medianeros con la casona adyacente. Todos los muros interiores de adobe aparentemente están trabados en las esquinas. Los muros interiores de quincha del segundo y tercer piso



**FIGURA 3.25 (ARRIBA)**

Típico muro de quincha del segundo piso, que muestra el relleno de adobe y ladrillo cocido, llamado citará, en la parte inferior del panel (cala IIS-2). Las cañas horizontales de la derecha se utilizaron para tapiar un vano de puerta que existía anteriormente. Imagen: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 3.26 (DERECHA)**

Axonometría explosiva, que muestra el sistema constructivo de los paneles de quincha del segundo y tercer piso de la fachada del jirón Áncash (noreste). Ilustración: Jabdriel Zapata, para el GCI.



**FIGURA 3.27 (IQUIERDA)**

Vista del detalle de la conexión entre el pie derecho del bastidor y las cañas horizontales. Imagen: Claudia Cancino.



**FIGURA 3.28 (DERECHA)**

Cala IIIS-1 que muestra los pies derechos de los paneles de quincha desalineados respecto a las vigas de soporte. Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

FIGURA 3.29

Cala IIS-2, detalle constructivo típico de paneles de quincha del segundo piso.  
Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

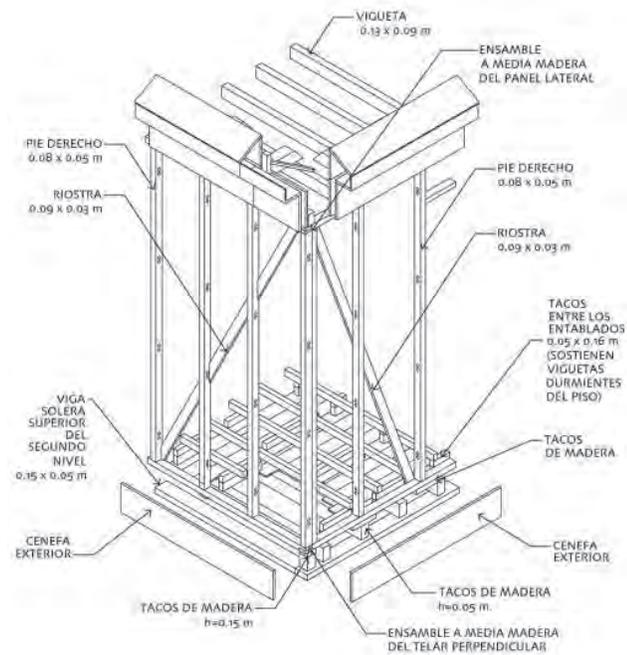
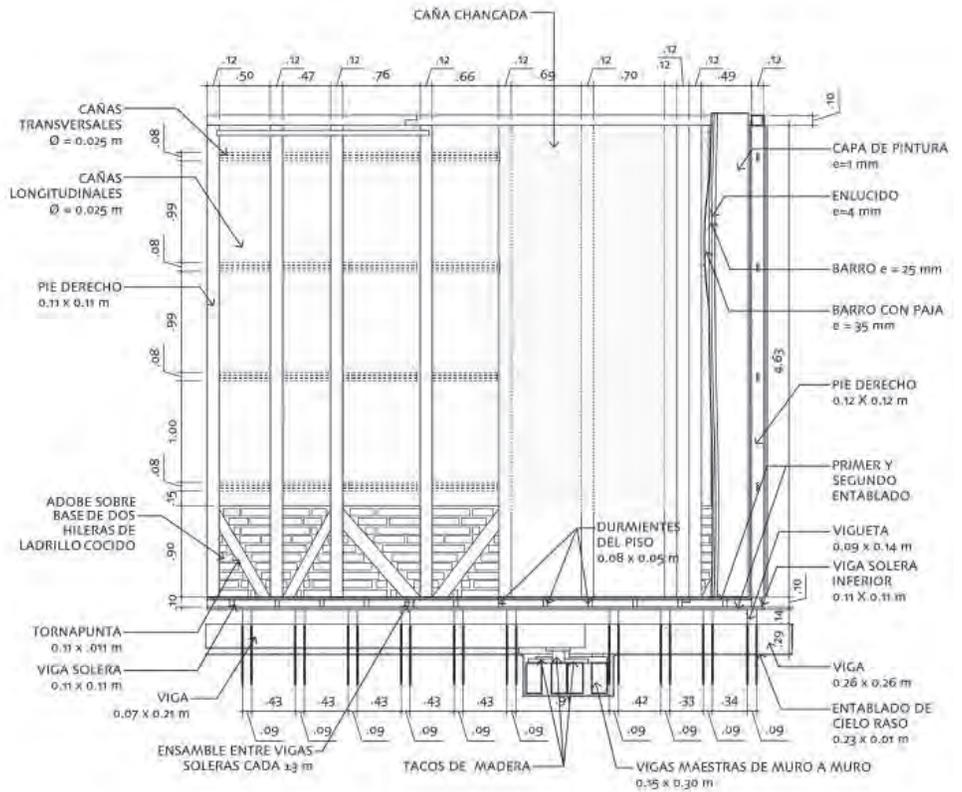


FIGURA 3.30

Cala IIS-1 que muestra los bastidores y el entrepiso del tercer piso (sólo entramado).  
Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

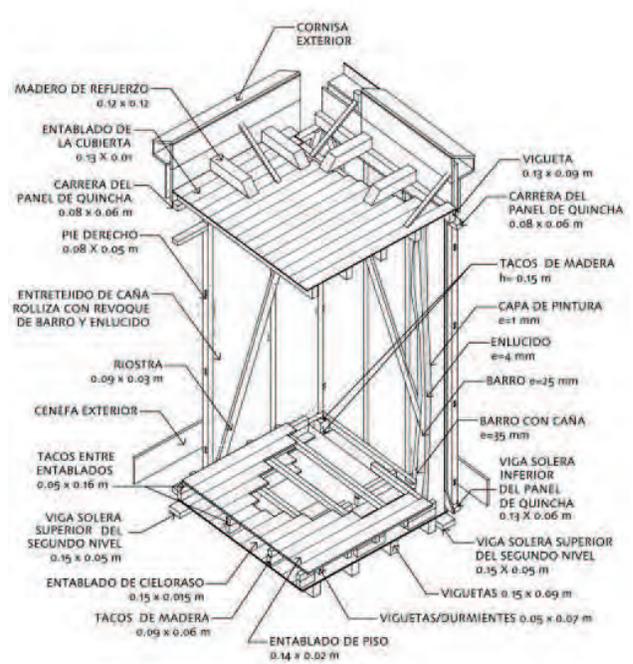
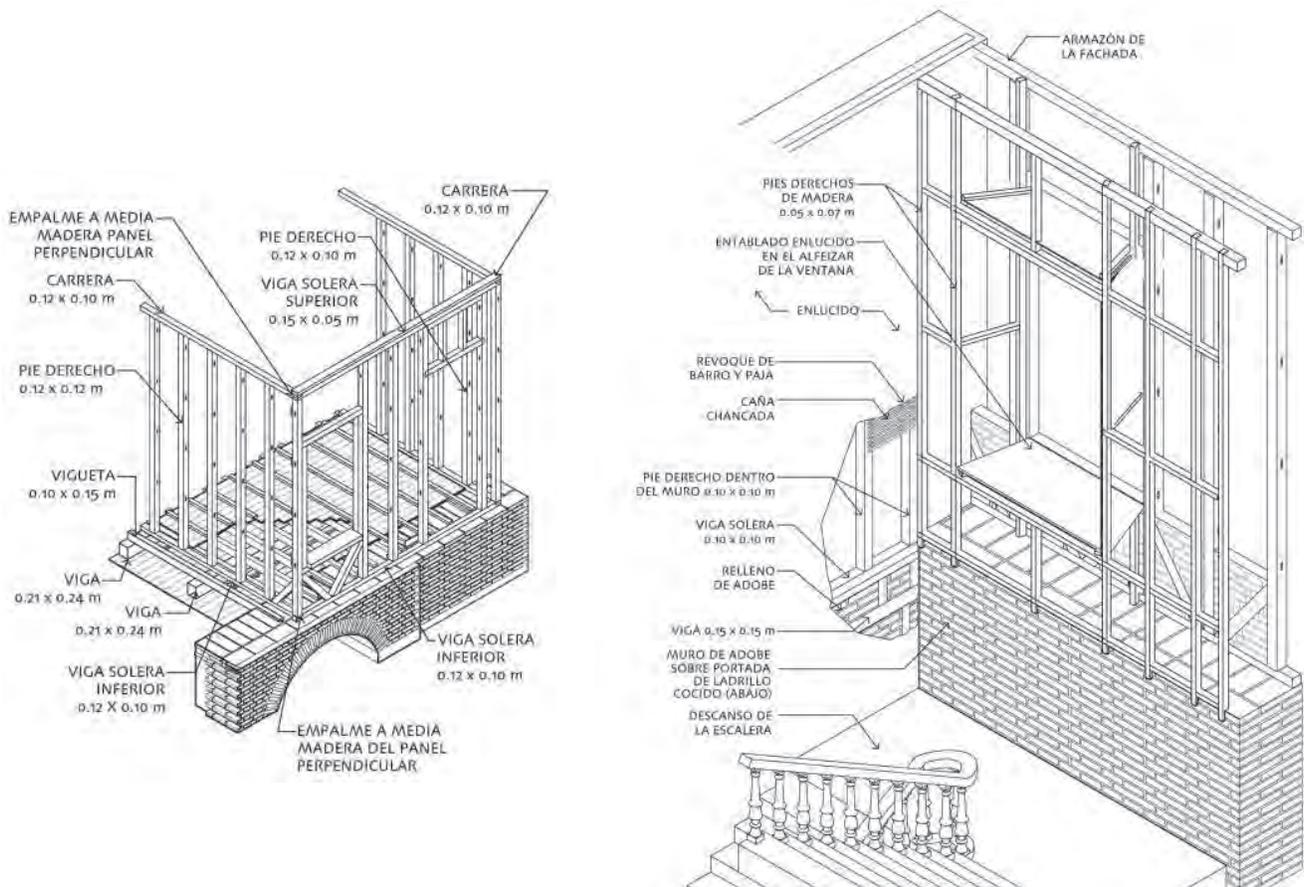


FIGURA 3.31

Cala IIS-1 que muestra el sistema constructivo de los paneles de quincha y cubierta del tercer piso.  
Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 3.32 (IZQUIERDA)**

Cala IIW-2 que muestra la conexión entre los bastidores de los muros de la fachada principal (jirón Carabaya) y los muros perpendiculares.

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

**FIGURA 3.33 (DERECHA)**

Cala IW-1F que muestra el bastidor doble sobre el muro de adobe en la escalera principal 131.

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

presentan un diseño similar a los muros exteriores; no hay solera inferior en los paneles del segundo nivel y no hay tornapuntas en los paneles del tercero. En el segundo piso, la solera inferior del entramado de quincha no se apoya sobre el muro de adobe sino directamente sobre las viguetas del entrepiso. Los muros interiores y externos se conectan a media madera en sus soleras superiores e inferiores (Fig. 3.32). El muro de quincha más largo se encuentra en el corredor 246 del segundo piso, mide 27 metros y separa el Hotel Comercio de la casona adyacente.

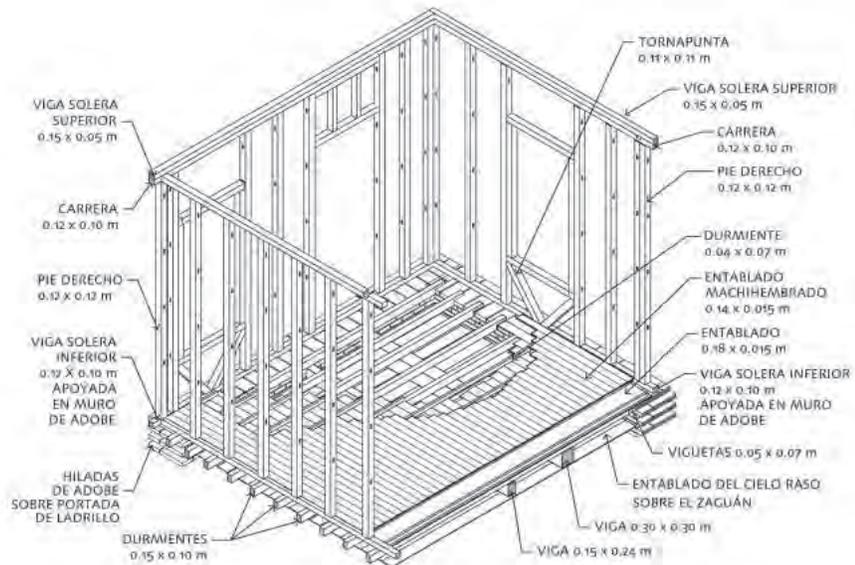
### 3.5.4 Pisos y entrepisos

Los pisos del Hotel Comercio están constituidos por un entarimado de madera machihembrada colocado sobre durmientes apoyados a un segundo entarimado montado sobre las viguetas del entrepiso del nivel inferior, acabado con un cielo raso de madera clavada (Figs. 3.34-3.36). Los entrepisos del segundo y tercer nivel tienen una construcción similar, con la diferencia que en el segundo nivel la solera inferior de los paneles de quincha y las viguetas del entrepiso están empotradas en la cabecera de los muros de adobe.

Durante la inspección, se prestó especial atención a la configuraciones de los entrepisos de la esquina sobre del Bar Cordano, incluyendo las habitaciones 243 y 244 del segundo piso y 344 del tercer mediante las calas IIW-1, IIW-2, IIS-1 y IIS-1. Esta sección del edificio parece haber sufrido varias modificaciones, incluyendo la eliminación de un muro en el primer piso, remplazado por una columna y cuatro vigas maestras casi juntas (ver sección 3.6.4 para una descripción más detallada). La construcción del segundo entrepiso consiste (de abajo hacia arriba) en un cielo raso de madera clavado a las vigas de madera que corren

paralelas a la fachada noreste hacia el jirón Áncash; estas vigas no cubren la totalidad de la longitud del bar, sino van traslapándose entre sí en tramos largos por encima de la columna y las vigas maestras. La configuración de las vigas puede ser resultado de una modificación relacionada a la eliminación del muro de adobe mencionado. Sobre las vigas corren perpendicularmente las viguetas del entrepiso, con sus extremos empotrados en los muros de adobe que dan al jirón Áncash (Figs. 3.37-3.40). Sobre las viguetas viene un entarimado de madera, seguido por durmientes de madera clavados y alineados con las viguetas; un entarimado de madera machihembrada constituye el piso acabado. El espacio entre los durmientes está relleno con una mezcla de barro y cal. En el tercer nivel la configuración del entrepiso es similar, pero sin traslapes entre las viguetas. Es importante mencionar que el muro de quincha entre las habitaciones 243 y 244 no está alineado con las vigas que originalmente debieron estar empotradas en la parte superior del muro de adobe desaparecido; esto sugeriría un error constructivo o una modificación posterior de los muros del segundo piso.

A través de las calas IIW-3 y IIS-2 se observaron configuraciones ligeramente diferentes en el entrepiso de las habitaciones 204 y 306 (Figs. 3.41, 3.43). En esta



**FIGURA 3.34**

Cala IIW-1 que muestra el sistema constructivo en la esquina norte del segundo piso.

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 3.35 (IZQUIERDA)**

Cala IIS-3 que muestra el detalle del piso en las galerías del tercer nivel.

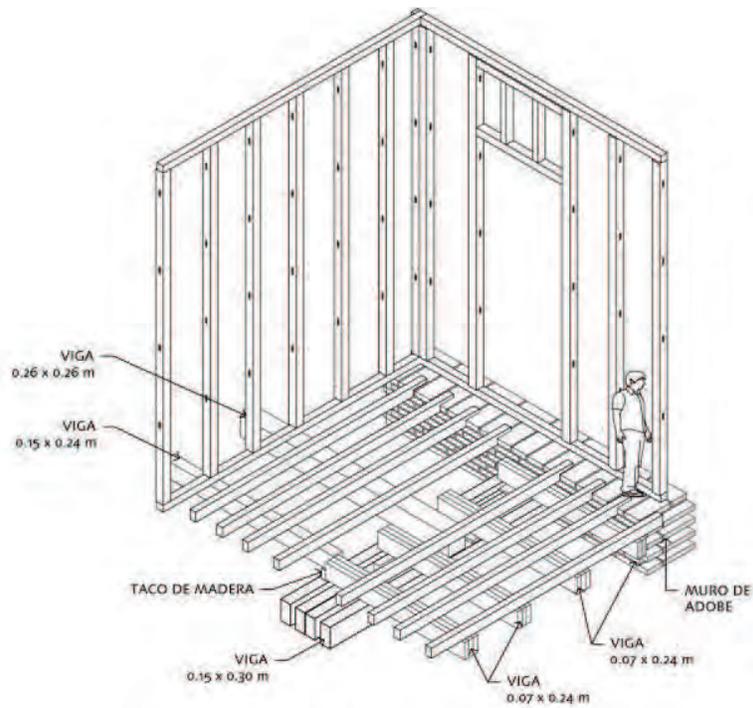
Imagen: Sara Lardinois.

**FIGURA 3.36 (DERECHA)**

Cielo raso típico en la parte inferior del piso.

Imagen: Amila Ferron.





**FIGURA 3.37 (ARRIBA)**

Cala IIS-1 (habitación 243) que muestra el sistema constructivo del entrespacio del segundo nivel sobre el Bar Cordano.

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

**FIGURA 3.38 (ABAJO)**

Cala IIS-1 que muestra los extremos de las viguetas empotradas en la cabecera del muro de adobe del primer piso de la fachada del jirón Áncash (noreste).

Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURAS 3.39 Y 3.40 (ARRIBA Y ABAJO)**

Cala IIS-1 que muestra los traslapes de las vigas, probablemente debido a la eliminación de un muro en el Bar Cordano, en el nivel inferior.

Imagen: Mirna Soto, para el GCI.

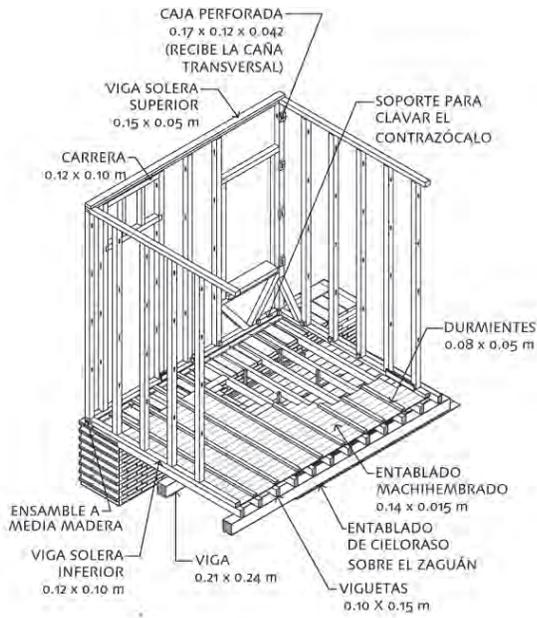


FIGURA 3.41

Cala IIV-3 que muestra el sistema constructivo del segundo piso en la habitación 204 hacia el jirón Carabaya (fachada noroeste).

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI



FIGURA 3.42

Cala IVR-1 que muestra detalles de la cubierta hacia el jirón Carabaya (fachada noroeste).

Imagen: Mirna Soto, para el GCI.

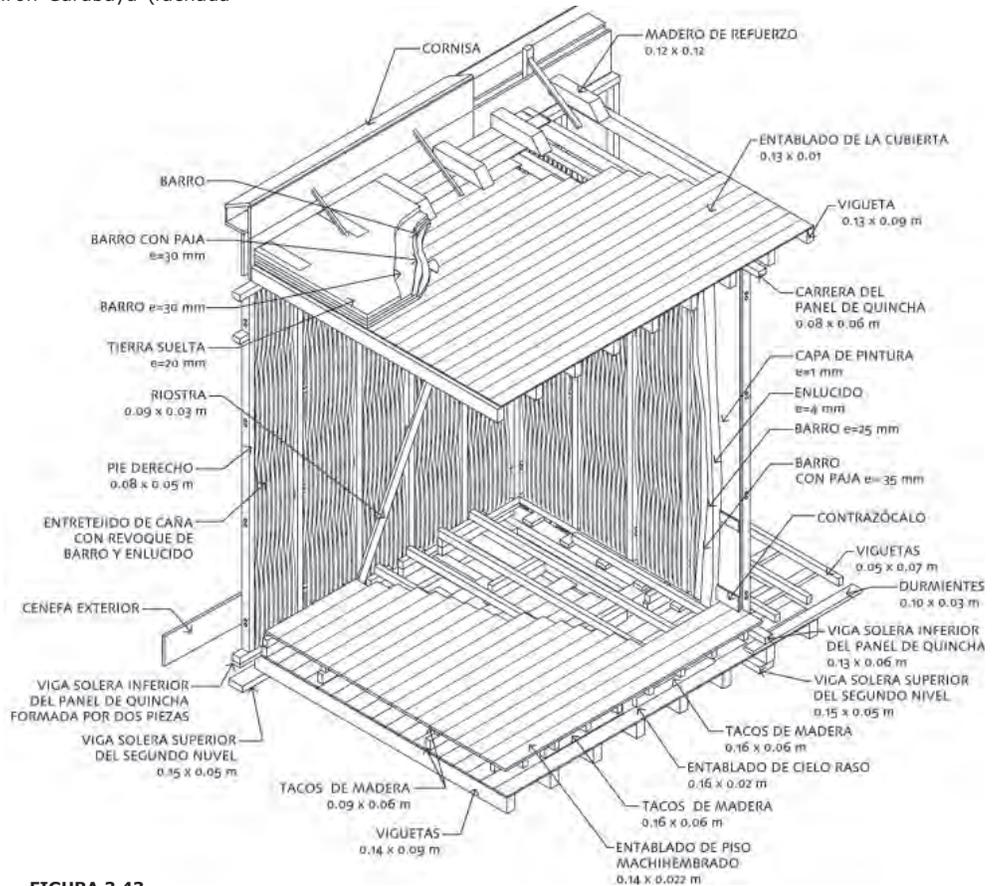


FIGURA 3.43

Calas IIIS-2 y IVR-1 que muestran el sistema constructivo del tercer nivel y cubierta en la habitación hacia el jirón Carabaya (fachada noroeste).

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

sección las viguetas van colocadas transversalmente sobre las vigas paralelas a la fachada hacia el jirón Carabaya; los extremos de las viguetas del segundo piso están empotrados en los muros de adobe; mientras las viguetas del tercer piso descansan sobre la viga solera superior del bastidor del muro de quincha del segundo nivel. Sobre las viguetas del entrepiso hay dos niveles de entarimado sobre durmientes con un relleno de barro y cal. Como en la sala anterior, los durmientes corren en la misma dirección que las viguetas, y el acabado del piso es un entarimado de madera machihembrada.

### 3.5.5 Cubierta

La estructura de la cubierta es similar a la de los entrepisos. Sin embargo, una diferencia notable es la falta del falso cielo raso en el tercer nivel que deja expuestas las viguetas de la cubierta. La parte superior de las viguetas está cubierta con un entarimado de madera, seguido por capas de barro y paja de 30 mm, de barro de 30 mm, y de tierra suelta de 20 mm (Fig. 3.42).

## 3.6 Irregularidades, modificaciones, daños y deterioro

Las secciones a continuación describen las condiciones actuales de los diferentes materiales, elementos y sistemas estructurales que componen el Hotel Comercio, así como las irregularidades, modificaciones, daños y deterioros observados durante la inspección para el estudio constructivo.

### 3.6.1 Cimientos y sobrecimientos

Los cimientos y sobrecimientos parecen estar en condiciones aceptables y su mampostería presenta un buen estado de cohesión. En las calas estructurales, se observó la presencia de humedad en el suelo, probablemente causada por el drenaje inapropiado de los patios del Hotel Comercio y la casona adyacente. Como resultado es evidente la desagregación de la capa de tierra encima del suelo rocoso, particularmente en el área colapsada de la habitación 118.

### 3.6.2 Muros

Durante el estudio constructivo de la edificación se observaron las siguientes irregularidades en los muros:

- Los muros de adobe y de quincha no están alineados verticalmente entre un piso y otro, creando tensión y deformación en la estructura de entrepisos y cubierta; especialmente entre el primer y segundo piso del sector A y entre el segundo y tercer piso de los sectores B y C.
- Los paneles de quincha no están conectados de manera apropiada a las viguetas de entrepisos y cubierta, estando unidos únicamente por vigas soleras (superiores e inferiores) o carreras.

La configuración estructural de los muros ha sido alterada por efecto de modificaciones recientes, entre las que se cuentan:

- **Sector A:** El muro sureste del comedor principal del Bar Cordano (habitaciones 127 y 128) ha sido reconstruido. Según los propietarios del bar el muro se hizo utilizando ladrillos de adobe; sin embargo, esto no pudo ser verificado por el grupo de trabajo.

- **Sectores A y B:** Con la intención de mejorar la funcionalidad del Bar Cordano se han abierto nuevos vanos en los muros de adobe para comunicar el área de comedor principal con los comedores auxiliares de las habitaciones 128 y 129.
- **Sector C:** Se han añadido tabiques para crear los baños adyacentes a los comedores del Bar Cordano.

Ambas fachadas exteriores muestran grietas, especialmente en los paños entre los vanos del segundo piso. Hay grietas estructurales diagonales y verticales en la esquina del primer piso, en el extremo noreste de la larga fachada hacia el jirón Carabaya. La fachada noreste hacia el jirón Áncash también muestra grietas importantes en el extremo sureste; a nivel del segundo piso, cerca de la casona adyacente, y en los paños entre los vanos del tercer piso (Figs. 3.44, 3.45). Las fachadas interiores de los patios están en condiciones aceptables, aunque el tercer nivel muestra grietas en los paños entre los vanos y en las esquinas de los mismos (Figs. 3.46, 3.47).

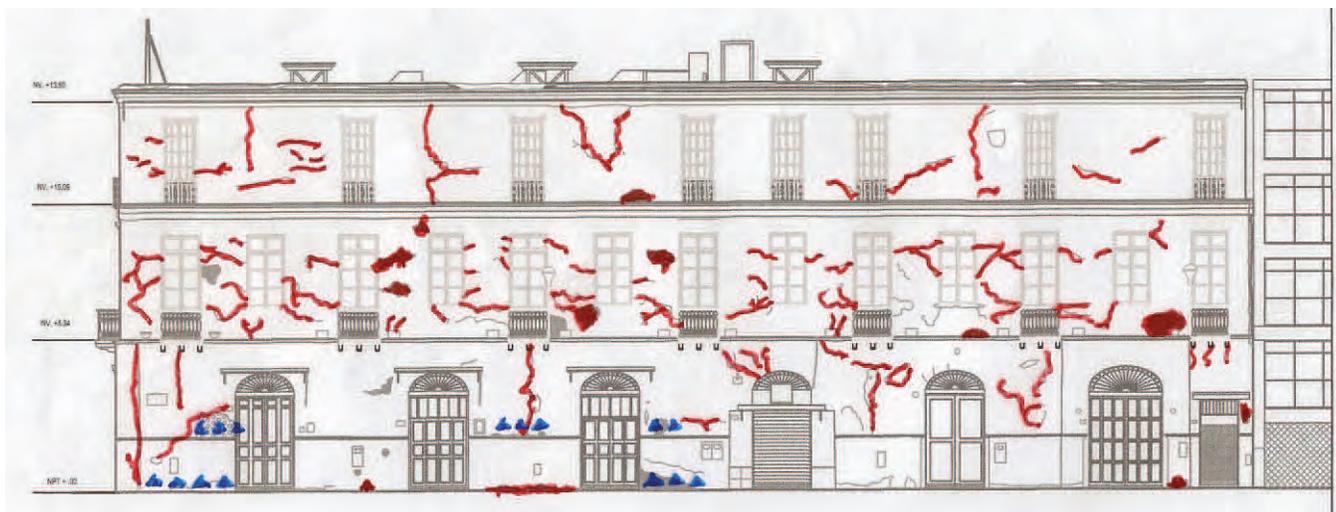
Se observó la presencia de humedad en la base de los muros de adobe, lo que podría poner en riesgo su desempeño estructural, especialmente en caso de un evento sísmico. El revestimiento de cemento de las fachadas interiores de los patios impide la migración de la humedad hacia el afuera del muro, deteriorando las unidades de adobe. La humedad puede estar relacionada en parte a los cambios de uso y la inserción de instalaciones sanitarias en la cocina y los baños. Cuando éstas no están instaladas de manera apropiada, las tuberías pueden introducir humedad en la base de los muros. Tal el caso de la alacena de la cocina en el sector D donde se ha observado la presencia de humedad en la base de sus muros.

Los muros de quincha del segundo piso se encuentran en malas condiciones, especialmente en el sector A y en el muro largo del sector B que colinda con la casona adyacente. Se observaron grietas y desprendimientos del revestimiento en muchos de los muros, sobre todo en áreas que corresponden a los pies derechos y los vanos. El desprendimiento del revoque de barro pintado en la base y en los pies derechos de los paneles de quincha expone la estructura interna de madera al deterioro (Figs. 3.50-3.53). La presencia de insectos xilófagos en casi todos los elementos de madera sugiere que las conexiones entre los elementos estructurales podrían tener un mal desempeño en caso de futuros eventos sísmicos. El deterioro

**FIGURA 3.44**

Registro gráfico de condiciones de la fachada del jirón Carabaya (noroeste) indicando grietas y desprendimiento del revoque en rojo, y la presencia de humedad en azul.

Dibujo: Claudia Cancino.



**FIGURA 3.45 (DERECHA)**

Registro gráfico de condiciones de la fachada hacia el jirón Áncash (noreste) indicando grietas y desprendimiento del revoque en rojo y la presencia de humedad en azul (en inglés).

Dibujo: Claudia Cancino.

**FIGURA 3.46 (ABAJO IZQUIERDA)**

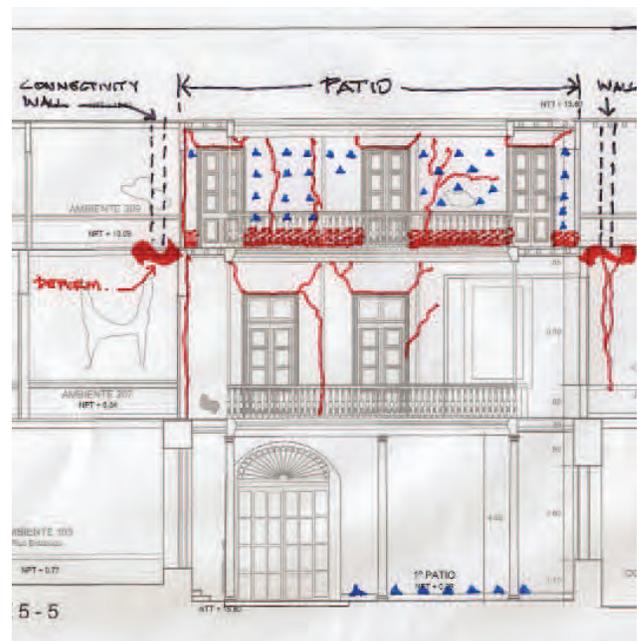
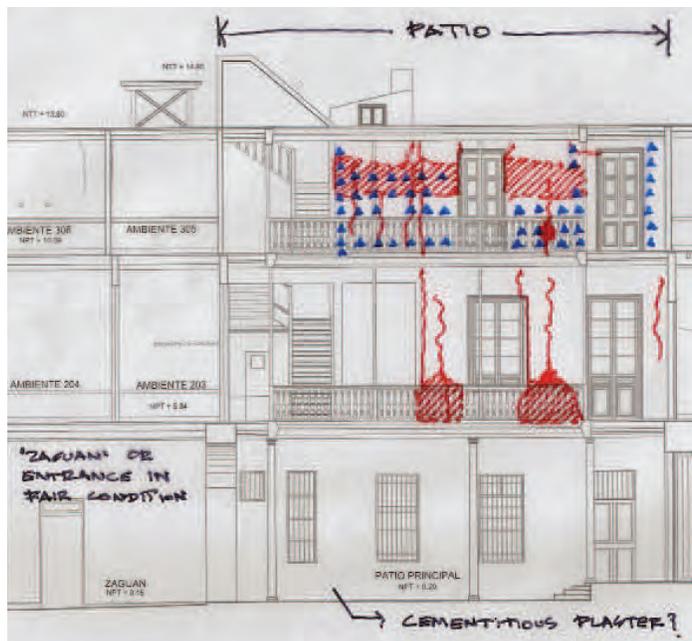
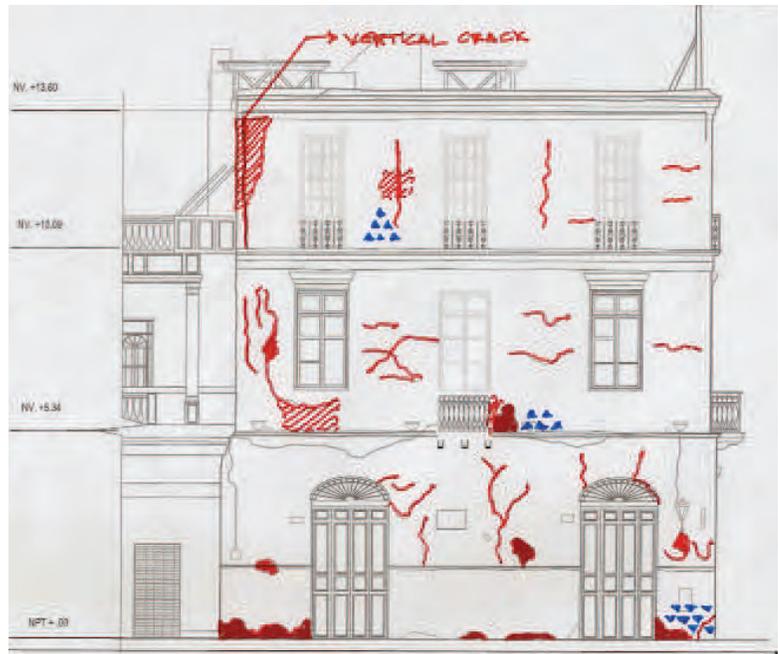
Registro gráfico de condiciones de la fachada noreste del patio, indicando grietas y desprendimiento del revoque en rojo, y la presencia de humedad en azul (en inglés).

Dibujo: Claudia Cancino.

**FIGURA 3.47 (ABAJO DERECHA)**

Registro gráfico de condiciones de la fachada noroeste del patio, indicando grietas y desprendimiento de revoque en rojo, y la presencia de humedad en azul (en inglés).

Dibujo: Claudia Cancino.



y la carencia de adecuadas uniones / conexiones hace que sea difícil para el bastidor de quincha soportar movimientos laterales o verticales.

Los muros del segundo piso de los sectores B y D se encuentran en mejores condiciones, pero también muestran grietas y desprendimientos del revoque en sus bases y alrededor de los vanos.

Los muros de quincha del tercer piso también están en mejores condiciones, con la excepción del sector A, donde los muros están estructuralmente expuestos a condiciones ambientales adversas, como la presencia de nidos y excrementos de palomas y gallinazos. El daño en los muros de quincha parece ser superficial, aunque resulta difícil determinar el nivel de deterioro de los elementos estructurales y sus conexiones.

**FIGURA 3.48**

Desprendimiento típico del revoque en la base y en los pies derechos de los paneles de quincha.  
Imagen: Claudia Cancino.

**FIGURA 3.49**

Patrón típico de grietas en los vanos de los muros de quincha.  
Imagen: Claudia Cancino.

**FIGURA 3.50 (IZQUIERDA)**

Patrón típico de grietas que corresponde a los lugares en los que se ubican los pies derechos dentro de los paneles de quincha.  
Imagen: Claudia Cancino.

**FIGURA 3.51 (DERECHA)**

Grietas verticales en el muro sureste del corredor 246 (sector C) que corresponden a la ubicación de los pies derechos dentro de los paneles de quincha.  
Imagen: Amila Ferron.

### 3.6.3 Pisos y entrepisos

En la mayoría de los sectores los pisos se encuentran en condiciones aceptables, con excepción de la zona sobre de las habitaciones 125 y 127 del sector A (Bar Cordano) que ha sufrido daños importantes. Los extremos de las viguetas del entrepiso no están muy empotrados en la parte superior de los muros portantes de adobe y no distribuyen las fuerzas verticales de manera adecuada. La presencia de tierra entre algunos durmientes aumenta la carga de la estructura del piso haciendo el diafragma más rígido.

La instalación de maquinaria pesada en la década de 1980 dañó la estructura del entrepiso; siendo este más evidente en el área suroeste del segundo y tercer nivel, adyacente al edificio de concreto, donde incluso hay severas deformaciones de los entrepisos. Esta área ha sido apuntalada para evitar el colapso, aunque su estado sigue siendo precario.



**FIGURA 3.52**

Muro noroeste de la habitación 243.

Imagen: Claudia Cancino.

### 3.6.4 Irregularidades, modificaciones, daños y deterioro en el sistema estructural

El sistema estructural del edificio ha sido alterado por efecto de modificaciones recientes que incluyen:

- **Sector A:** Es probable que el muro que separa a los sectores B y C en el primer piso se conectara originalmente con la fachada noreste. Sin embargo, este muro se eliminó para ampliar el comedor del Bar Cordano, instalando una columna de metal para sostener el entrepiso superior. De igual manera, el traslape de las vigas de madera en el entrepiso encima del comedor principal del Bar Cordano, parece ser el resultado de esta transformación. Especialmente preocupante es el muro noroeste de la habitación 243 arriba del comedor del bar: con la eliminación del muro de adobe del primer nivel, los paneles de quincha del segundo piso se quedaron sin apoyo y penden de los bastidores de quincha del tercer nivel, creando así la total desconexión entre ambos pisos (Fig. 3.52).
- **Sector B:** No está clara la configuración original del zaguán y de la escalera.
- **Sector B:** En la tienda de calzado del primer piso (habitación 130) se construyó un entrepiso de almacenaje hecho con viguetas metálicas paralelas a la fachada noroeste.
- **Sector B:** No está claro si las columnas de madera que sostienen dos vigas de madera en el área de preparación de la cocina forman parte del diseño original o son el resultado de una modificación posterior.
- **Sector D:** El entrepiso de la zona de la alacena de la cocina fue probablemente agregado por los dueños del bar.
- **Sector D:** La zona adyacente al extremo suroeste de los sectores D-1, 2 y 3 colapsó.

## 3.7 Hallazgos preliminares

Los hallazgos preliminares sobre el comportamiento estructural del Hotel Comercio se basan en datos obtenidos por métodos cualitativos, incluyendo la investigación histórica y observaciones hechas por el equipo de investigación en el curso de las inspecciones llevadas a cabo en el año 2010. La interpretación de los datos recolectados a través de la investigación y la observación, para establecer ideas preliminares sobre el posible comportamiento estructural de la edificación, se basó en la experiencia en construcciones históricas de tierra del equipo de investigación. Estos hallazgos preliminares se estudiarán a mayor profundidad en las siguientes fases del proyecto mediante métodos cuantitativos, incluyendo pruebas estáticas y dinámicas, y análisis numéricos de elementos finitos. Después de los ensayos y análisis cuantitativos, los hallazgos preliminares serán revisados y ampliados según se considere necesario a fin de proveer un diagnóstico y evaluación completos.

Los hallazgos preliminares son los siguientes:

- El Hotel Comercio es una estructura altamente compleja debido a las múltiples modificaciones en la estructura de sus pisos relacionadas a cambios de uso. No obstante, esta situación es típica de muchos edificios históricos en Lima y otras ciudades virreinales en América del Sur. A pesar de las

modificaciones, el edificio se halla en condiciones aceptables, aunque con áreas que presentan gran riesgo de colapso.

- La estructura del sector A es la que presenta más riesgo. Al parecer el muro interior de adobe que sostenía los muros de quincha de los niveles superiores fue reemplazado por una columna. Además, la colocación y traslape de las vigas de soporte no funcionan estructuralmente y sólo agrega carga a la estructura superior. En ese mismo sector, las condiciones de las particiones de quincha del segundo piso son malas y pueden llevar al colapso del tercer piso que se halla por encima del bar. Finalmente, el hecho que este sector se sitúe en esquina hace que el edificio sea aún más vulnerable al colapso en caso de un terremoto.
- La presencia de humedad en la base de los muros de adobe pone en riesgo la estabilidad y también puede tener un efecto negativo en caso de terremoto.
- La exposición constante de los elementos estructurales de la quincha a las condiciones medioambientales y al ataque de insectos xilófagos constituye una severa amenaza para los bastidores.
- La insuficiente conexión entre los bastidores de los paneles puede afectar el comportamiento estructural del edificio en terremotos futuros. Sin las conexiones adecuadas, el entramado de quincha no puede soportar los movimientos laterales o verticales sin colapsar. El derrumbe de los muros de quincha puede llevar al colapso de la estructura superior del entrepiso y la cubierta.
- El empotrado precario de las soleras inferiores de los bastidores del segundo piso a la cabecera de los muros de adobe del primer piso no parece ser suficiente para permitir que la estructura del entrepiso opere como un diafragma adecuado.

### Notas

- 1 La información de esta sección es un resumen del informe "Hotel Comercio", sobre la historia e importancia del mismo, elaborado en el año 2010 por María del Carmen Corrales Pérez del ex-Instituto Nacional de Cultura del Perú.
- 2 Citado en Corrales Pérez, 2010. p. 9.
- 3 Las zonas sísmicas están definidas en el Capítulo II, Parámetros de Sitio de la Norma Técnica E.030, Diseño sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, disponible en la dirección del portal electrónico <http://blog.pucp.edu.pe/media/1237/20080826-E.030.pdf>
- 4 La información sobre fechas de terremotos, ubicación de epicentros y magnitudes de momento (Mw) ha sido resumida en el *Historic World Earthquakes* (en español: Terremotos Históricos del Mundo), publicado por United States Geological Survey - USGS (en español: Agencia de Estudios Geológicos de los Estados Unidos) disponible en la siguiente dirección del portal electrónico [http://www.earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/historical\\_country.php#peru](http://www.earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/historical_country.php#peru).
- 5 Los criterios para determinar las relaciones de esbeltez se basa en Tolles, Kimbro, Webster y Ginell, 2000.

## CAPÍTULO 4

# Catedral de Ica

### 4.1 Introducción

Ica es la mayor y más importante de las ciudades de la costa peruana entre las ciudades de Arequipa y Lima. Ubicada en una esquina de la plaza principal de la ciudad, se encuentra la Catedral de Ica construida originalmente en 1759 por la Compañía de Jesús y transferida a la Orden de los Mercedarios en 1780 tras la expulsión de los jesuitas del Virreinato del Perú en 1767 (Figs. 4.1, 4.2). La catedral es actualmente propiedad de la Diócesis de Ica y se utilizó con fines religiosos hasta que resultó dañada en el terremoto de Pisco, en el año 2007. Esta iglesia se apega a la tipología jesuita establecida por la Iglesia del Gesù en Roma y es estructuralmente similar a la Catedral de Lima tras su reconstrucción en la segunda mitad del siglo XVIII. La planta de la catedral consiste en un coro, una nave central de cuatro crujías, transepto y presbiterio, todos ellos cubiertos con bóvedas de cañón. La nave principal está flanqueada por dos naves laterales cubiertas con una serie de cupulines, en tanto que el crucero de la nave y el transepto están cubiertos por una gran cúpula con una linterna. Los gruesos muros laterales están construidos con mampostería de adobe, asentados sobre un sobrecimiento de ladrillo cocido y una cimentación de piedra. Las naves laterales están separadas de la nave central por una serie de pilares huecos de quincha y arcos revestidos de barro y enlucido<sup>1</sup> pintado; y la bóveda de cañón y las cúpulas están construidas con cerchas de madera y quincha. La Catedral de Ica resultó severamente dañada durante los terremotos de 1813 y 1942; lo que llevó a la reconstrucción de su fachada,



**FIGURA 4.1**

Imagen de satélite que muestra la ubicación de la Catedral de Ica en relación a la Plaza de Armas de Ica.

Imagen: © 2013 Google. Image © 2013 Digital Globe.



**FIGURA 4.2**

La Catedral de Ica desde la Plaza Mayor.

Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 4.3**  
Vista de los daños en la cúpula y bóveda después del terremoto del año 2007.

Imagen: Sara Lardinois.

incluyendo los dos campanarios en ladrillo cocido. La estructura ha estado en situación de riesgo desde el terremoto del año 2007 que llevó al colapso de varias secciones de la bóveda de cañón cerca de la fachada, al colapso parcial de la cúpula central, al colapso total de la cubierta de una de las crujías de la nave del Evangelio, y al desprendimiento del revoque de las bases de los pilares y pilastras (Fig. 4.3).

## 4.2 Antecedentes históricos, contexto y significado

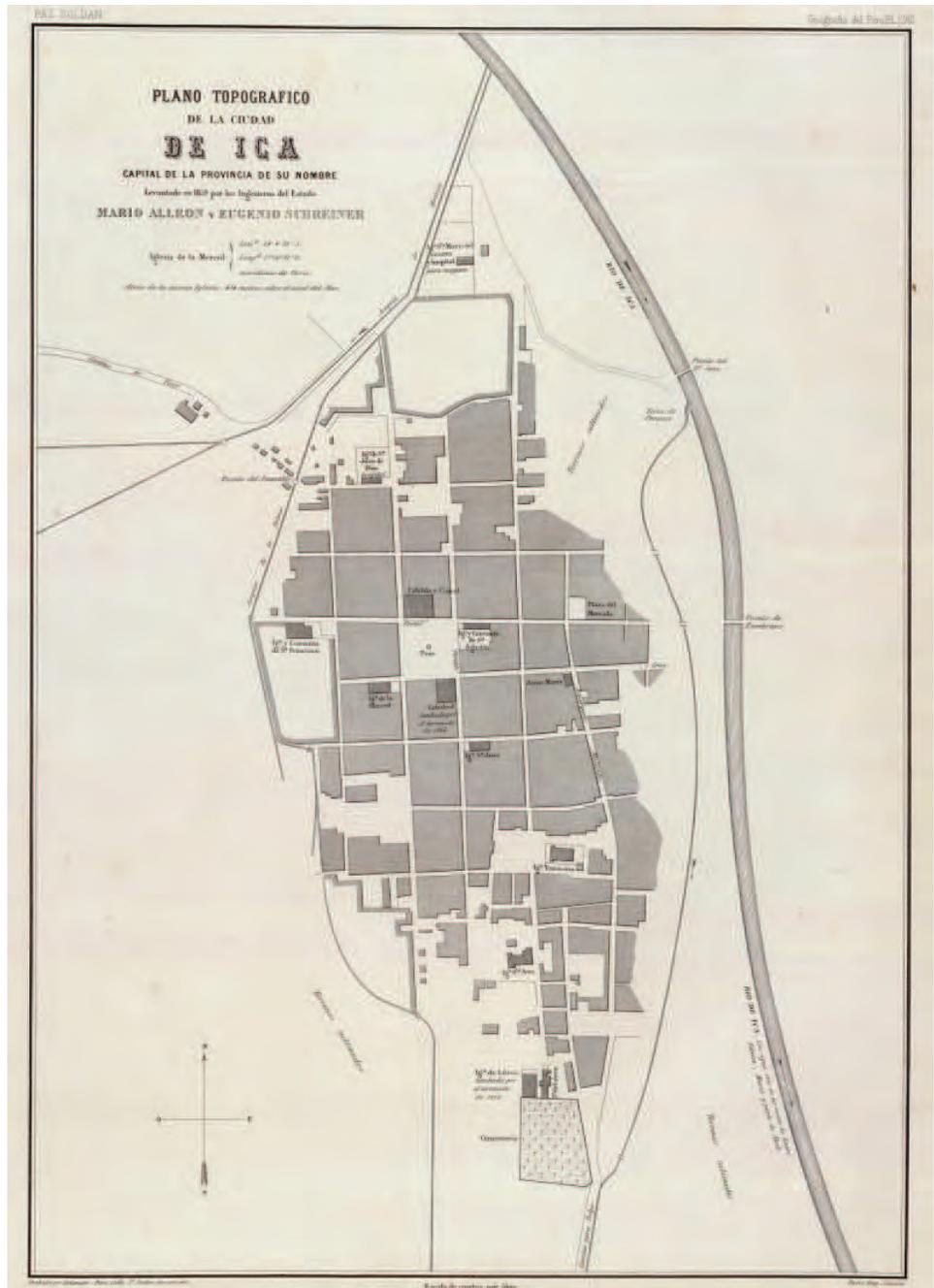
### 4.2.1 Antecedentes históricos y contexto<sup>2</sup>

La ciudad de Ica es la capital del Gobierno Regional de Ica, en el sur del Perú. Aunque la región tiene un largo historial de ocupación por parte de varias culturas pre-hispánicas, es el conquistador español Gerónimo Luis de Cabrera quien funda la ciudad en el año 1563. Hacia el año 2005, la ciudad tenía una población aproximada de 219,856 habitantes. La catedral se sitúa en la esquina suroeste de la plaza mayor de Ica y se le considera una de las edificaciones más importantes de toda la ciudad (Fig.4.4). El edificio de la catedral data del siglo XVIII y fue originalmente construido como el Colegio Jesuita de San Luis Gonzaga;<sup>3</sup> su construcción es típica de las iglesias jesuitas de estilo barroco. Tras la expulsión de los jesuitas del Virreinato del Perú en el año 1767, la iglesia fue reocupada, reparada, modificada y renombrada por varias órdenes religiosas incluyendo a los mercedarios, quienes fueron responsables de la reconstrucción de la fachada luego del terremoto del año 1813. A partir del año 1946, ha sido sede de la Catedral de la Diócesis de Ica.

Poco después de la llegada de los españoles al Perú el Rey de Carlos I de España y Emperador Carlos V del Sacro Imperio Romano Germánico, autorizó el asentamiento en el Perú de cuatro órdenes religiosas: los dominicos, franciscanos, mercedarios y agustinos, con el objetivo de dirigir las tareas de evangelización, educación, y promoción del desarrollo de ciudades en el Nuevo Mundo. Estas cuatro órdenes de frailes mendicantes aparecieron en Europa hacia finales de la Edad Media y se dedicaban a divulgar el Evangelio y a servir a los pobres. Por el contrario, a las órdenes monásticas jamás se les permitió asentarse en el Perú.<sup>4</sup>

La Compañía de Jesús, fundada en el año 1534 por San Ignacio de Loyola y otros seis estudiantes en la Universidad de París, llegó al Perú entre los años 1567 y 1568. Los jesuitas no eran ni monjes ni frailes, sino una orden sacerdotal dedicada a la educación que solía operar y residir en colegios urbanos.<sup>5</sup> Para mantener sus colegios, los jesuitas invertían en granjas fuera de las ciudades, lo que también les permitía interactuar con la población rural. En la región Ica, los jesuitas tenían intereses en varias granjas<sup>6</sup> que incluían las de Mamacona, Belén, Caúcato y San Jerónimo, además de las de San Javier y San José, ambas en Nazca.<sup>7</sup> Por razones políticas, los jesuitas fueron expulsados en el año 1767 de España y las indias españolas, incluido el Virreinato del Perú.

Los jesuitas llegaron a Ica en el año 1739 con el fin de abrir el Colegio de San Luis Gonzaga, que incluía la iglesia que luego habría de convertirse en la Catedral de Ica.<sup>8</sup> La construcción del colegio se inició en el año 1746 y se terminó en el año 1759 según la fecha inscrita en la cúpula de la catedral; sin embargo, pareciera que las obras continuaron después de esta fecha ya que se sabe que el alarife Gaspar de Urrunaga estuvo trabajando en el Colegio jesuita de Ica entre el año 1762 y hasta el año 1767, en que la orden fue expulsada.<sup>9</sup>



**FIGURA 4.4**

El *Plano topográfico de la Ciudad de Ica* del año 1859 que muestra la Catedral de Ica, entonces llamada Iglesia de la Merced, en la esquina inferior izquierda de la plaza. La ubicación de la antigua iglesia principal de la ciudad (la Iglesia Matriz de San Jerónimo), dañada en el terremoto del año 1813, aparece en la esquina inferior derecha de la plaza.

Imagen: Colección de mapas históricos de David Rumsey, © 1985.

La mayoría de las iglesias jesuitas del Nuevo Mundo, incluyendo la antigua iglesia jesuita de Ica, presentan un diseño similar basado en el de la Iglesia del Gesù de Roma. La planta típica es cruciforme o rectangular con una nave alta cubierta por una bóveda de cañón, flanqueada por naves laterales más bajas que conforman una serie de espacios cuadrados, cada uno cubierto por un cupulín. El transepto, poco profundo, es fundamentalmente una continuación de las naves laterales y también está cubierto por una bóveda de cañón. Una gran cúpula con linterna cubre el crucero de la iglesia. Al igual que en la iglesia del Gesù, el presbiterio / altar de Ica tiene capillas a ambos lados; no obstante, a diferencia del Gesù, en lugar que el presbiterio / altar culmine en un ábside semicircular, en Ica sólo hay un muro plano. En su construcción original según identifica el Padre

Rubén Vargas Ugarte, la Catedral de Ica muestra tres de las características propias de las iglesias jesuitas:<sup>10</sup>

- Ausencia del coro alto sobre la entrada principal. Como los jesuitas no eran frailes y no rezaban colectivamente como un coro la Liturgia de las Horas, no había necesidad de una plataforma para el coro. No está claro si el coro de la Catedral de Ica es parte de su construcción original o si lo agregaron posteriormente los mercedarios.<sup>11</sup>
- Sendos corredores que discurren a los lados de la nave central, por encima del entablamento. Cuando no era posible incluir un corredor dentro de la iglesia, éste se ubicaba afuera como en el caso de Ica, a la altura de la imposta. Las ventanas con balaustradas o balcones permitían la comunicación entre la nave central y los corredores o pasarelas exteriores; las cuales están presentes no sólo en la antigua iglesia jesuita de Ica, sino también en otras iglesias de la región como la de la Hacienda de San Regis, también en Ica.
- Abundancia de obras de arte, incluyendo pinturas y esculturas, principalmente destinadas a fines didácticos. Luego de la expulsión de los jesuitas en 1767, muchas de estas obras de arte se trasladaron a otras iglesias.

Tras la expulsión de los jesuitas, la Orden Mercedaria, presente en Ica desde el siglo XVII, tomó el control del antiguo colegio jesuita y su iglesia. Los mercedarios solicitaron su adjudicación por primera vez en el año 1774, tomando posesión de todo el conjunto hacia el año 1780, bajo el nombre de Colegio Mercedario de San José, y dedicaron la iglesia a la advocación de Nuestra Señora de la Merced. Una de las primeras modificaciones llevadas a cabo fue comisionar al maestro Josep Carlo Conti la elaboración del retablo del altar mayor. En 1813 un terremoto dañó la iglesia y varios edificios de Ica, incluyendo la Iglesia Matriz de San Jerónimo, la iglesia principal de la ciudad, de ubicación cercana. Los mercedarios comenzaron la reparación de la iglesia al año siguiente y como parte de las obras se reconstruyó la fachada principal en estilo neoclásico con un programa decorativo que incorporó varias figuras alegóricas que se describen en mayor detalle en la sección 4.3. Se piensa que el coro sobre la entrada principal debió añadirse en esta época.

Luego de la independencia del Perú (1821-1824) se suspendieron los monasterios con menos de ocho clérigos por lo que los mercedarios debieron abandonar Ica. La antigua iglesia jesuita adoptó el nombre de la dañada iglesia Matriz de San Jerónimo, en tanto que el colegio volvió a conocerse con el antiguo nombre de San Luis Gonzaga. En el siglo XIX se llevaron a cabo varias modificaciones y reparaciones, en el año 1830 se fabricó una nueva campana; luego, en el año 1868 otro terremoto dañó la iglesia, pero fue reparada en el año 1874.

Un inventario hecho en el año 1878 señala que la iglesia tenía dos campanarios, uno de ellos con un reloj, tres campanas y varios retablos. El médico y explorador alemán Ernst Middendorf en su visita a Ica en 1887 informó que la iglesia se hallaba en buenas condiciones y destacó que habían dos retablos. Un informe del Arzobispo de Lima realizado en el año 1900 describe los retablos, tanto fijos como móviles, que tenía la iglesia. Entre los cinco retablos fijos se encontraban el retablo principal y los retablos menores dedicados al Sagrado Corazón, a Nuestra Señora del Rosario, a Nuestra Señora del Carmen, y a Jesús Nazareno. Los retablos móviles incluían los dedicados a la Inmaculada Concepción, a la Sagrada Familia y a San Ramón. Las imágenes inventariadas incluían las de Nuestra Señora de la Merced, Nuestra Señora del Rosario, Nuestra Señora del Carmen, la Inmaculada Concepción, Santa Rosa de Lima, la Sagrada Familia, Nuestra Señora de los Dolores, Santa Catalina,

San Raimundo, San Roque y San Cayetano. El informe también menciona el púlpito y, frente a este, una pequeña estructura con una escultura de piedra que representa a Cristo Crucificado con la Virgen y San Juan.

Los registros históricos indican que el campanario noreste, donde se encuentra el reloj, se reparó en el año 1919, para ser posteriormente destruido por el terremoto del año 1942.

En el año 1946 se creó la Diócesis de Ica y la antigua iglesia jesuita se elevó a la categoría de Catedral y continuó utilizándose así hasta que resultó dañada durante el terremoto del año 2007. En la actualidad la catedral prácticamente no se utiliza; a pesar de ello, los sacerdotes de la diócesis continúan celebrando misa en la estructura dañada.

#### **4.2.2 Significado**

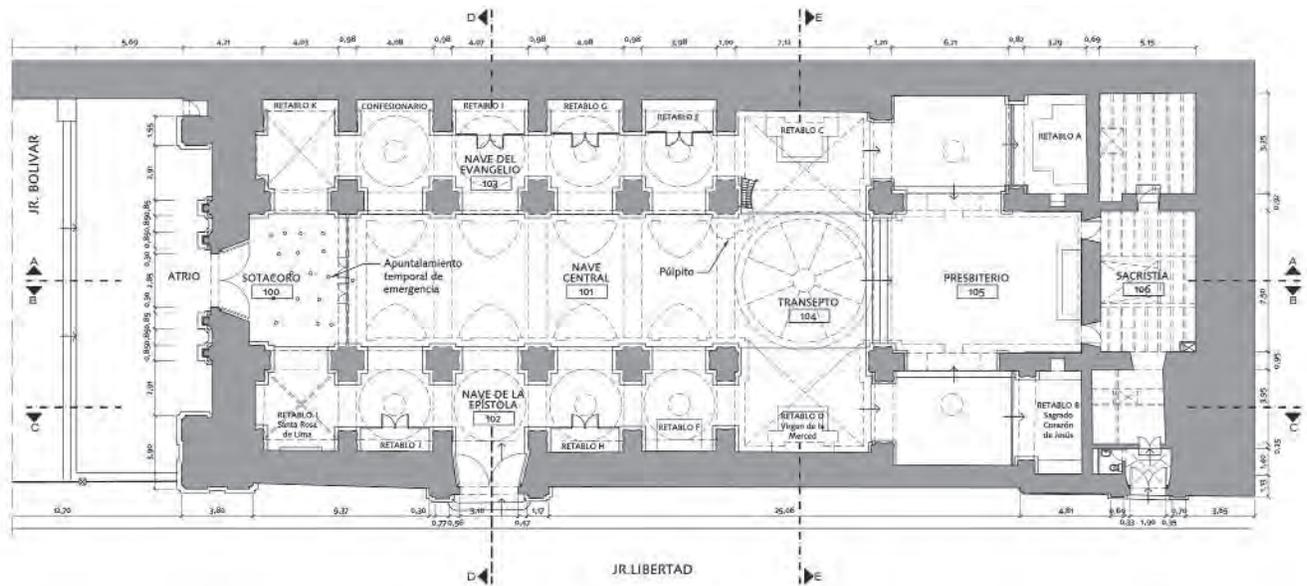
El 30 de Mayo del año 1958, el claustro del antiguo Colegio Jesuita de San Luis Gonzaga, adyacente a la Catedral de Ica, se registró como monumento nacional; sin embargo, el registro de la catedral como monumento nacional no se dio sino hasta el 15 de Diciembre del año 1982. La importancia de la catedral ha sido cuestionada después de resultar seriamente dañada por el terremoto del año 2007 y la posibilidad de sacarla del registro de monumentos nacionales generó controversia entre los pobladores de Ica, quienes pidieron al ex-Instituto Nacional de Cultura que la mantuviese como monumento y asegurase su conservación.

### **4.3 Descripción arquitectónica**

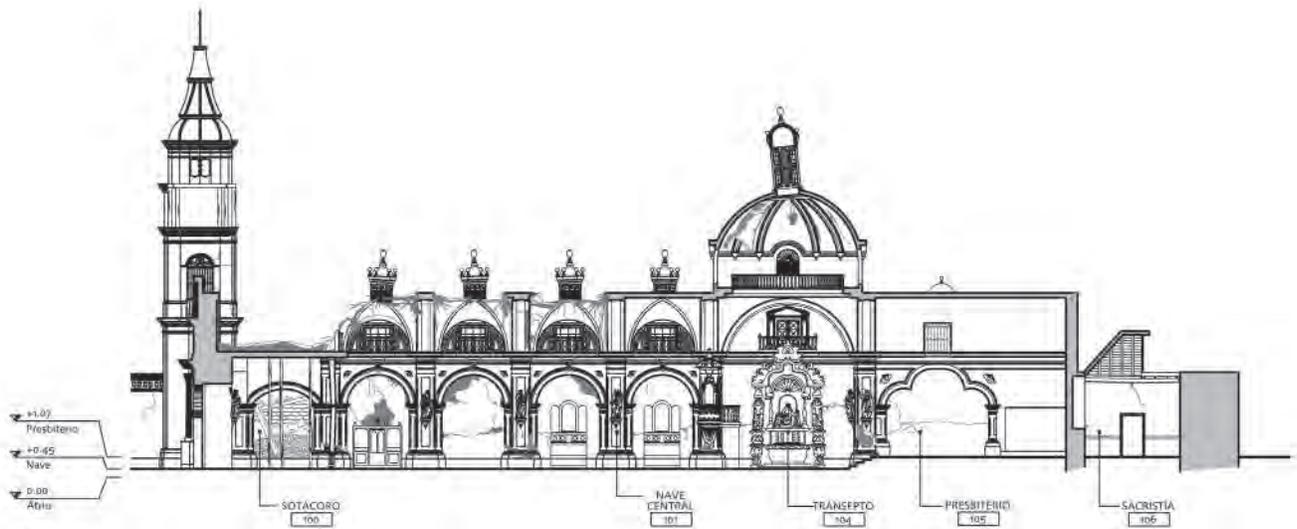
La catedral se ubica en la esquina de una manzana urbana en el centro histórico de Ica, en la intersección del jirón Libertad y el jirón Bolívar. La catedral está precedida por un atrio de 280 m<sup>2</sup> que colinda hacia el sur con la estructura original de adobe de una sola planta del colegio jesuita, actualmente sede de una universidad, y hacia el oeste colinda con una moderna estructura de concreto de tres plantas. La catedral ha sido construida sobre restos de catacumbas abovedadas hechas de ladrillo cocido que pudieron apreciarse durante las prospecciones. Estas estructuras abovedadas también pueden verse en la excavación arqueológica practicada en el claustro del colegio jesuita vecino.

La iglesia es de un solo nivel y cubre 1,075 m<sup>2</sup>, su planta rectangular de 22.5 x 48.5 m está orientada sobre el eje este-oeste con una proporción 1:2. Contiene diez diferentes espacios funcionales: sotacoro, coro, nave central, dos naves laterales, crucero, transepto, presbiterio y dos capillas laterales a los lados del altar mayor (Fig. 4.5). Para separar los diferentes espacios interiores se utilizan cambios en los niveles del piso, columnas, pilares y pilastras (Fig. 4.6). El acceso a la iglesia se da desde el lado este, a través de una gran puerta de dos hojas en el arco de la fachada principal, alineado a eje con el altar mayor ubicado en el extremo oeste de la edificación. También posee un ingreso lateral a través de otra gran puerta, que generalmente permanece cerrada, ubicada en el muro norte a lo largo de jirón Libertad. La sacristía de 195 m<sup>2</sup>, que no forma parte del presente estudio, se ubica al oeste del altar y tiene una entrada independiente sobre jirón Libertad. En la base del campanario sureste, una escalera de caracol de madera da acceso al coro, con piso de madera, y al techo de la iglesia (Fig. 4.7).

La apariencia exterior de la iglesia queda definida en gran medida por su fachada principal y su largo muro lateral (Figs. 4.8, 4.9). Renovada en estilo



**FIGURA 4.5**  
Planta, Catedral de Ica.  
Dibujo base preparado por Mirna Soto, editado por el GCI.



**FIGURA 4.6**  
Corte A-A, Catedral de Ica.  
Dibujo base preparado por Mirna Soto, editado por el GCI.

**FIGURA 4.7**

Estructura pesada de madera de la escalera de caracol del campanario del lado del Evangelio; Catedral de Ica, 2007.

Imagen: ex-Instituto Nacional de Cultura del Perú.

neoclásico a raíz de los daños sufridos en el terremoto del año 1813, la fachada principal horizontalmente tripartita se construyó con ladrillo cocido y consta de una base, un arco monumental con una puerta de dos hojas flanqueadas por columnas y pilastras adosadas de estilo corintio, y un frontón. El tema decorativo de la fachada principal incorpora varias figuras alegóricas, incluyendo una insignia con un cordero en el frontón y en el friso la imagen de Nuestra Señora de la Merced coronada por ángeles sosteniendo las cadenas de varios prisioneros. A cada lado del portal principal, en el espacio entre las pilastras pareadas, pueden verse un par de esculturas. Es muy probable que la figura de la izquierda represente la Virtud y la de la derecha, la Justicia. A ambos extremos de la fachada principal se encuentran las torres de los campanarios de armazón de madera y base de ladrillo cocido. En la base del campanario sur está la pequeña puerta secundaria de acceso a la escalera caracol. La fachada lateral a lo largo del jirón Libertad está hecha de mampostería de adobe y tiene dos vanos de puerta, el ingreso lateral y el de la sacristía. Tanto la fachada principal hecha de ladrillo cocido, como los muros laterales hechos de adobe, están asentados sobre una cimentación de mampostería de piedra irregular con un sobrecimiento de ladrillo cocido y están acabados con un revoque fino.

En el interior de la catedral, una serie de pilares, separados aproximadamente 5 m a ejes, conforman cuatro crujías y separan a la nave central de las naves laterales (Figs. 4.10, 4.11). Estos pilares sostienen la bóveda central y los cupulines de las naves laterales; otros pilares similares sostienen la cúpula principal que corona el crucero de la nave y el transepto. Los pilares, de estilo neoclásico, están contruidos con postes de madera envueltos en caña chancada cubiertos con revoque de barro y yeso. Esta técnica constructiva comenzó a utilizarse en la construcción de iglesias tras el terremoto del año 1746 en Lima con el fin de reemplazar las antiguas y pesadas columnas de ladrillo cocido y piedra, y para aumentar la altura de la nave y del crucero. Varios de los pilares tienen en su centro un tronco de guarango sobre el que se apoyan las vigas de la cubierta.

Se cree que el lado este de la catedral fue modificado por los mercedarios luego del terremoto del año 1813 al reconstruir la fachada principal que es estructuralmente diferente del resto de la edificación. Esta área es de dos niveles, y en el nivel superior contiene al coro sobre el sotacoro que tiene un cielo raso abovedado con

**FIGURA 4.8**

Detalle de la fachada, que muestra la entrada principal de la iglesia. Imagen: Sara Lardinois.

**FIGURA 4.9**

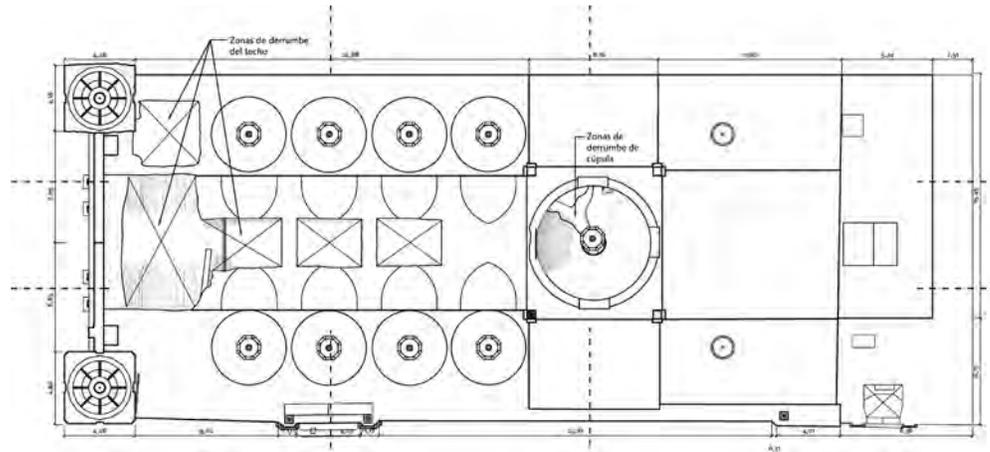
Muro de la Epístola hacia jirón Libertad, 2007. Imagen: Philippe Garnier.



**FIGURA 4.10**  
Vista de la nave en dirección al coro, sotacoro y la mampara del sotacoro.  
Imagen: Sara Lardinois.



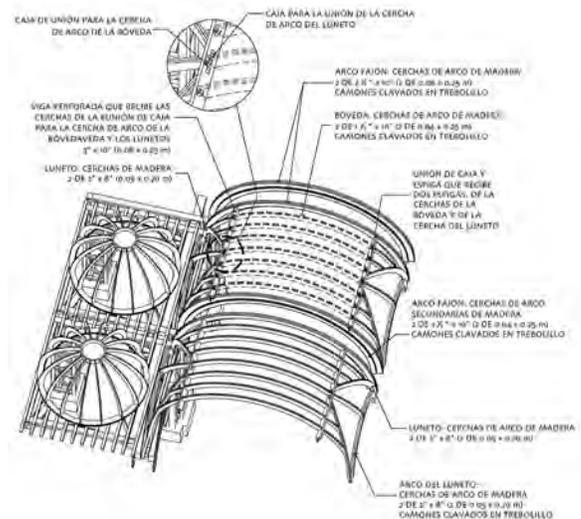
**FIGURA 4.11**  
Vista de los pilares entre la nave principal y las naves laterales, 2007.  
Imagen: Philippe Garnier.



**FIGURA 4.12**  
Planta de cubiertas.  
Dibujo base preparado por Mirna Soto, editado por el GCI.



**FIGURA 4.13**  
Vista de los cupulines sobre la nave del Evangelio, al fondo la cúpula principal dañada, 2007.  
Imagen: ex-Instituto Nacional de Cultura del Perú.



**FIGURA 4.14**  
Detalle que muestra la construcción de la bóveda de cañón, los lunetos y los cupulines de la nave lateral.  
Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

**FIGURA 4.15 (IZQUIERDA)**

Vista de la cúpula principal sobre el crucero de la nave y el transepto, con pechinas decoradas, 2007.  
Imagen: ex-Instituto Nacional de Cultura del Perú.

**FIGURA 4.16 (DERECHA)**

Vista del cupulín nervado sobre la nave lateral.  
Imagen: Sara Lardiniós.



nervaduras, que se une hacia al norte y el sur con las extensiones de las naves laterales de cubierta plana.

Una mampara de ingreso de madera decorada con incrustaciones de cristal y puerta de dos hojas separa el sotacoro de la nave.

La estructura de la cubierta consiste en una serie de bóvedas de cañón y cupulines con secciones de cubiertas planas entre ellos (Figs. 4.12, 4.13). Tanto la nave como el transepto y el presbiterio están cubiertos por bóvedas de cañón, siendo la bóveda de cañón sobre el transepto perpendicular a la bóveda de la nave central y las del presbiterio. A cada lado de la nave central, cinco bóvedas secundarias perpendiculares o lunetos, que corresponden a la ubicación de las ventanas en la parte superior del muro de los pilares, intersectan la bóveda de cañón principal (Fig. 4.14). El crucero, entre la nave central y el transepto, está cubierto por una gran cúpula nervada coronada por una linterna sostenida por un armazón de madera que se apoya sobre los pilares (Fig. 4.15) y cubierto hacia el interior por cuatro pechinas decoradas no estructurales. La cubierta de las naves laterales tiene un total de ocho cupulines nervados de una configuración similar a la cúpula central y están coronados con linternas de madera que permiten la entrada de luz a los corredores interiores (Fig. 4.16). Las bóvedas, cúpula y cupulines están construidos en quincha con cerchas de madera cubiertas con caña y revocados en el intradós y extradós.

## 4.4 Geología del suelo y características medioambientales

### 4.4.1 Descripción geológica e historial sísmico

La catedral (latitud 14°3'53" S, longitud 75°43'47" O) está construida sobre arena limosa compactada, con una carga permisible de 1-1.5 kg/cm<sup>2</sup>.<sup>12</sup> Aunque algunos sectores de la ciudad de Ica son proclives a la licuefacción del subsuelo, no es este el caso del área en la que se ubica la catedral.

La iglesia se halla en el nivel 3 de riesgo sísmico, la clasificación más alta de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.<sup>13</sup> Dado que la iglesia se construyó en el siglo XVIII, ésta ha sufrido varios eventos sísmicos a lo largo de su historia, incluyendo el terremoto de Pisco del año 2007 (Mw 8.0), con epicentro a unos 65 km al noroeste; el terremoto del año 1942, con epicentro frente a las costa central del Perú (Mw 8.2); el terremoto de Arica, en el año 1868 (Mw 9.0); y el ya mencionado terremoto del año 1813, que destruyó la fachada original de la iglesia.<sup>14</sup>

#### 4.4.2 Clima y características medioambientales

Ica tiene un clima desértico cálido y seco; mientras la humedad es alta a lo largo de la costa, ésta disminuye tierra adentro. Ica se ubica a unos 55 km de la costa peruana sobre el Océano Pacífico, sus temperaturas medias varían entre 32° C en verano y 17° C en invierno. La catedral se ubica en una zona de inundaciones moderadas; según Mitma y Alva (1998) el índice de inundaciones en 100 años habrá de generar flujos de 600 m<sup>3</sup>/s. La inundación más reciente de esta magnitud ocurrió en Ica en el año 1998 y generó daños en la ciudad. Se calcula que el índice de inundaciones a 5 años habrá de arrojar un flujo de 250 m<sup>3</sup>/s.

### 4.5 Descripción estructural

Las secciones a continuación describen los diferentes materiales, elementos y sistemas constructivos que componen la estructura de la Catedral de Ica (Fig. 4.17). En la sección 4.6, que sigue a la descripción estructural, se describen en mayor detalle las condiciones actuales de la edificación, así como las irregularidades, modificaciones, daños y grado de deterioro observados durante el estudio constructivo de la misma.

#### 4.5.1 Sectores de estudio

Con el fin de llevar a cabo la inspección para el estudio constructivo, la iglesia se dividió en seis sectores (Fig. 4.18) definidos en base a sus diferencias en configuración de planta, altura y detalles constructivos. Los sectores son los siguientes:

- **Sectores A-1 y A-2:** El extremo este de la catedral, incluyendo los espacios de los retablos K y L, el sotacoro (A-1) y el coro sobre este (A-2).
- **Sector B:** La nave del lado del Evangelio, adyacente al antiguo colegio jesuita.
- **Sector C:** La nave central entre las naves laterales.
- **Sector D:** La nave del lado de la Epístola, adyacente al jirón Libertad.
- **Sector E:** El transepto y la cúpula, incluyendo el área de los retablos C y D.
- **Sector F:** El presbiterio, incluyendo el área de los retablos A y B, en el lado oeste de la catedral.

#### 4.5.2 Cimientos y sobrecimientos

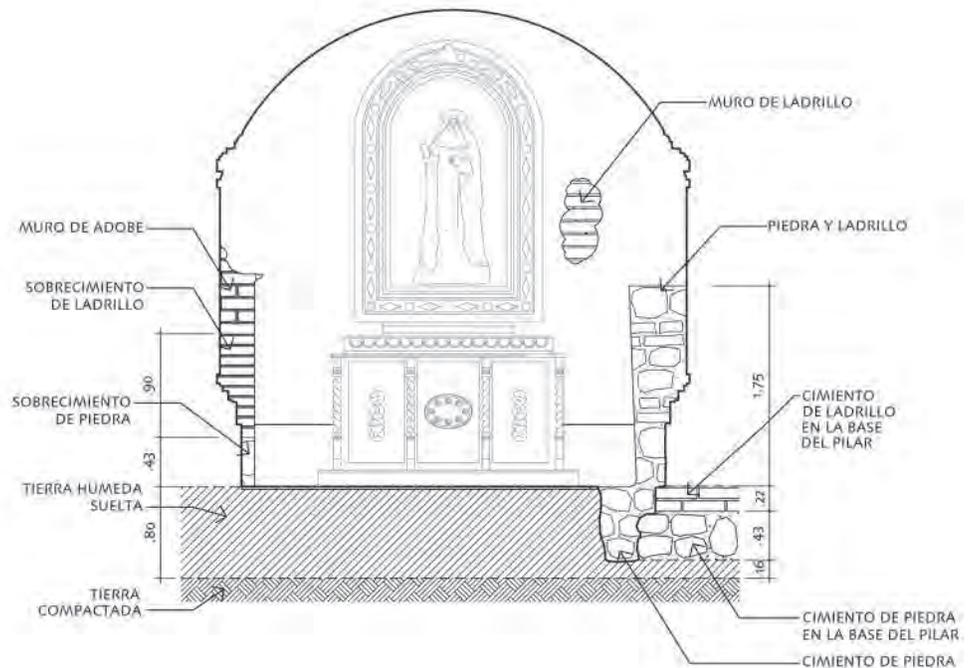
La Catedral de Ica está construida sobre una cimentación de mampostería de piedra con sobrecimientos construidos casi en su totalidad con ladrillo cocido, habiéndose encontrando lugares donde se utiliza mampostería de piedra irregular; asentados, en todos los casos, con mortero de cal y arena. La configuración y las dimensiones de los cimientos y sobrecimientos varían de acuerdo a su ubicación.

La fachada principal, en el lado este de la iglesia, está construida con mampostería de ladrillo cocido y mortero de cal. La cala de prospección IS-1 realizada al interior de la iglesia, en la base del campanario del lado del Evangelio, reveló que la base del pilar adosado es de ladrillo cocido y se extiende hasta unos 0.30 m por debajo del nivel de piso terminado; bajo ella, hay una cimentación de mampostería de piedra irregular de 1.0 m de profundidad que se proyecta unos 150 mm más allá del plano vertical del paramento de ladrillo cocido del sobrecimiento.



**FIGURA 4.19**

Cala IW-2 y IS-1 que muestra la cimentación del muro adyacente al campanario del lado de la Epístola. Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



El muro de adobe del lado de la Epístola tiene un sobrecimiento de 0.90 m de alto hecho de mampostería de ladrillo cocido asentado sobre un paramento de mampostería de piedra irregular de 0.40 m de altura (cala IW-2) como cimentación subyacente (Fig. 4.19). Sin embargo, no se ha realizado otra cala en ningún otro punto de este muro que pudiese confirmar la profundidad de toda la cimentación. El muro de adobe y el sobrecimiento tienen el mismo ancho; aunque, en el muro de la Epístola el sobrecimiento varía en altura y composición en dirección al este, a medida que se acerca a la base de ladrillo cocido del campanario del lado de la Epístola. En esta zona el sobrecimiento está hecho de piedra encadenada a las hiladas de ladrillo cocido hasta una altura de 1.75 m sobre el nivel de piso terminado; encima, las hiladas de ladrillo cocido continúan hasta alcanzar 3.0 m sobre el nivel de piso terminado, aproximadamente la altura del nivel del cielo raso de la nave de la Epístola. Según la Arquitecta Mirna Soto, responsable de llevar a cabo las calas, esta técnica de transición también está presente en una iglesia que se encuentra a dos manzanas de la catedral y que data del mismo período.

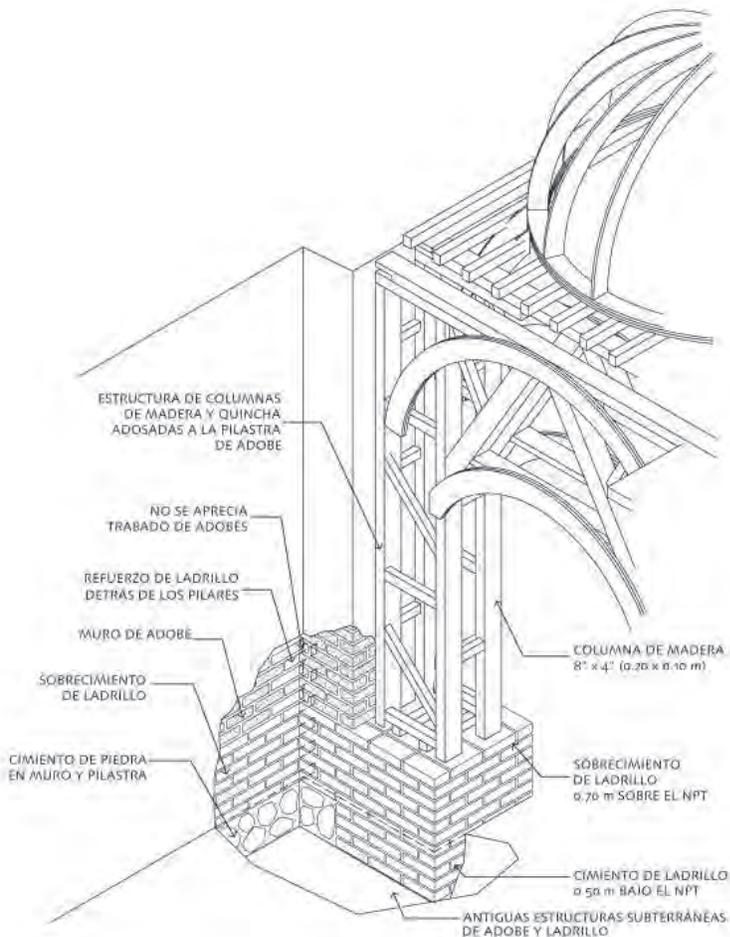
El muro de adobe del lado del Evangelio tiene un sobrecimiento de 0.60 m de alto hecho de mampostería de ladrillo cocido asentado sobre una cimentación de mampostería de piedra irregular de 0.48 m de profundidad (cala IS-2) desde el nivel de piso terminado, debajo de los cuales se hallan restos de catacumbas abovedadas de ladrillo cocido. El cimiento y sobrecimiento tienen el mismo ancho del muro de adobe que sostienen.

Los pilares interiores, de armazón de madera, tienen una cimentación de ladrillo cocido que se extiende 0.50 m por debajo y 0.70 m por encima del nivel de piso terminado, constituyendo la base del pilar. Los pilares adosados o pilastras que hay a lo largo de los muros laterales son inmediatamente adyacentes a los contrafuertes de adobe, con sobrecimientos de ladrillo cocido y cimentación de piedra de características similares a la de los demás muros de adobe. Es importante señalar que los adobes de los contrafuertes no están trabados con los ladrillos del sobrecimiento que corre a lo largo del muro del Evangelio.

**FIGURA 4.20**

Cala IS-2 y IW-6 que muestran el refuerzo de ladrillo cocido detrás de las pilastras de adobe del muro del Evangelio.

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



### 4.5.3 Muros

Los muros portantes exteriores están levantados con mampostería de adobe y ladrillo cocido, generalmente revestidos con un revoque de barro y enlucido pintado. Al exterior, el zócalo del muro que corre a lo largo del jirón Libertad tiene un revoque de cemento.

#### 4.5.3.1 Muros portantes de mampostería de ladrillo cocido

La fachada principal tiene 21 m de largo y está construida con mampostería de ladrillo cocido asentado con mortero de cal. En los niveles más bajos su espesor promedio es de unos 2.25 m con una relación de esbeltez de 2.4,<sup>15</sup> y es por esto que la fachada principal se considera estable con poca probabilidad de volteo. Las vigas del piso del coro se empotran 100 mm a la parte superior del muro bajo de ladrillo. En la parte alta de la fachada, al nivel del frontón, el muro es significativamente más delgado (aproximadamente 60 cm de espesor) y por lo tanto tiene una mayor esbeltez. No hay una unión efectiva entre el frontón y la parte inferior del muro. Es por ello que la alta relación de esbeltez y la carencia de una conexión adecuada hacen que el frontón sea más susceptible al volteo lateral. Las torres de los campanarios se ubican en ambos extremos del muro de la fachada principal y están constituidos por un armazón de madera sobre una base de mampostería de ladrillo (ver sección 4.5.5 para una descripción más detallada de los campanarios). Se especuló sobre la existencia de espacios vacíos al interior de las bases de ladrillo de los campanarios, donde podría haber escaleras o depósitos; pero durante el estudio constructivo, no se pudo verificar la existencia de los mismos.

#### 4.5.3.2 Muros portantes de mampostería de adobe

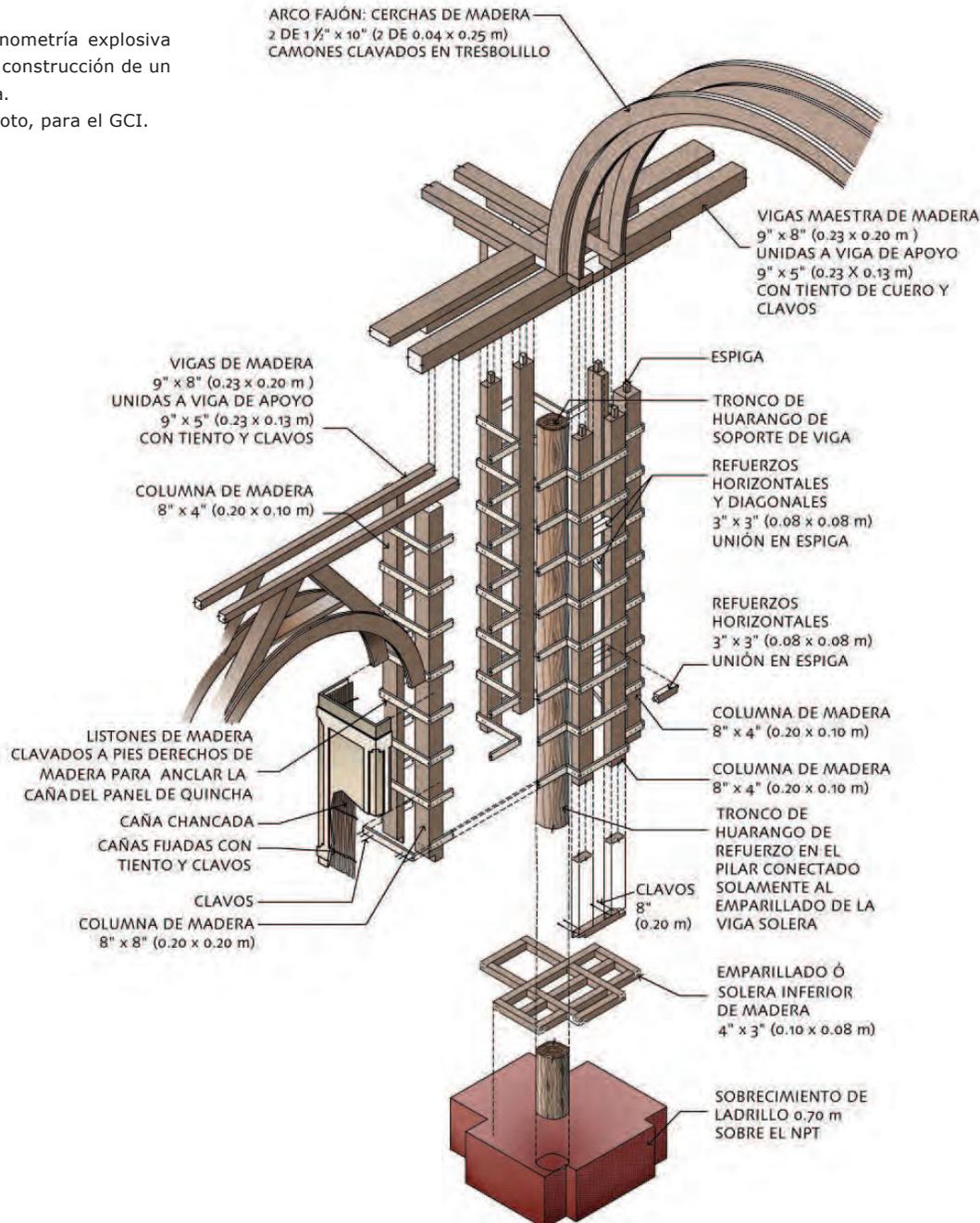
Los muros laterales están contruidos con mampostería de adobe asentado con mortero de barro. A lo largo de ambos muros se encuentran una serie de contrafuertes de adobe que están alineados a cada una de las pilastras de armazón de madera de las naves laterales que llenan el espacio que hay entre el muro y las pilastras. En esta área existen refuerzos adicionales hechos de ladrillo cocido dentro del muro de adobe (Fig. 4.20).

Los dos muros laterales, de la Epístola y del Evangelio, tienen una relación de esbeltez de 3.35, lo que permite clasificarlos como muy gruesos. Según Tolles et al. (2002), los muros de adobe con relación de esbeltez inferior a 5 se consideran muy estables en caso de terremoto y con baja probabilidad de volteo lateral.

**FIGURA 4.21**

Cala IW-3, axonometría explosiva que muestra la construcción de un pilar de quincha.

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



#### 4.5.4 Pilares y pilastras

Los pilares de armazón de madera y quincha están separados aproximadamente 5 m a ejes, dividiendo así la nave central de las naves laterales. Los pilares sostienen tanto la bóveda de cañón sobre la nave central como las vigas y viguetas de la cubierta plana y los cupulines de las naves laterales. La cúpula central se apoya en cuatro pilares que se levantan en el crucero de la nave central y el transepto. Los pilares son fundamentalmente estructuras huecas constituidas cada una por ocho postes de madera de secciones de 8" x 8" (203 x 203 mm) y de 4" x 8" (102 x 203 mm). Los postes están conectados por la parte superior mediante espigas a las vigas maestras o soleras de las cerchas de arco, y la parte inferior están clavadas a un emparrillado de elementos de madera de 3" x 4" (76 x 102 mm) de sección embebidos en el sobrecimiento de ladrillo cocido que hacen de solera inferior. Travesaños horizontales y diagonales de refuerzo de 3" x 3" (76 x 76 mm) de sección unen mediante espigas todos los postes que conforman el pilar. En el centro de cada pilar hay un tronco de guarango (*Acacia Macracantha*) de aproximadamente 330 mm de diámetro sobre el que descansa la solera de las cerchas del arco de la nave central; sin embargo, estos dos elementos no están conectados, mientras la parte inferior del tronco está conectada con el emparrillado que hace de solera inferior. Los pilares están envueltos por listones horizontales de madera clavados cada 0.40 m que sirven de bastidor a los paños de caña chancada clavada con tiento de cuero y revestida con barro<sup>16</sup> (Figs. 4.21-4.23).

Las pilastras adosadas a los contrafuertes de adobe a lo largo de los muros de las naves laterales (Fig. 4.24) tienen una configuración similar a los pilares, con la diferencia que carecen del tronco de guarango en el centro y sólo poseen cuatro postes de madera. Los pilares de la nave central se unen mediante una serie de arcos hechos de cerchas de madera que las conectan entre sí en dirección este-oeste y otra serie en dirección norte-sur que los conectan con las pilastras de los muros laterales. También se observan arcos hechos de cerchas de madera en las naves laterales cuando se intersectan con el transepto.



**FIGURA 4.22**  
Vista de un pilar de quincha.  
Imagen: Sara Lardinois.



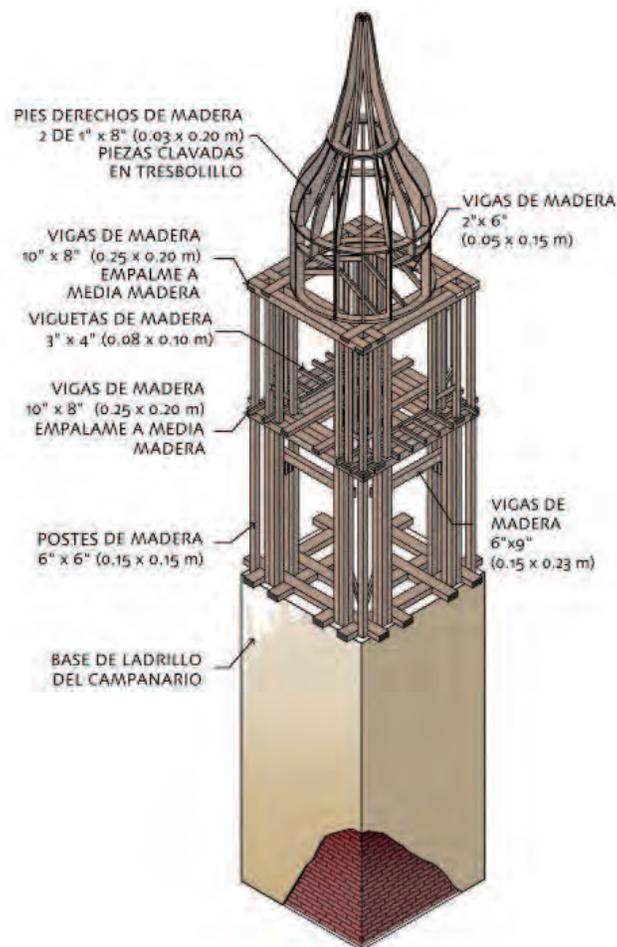
**FIGURA 4.23**  
Vista de la base de ladrillo de un pilar.  
Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 4.24**  
Vista de una pilastra de quincha del muro lateral.  
Imagen: Sara Lardinois.

#### 4.5.5 Campanarios

La fachada principal presenta dos campanarios, ambos con unas dimensiones en planta de 3.80 x 3.80 m aproximadamente. Su construcción consiste en un armazón de madera asentado sobre una base de mampostería de ladrillo cocido. El cuerpo de madera del campanario incluyendo la cúpula tiene aproximadamente 14 m de altura. El armazón de los campanarios está formado por postes de madera de 6" x 6" (150 x 150 mm) de sección reforzados con riostras de madera conectados a un emparrillado que hace de solera embebida en la base de ladrillo cocido, similares en construcción a las bases de los pilares y pilastras al interior de la iglesia. Dentro del campanario un entrepiso de madera crea un nivel intermedio. La cubierta de la torre se inicia con vigas de madera de 8" x 10" (200 x 250 mm) de sección empalmadas a media madera que sostienen el cupulín de cerchas de madera que la corona. Originalmente los campanarios estuvieron envueltos con listones y cañas revestidas con yeso; sin embargo, este acabado se reemplazó con un revoque de cemento aplicado sobre una base de malla metálica (Fig. 4.25).



**FIGURA 4.25**

Axonometría de la estructura del campanario.

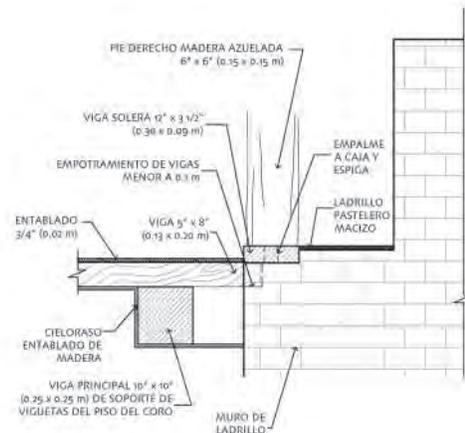
Ilustración: Jabdiel Zapata, para el GCI.

**FIGURAS 4.26 (DERECHA) Y 4.27 (IZQUIERDA)**

Cala IC-7 que muestra el empotramiento de las viguetas del entrepiso del coro dentro del muro de mampostería de ladrillo cocido de la fachada principal.

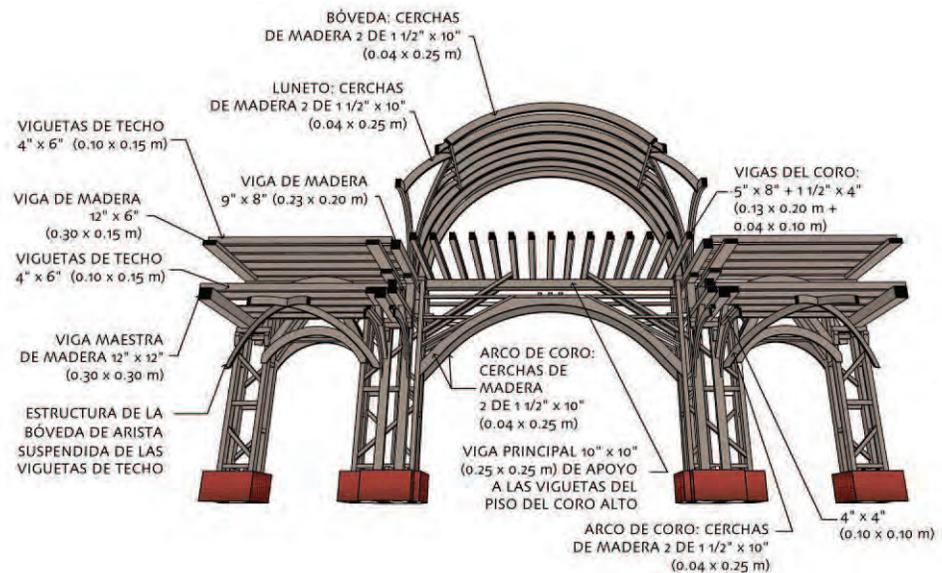
Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

Imagen: Claudia Cancino.

**FIGURA 4.28**

Corte en perspectiva que muestra la estructura del entrepiso del coro y la armadura de cubiertas de las naves laterales.

Ilustración: Jabdiel Zapata, para el GCI.

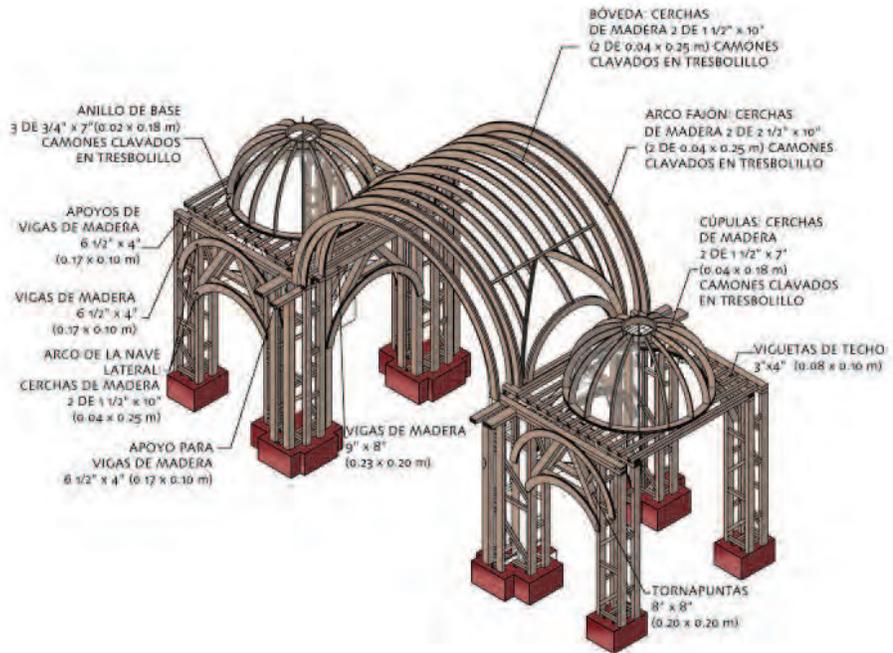


#### 4.5.6 Pisos y entrepisos

El coro, ubicado en la primera crujía al oeste del muro de la fachada principal, se extiende a todo lo ancho de la nave central y tiene un entrepiso de madera que corresponde a la parte superior de la cubierta de las naves laterales (ver sección 4.5.7) (Fig. 4.28). Este entrepiso está constituido por tabloncillos de madera de  $\frac{3}{4}$ " (19 mm) de espesor apoyados sobre vigas de madera de 5" x 8" (130 x 200 mm) de sección con los extremos embebidos hasta 100 mm en el muro de ladrillo adyacente a la fachada principal (Figs. 4.26, 4.27). Las viguetas se apoyan sobre vigas de madera de 10" x 10" (250 x 250 mm) de sección apoyadas a los pilares y las pilastras de quincha. En el lado oeste del piso, bajo la viga de 10" x 10" (250 x 250 mm) de sección, hay dos cerchas de madera de 1½" x 10" (40 x 250 mm) de sección con un tornapuntas en la enjuta del arco. Este lado oeste del coro está abierto hacia la nave principal con una balaustrada decorativa de madera montada en el borde del piso.

### 4.5.7 Cubierta

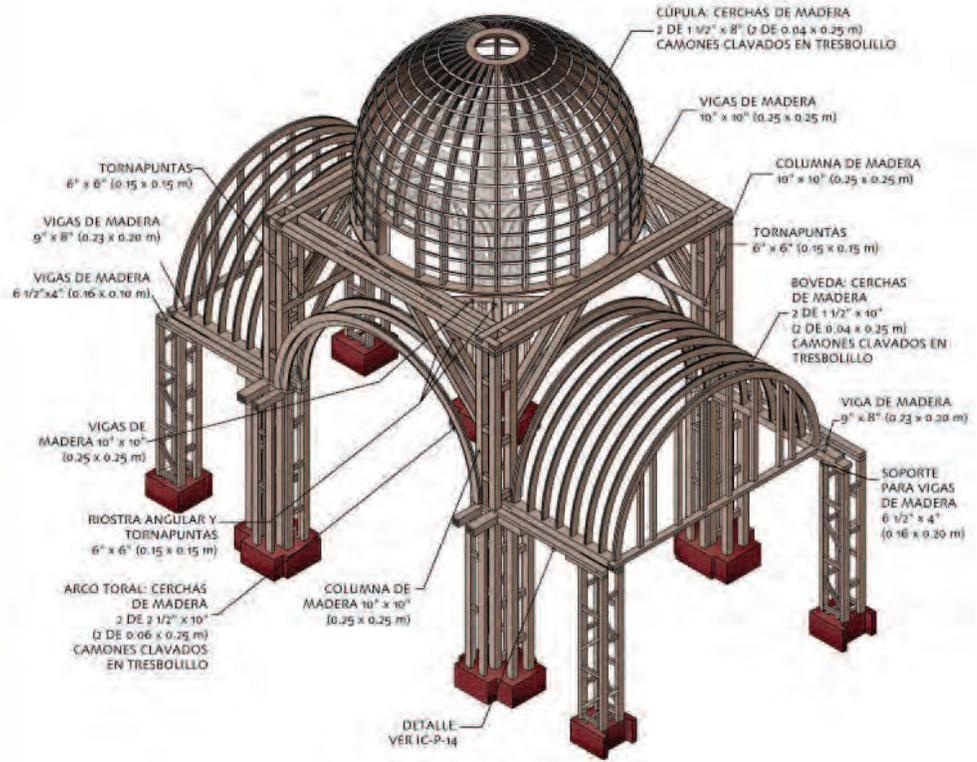
El sistema de la cubierta consiste en una serie de bóvedas de cañón de quincha que cubren la nave central, transepto y presbiterio. Se observan cupulines de quincha sobre las naves laterales y una gran cúpula de quincha sobre el crucero de la nave central y el transepto. A cada lado de la nave central hay cinco bóvedas secundarias perpendiculares o lunetos de quincha, que corresponden a la ubicación de las ventanas en la parte alta del muro de los pilares, que se intersectan con la bóveda de cañón principal (Fig. 4.29, 4.30).



**FIGURA 4.29**

Axonometría de la armadura de cubierta en la nave central y las laterales.

Ilustración: Jabdiel Zapata, para el GCI.

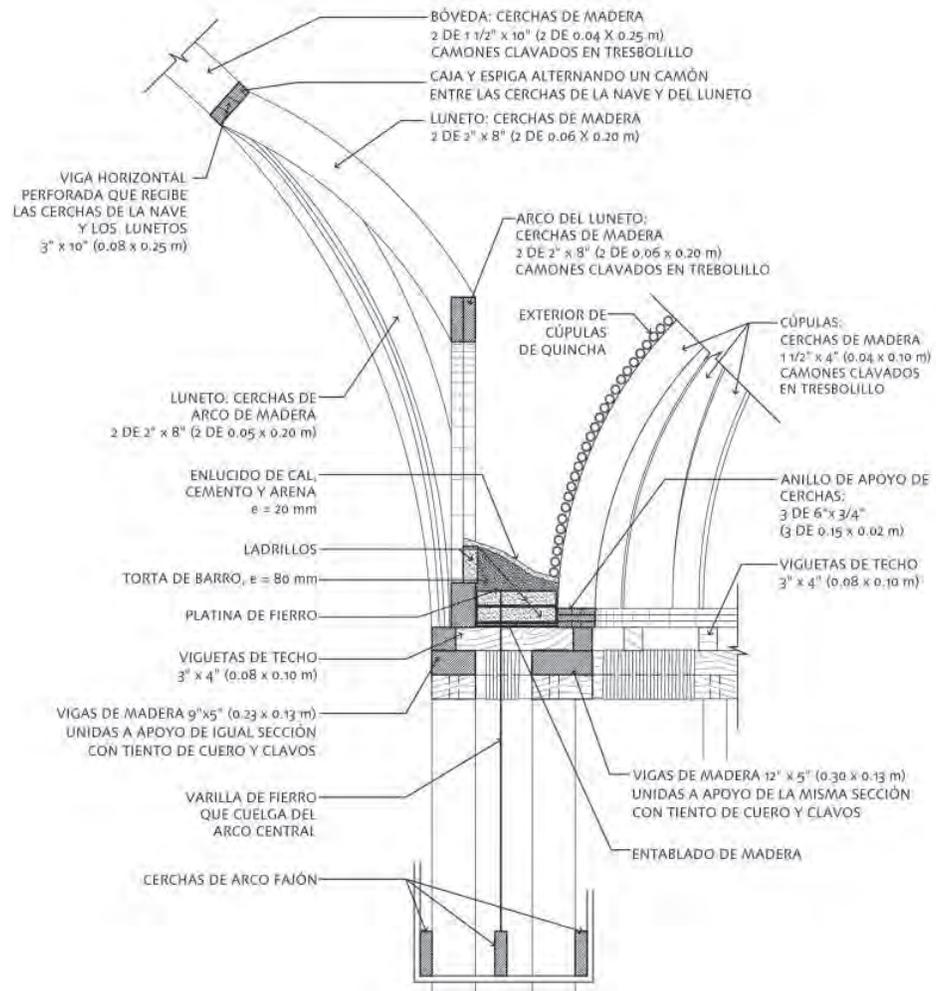


**FIGURA 4.30**

Dibujo axonómico que ilustra la armadura de cubierta en el crucero y el transepto.

Ilustración: Jabdiel Zapata, para el GCI.

En la nave central, el transepto y el presbiterio, las bóvedas de cañón están constituidas por una serie de cerchas principales y secundarias de madera. Los arcos fajones que abarcan el ancho de los pilares están conformados por dos arcos principales alineados a cada lado de los pilares (este y oeste) con otros arcos adicionales de menor radio, que completan el arco fajón por debajo; cada arco consta de cerchas dobles de madera, siendo los principales de 2½" x 10" (60 x 250 mm) de sección. Entre los arcos fajones se encuentran los arcos secundarios y los que forman los lunetos, descansando todos sobre las vigas soleras de madera de secciones de 8" x 9" (200 x 230 mm) y 5" x 9" (130 x 230 mm) unidas con clavos y tiento de cuero y conectadas a caja y espiga a los postes de los pilares donde se apoyan. Los arcos secundarios consisten en una cercha doble de madera de 1½" x 10" (40 x 250 mm) de sección espaciadas aproximadamente cada 0.60 m. Los lunetos están formados por una cercha doble de madera de 2" x 8" (50 x 200 mm) de sección, conectada en el vértice superior, a los arcos secundarios con una viga de madera de 3" x 10" (80 x 250 mm) de sección que presenta múltiples cajas para recibir las espigas de los camones de las cerchas de los arcos secundarios y de los lunetos; y se extiende en ambas direcciones hasta encontrarse con los arcos principales del arco fajón. Todas las cerchas de los arcos primarios, secundarios y los arcos de las lunetos, están compuestas por camones unidos por traslapes y por clavos de hierro en tresbolillo (Fig. 4.31).



**FIGURA 4.31**

Cala IC-2, detalle de corte típico de la bóveda de la nave central, lunetos y cupulines de la nave lateral.

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 4.32 (ARRIBA IZQUIERDA)**

Vista del revoque y de la caña chancada en el intradós de la bóveda.

Imagen: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 4.33 (ARRIBA DERECHA)**

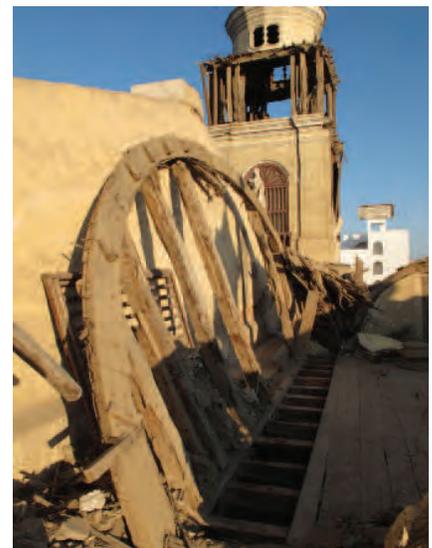
Vista del revoque y de la caña brava (rolliza) en el extradós de la bóveda.

Imagen: Mirna Soto, para el GCI.

El intradós de la bóveda está recubierto con caña chancada sujeta con tiento de cuero clavado a las cerchas de madera y revestimiento de yeso (Figs. 4.32). El extradós está recubierto con caña brava sujeta con clavos y acabado a base de capas de barro (Figs. 4.33).<sup>17</sup> Toda la superficie exterior de la bóveda y la del resto de la cubierta estuvo en algún momento recubierta por una capa adicional de arena, cal y cemento, lo que añadió peso a la estructura.

En el extremo este de la bóveda, bajo el último arco fajón sobre el coro, un panel semicircular de madera hace de cerramiento (Fig. 4.34). El panel está constituido por ocho montantes de madera que se conectan a caja y espiga con las cerchas de madera en la parte superior; y a la única solera que descansa sobre las viguetas del piso del coro en la parte inferior. El panel, paralelo a la fachada está separado 1.5 m del frontón. Este espacio permite el acceso desde la escalera del campanario del Evangelio al otro campanario. La armadura de la bóveda central se apoya en el extremo oeste sobre la parte superior del muro de adobe que separa al presbiterio de la sacristía. Los extremos de la armadura de la bóveda del transepto descansan sobre los muros laterales de adobe.

La cúpula central nervada se eleva 2.0 m por encima de la parte superior de las bóvedas de cañón adyacentes y está coronada por una linterna de madera. La cúpula está constituida por cerchas dobles de madera de 1½" x 8" (40 x 200 mm) de sección compuestas de camones y contracamones traslapados y clavados en

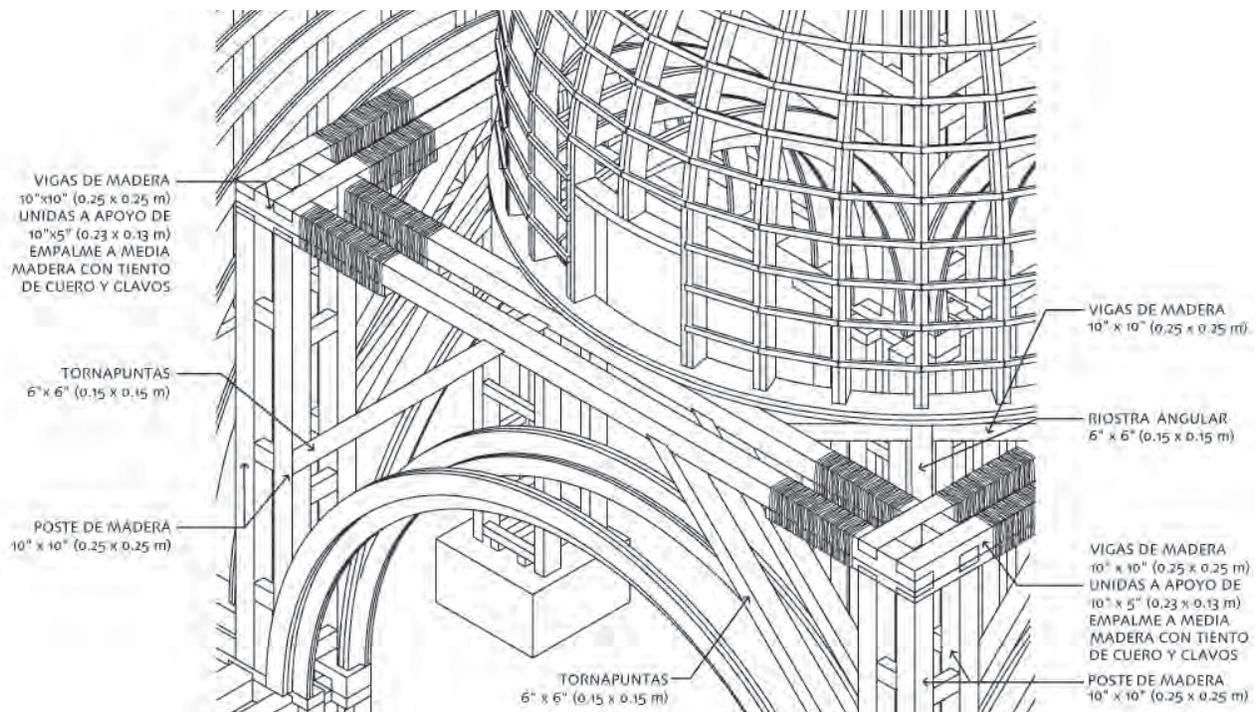


**FIGURA 4.34**

Vista del panel semicircular que alguna vez constituyó el remate de la bóveda de cañón sobre el coro y colapsó en el terremoto del año 2007.

Imagen: Sara Lardinois.

tresbolillo que están conectados con correas horizontales de madera que van formando anillos paralelos a la base de la cúpula. Las cerchas están empalmadas a caja y espiga a un doble anillo de base de madera que se apoya sobre una armadura cuadrada, hecha con vigas pareadas de 10" x 10" (250 x 250 mm) de sección empalmadas en sus esquinas a media madera, clavada y amarrada con tiento de cuero, y reforzada en los vértices con tornapuntas de madera de 6" x 6" (150 x 150 mm) de sección. Esta gran armadura se apoya sobre los postes de madera de 10" x 10" (250 x 250 mm) de sección que conforman los pilares del crucero de la catedral, uniéndose a ellos mediante tiento de cuero (Fig. 4.35). En el interior, la armadura está oculta por pechinas sin función estructural. De manera similar a las bóvedas de cañón, el intradós de la cúpula está recubierto con caña chancada tendida perpendicularmente a las cerchas de madera, unida con tiento de cuero clavado y revestida de yeso. El extradós de la cúpula está recubierto con caña brava unida a la armadura de madera y con un revestimiento de barro como acabado (Fig. 4.36).



**FIGURA 4.35**

Cala IC-5 que muestra la estructura que sostiene la base de la cúpula principal.

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



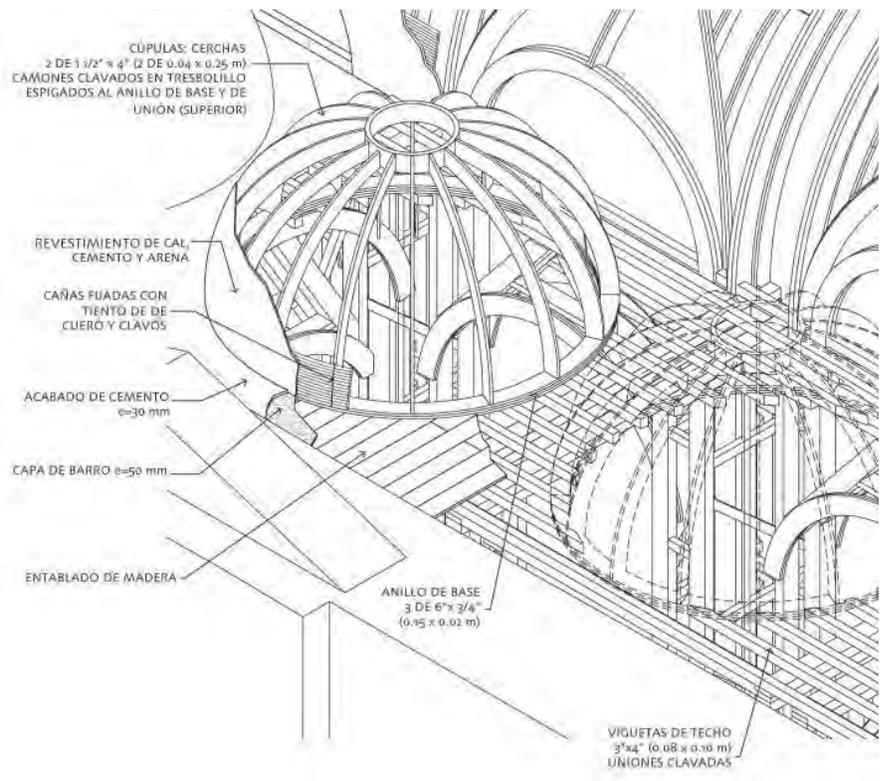
**FIGURA 4.36**

Vista exterior de la cúpula principal que muestra la caña brava y la cubierta exterior.

Imagen: Amila Ferron.

Las naves de la Epístola y del Evangelio están cubiertas con ocho cupulines de nervadura que tienen una configuración similar a la de la cúpula central, pero con elementos estructurales más pequeños. Los cupulines están contruidos con cerchas de madera de 1½" x 4" (40 x 100 mm) de sección, unidas a un anillo de base apoyado sobre viguetas de madera. El extradós y el intradós de los cupulines comparten las mismas características que los de la cúpula central (Figs. 4.37, 4.38).

En la crujía del extremo este, en el área del sotacoro, las naves laterales presentan una bóveda de arista en el cielo raso cuya naturaleza es puramente arquitectónica y no cumple ninguna función estructural. Las bóvedas de arista están confinadas por arcos y están compuestas por cuatro cerchas diagonales de madera que se intersectan entre sí cubiertas con caña brava unida con tiento de cuero clavado y un revoque de barro y yeso pintado. Sobre las bóvedas de arista de madera se encuentra la armadura de la cubierta plana, que consiste en vigas maestras de madera de 12" x 12" (300 x 300 mm) de sección donde se apoya un primer nivel de viguetas de madera de 4" x 6" (100 x 150 mm) de sección. Sobre ellas, medio metro más arriba al nivel del piso del coro (ver sección 4.5.6), corre un segundo nivel de vigas y viguetas de madera de secciones de 6" x 12" (150 x 300 mm) y 4" x 6" (100 x 150 mm) que soportan la cubierta plana (Fig. 4.39).



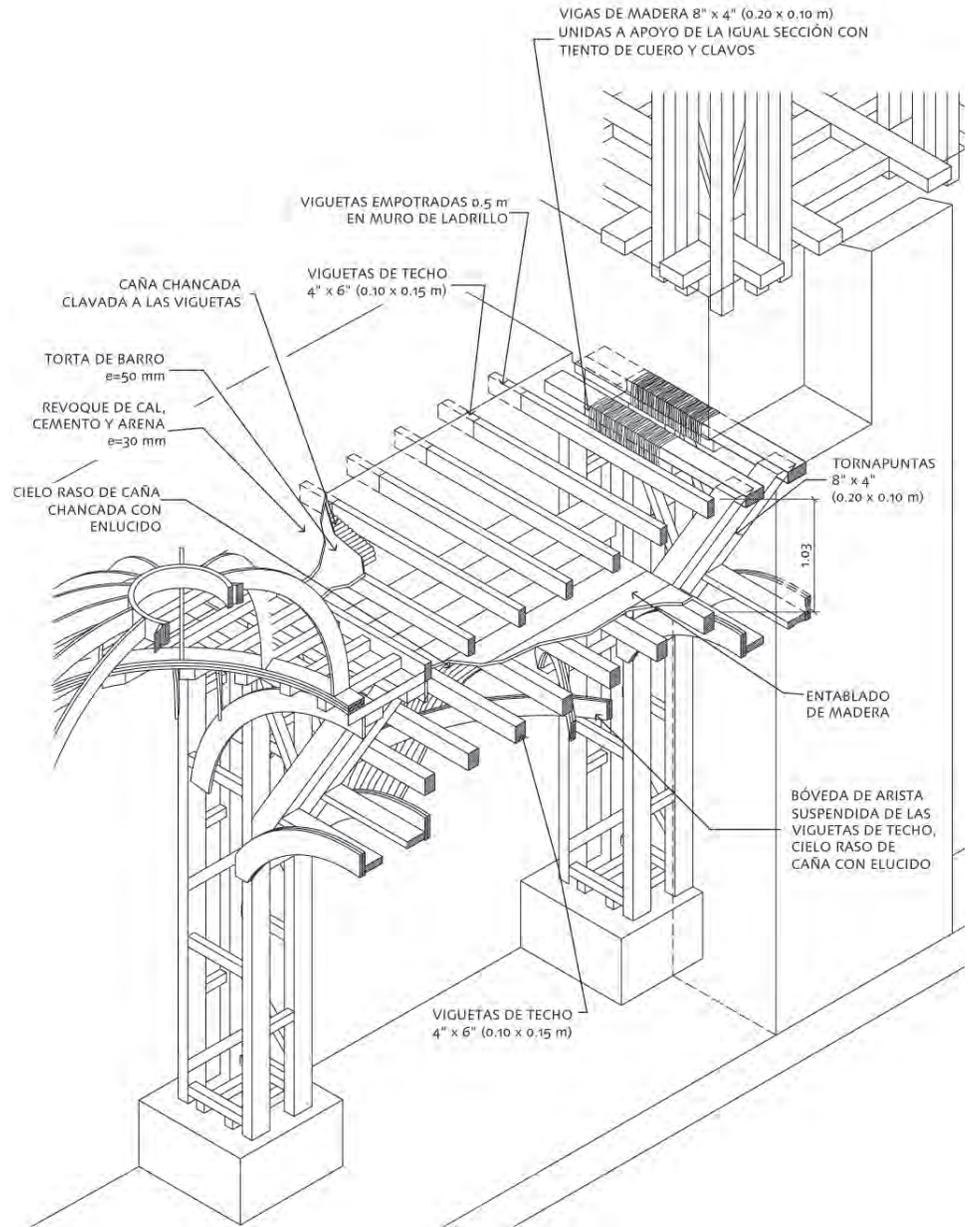
#### 4.37 Y 4.38

Cala IC-9 que muestra la construcción de los cupulines de nervadura sobre las naves laterales. Imagen: Sara Lardinois. Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

FIGURA 4.39

Cala IC-10 que muestra la configuración de la primera crujía de la nave del Evangelio, junto al campanario.

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



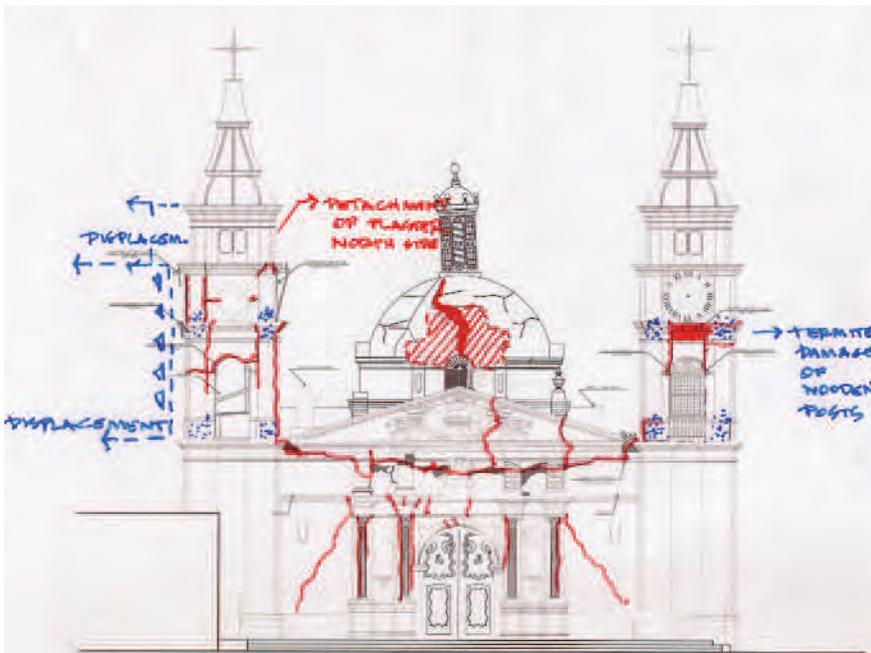
## 4.6 Irregularidades, modificaciones, daños y deterioro

Las secciones a continuación describen las condiciones actuales de los diferentes materiales, elementos y sistemas estructurales que componen la Catedral de Ica, así como las irregularidades, modificaciones, daños y deterioros observados durante la inspección para el estudio constructivo.

Muchos de los daños derivados del terremoto del año 2007 involucran varios de los distintos elementos y sistemas estructurales, y son específicos a sectores particulares de la edificación. Por este motivo, esta sección del informe describe las condiciones y los daños por sector y no por elemento o sistema.

### 4.6.1 Sector A-1: Fachada principal y campanarios

- Las condiciones de la fachada principal van de aceptables a malas. Hay grietas horizontales entre el cuerpo bajo de la fachada y el frontón. También se observaron grietas diagonales entre la cornisa superior y la base de los campanarios, las cuales sugieren que hubo golpeteo de los campanarios durante el terremoto (Fig. 4.40).
- Las porciones de madera de los campanarios están en malas condiciones y amenazan la integridad del sistema de la cubierta en el lado oeste. Entre los daños observados están la falla de algunas conexiones, desplazamiento de elementos de madera de la torre del campanario del lado del Evangelio y pérdida del revoque. Por consiguiente, los postes de madera han quedado expuestos mostrando señales de serios daños ocasionados por insectos xilófagos (Fig. 4.41).



**FIGURA 4.40**

Fachada principal, registro gráfico de condiciones, con indicación de grietas y áreas con pérdida de revoque en rojo, y desplazamientos y daños por xilófagos en azul (en inglés). Dibujo: Claudia Cancino.

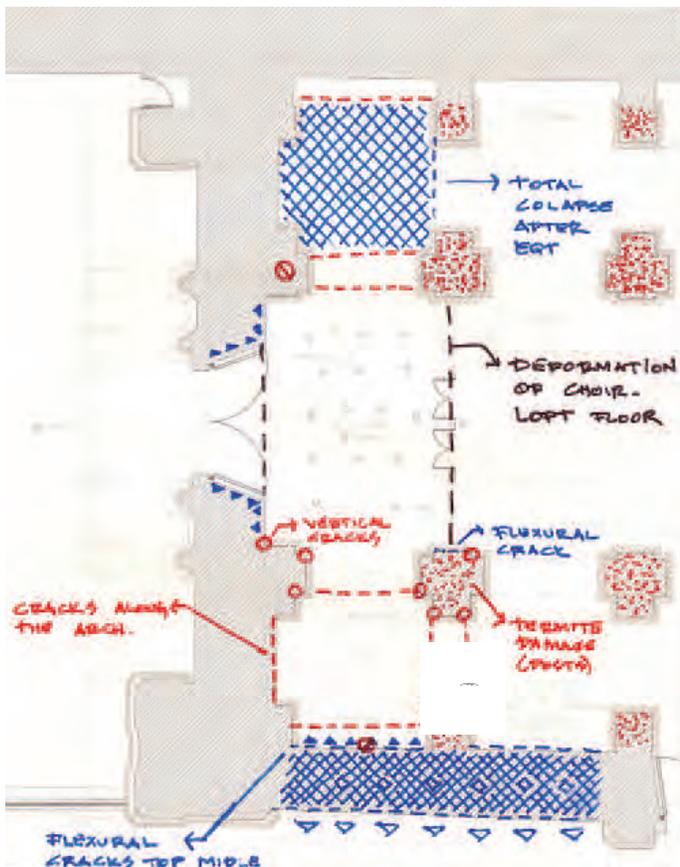


**FIGURA 4.41**

Pérdida de revoque en el campanario del lado del Evangelio. Imagen: Sara Lardinois.

#### 4.6.2 Sectores A-I y A-2: Sotacoro y coro (Fig. 4.42)

- Grietas horizontales y verticales a lo largo del perímetro de todos los arcos y pilares del muro de la Epístola y en la capilla del retablo L (Santa Rosa de Lima).
- Pérdida de conexión entre la bóveda de arista y el muro de la Epístola en la esquina noreste.
- Deformación del entrepiso del coro y de la mampara del sotacoro, en el nivel inferior.
- Grietas verticales en los pilares que separan el sotacoro de la nave y desconexión estructural entre los pilares y la mampara del sotacoro.
- Colapso total del cielo raso de la bóveda de arista y de la armadura de la cubierta plana que está encima de la capilla del retablo K (esquina sureste), ocurrido después del terremoto del año 2007, en algún momento entre los meses de noviembre del año 2007 y mayo del año 2009 (Figs. 4.43, 4.44).
- Colapso de la bóveda de cañón que originalmente cubría el coro.



**FIGURA 4.42**

Sotacoro: Registro gráfico de condiciones (en inglés).  
Dibujo: Claudia Cancino.



**FIGURA 4.43 (ARRIBA)**

Vista del sotacoro hacia el sur que muestra intacto el cielo raso de bóveda de arista sobre el retablo K, 2007.

Imagen: ex-Instituto Nacional de Cultura del Perú.

**FIGURA 4.44 (ABAJO)**

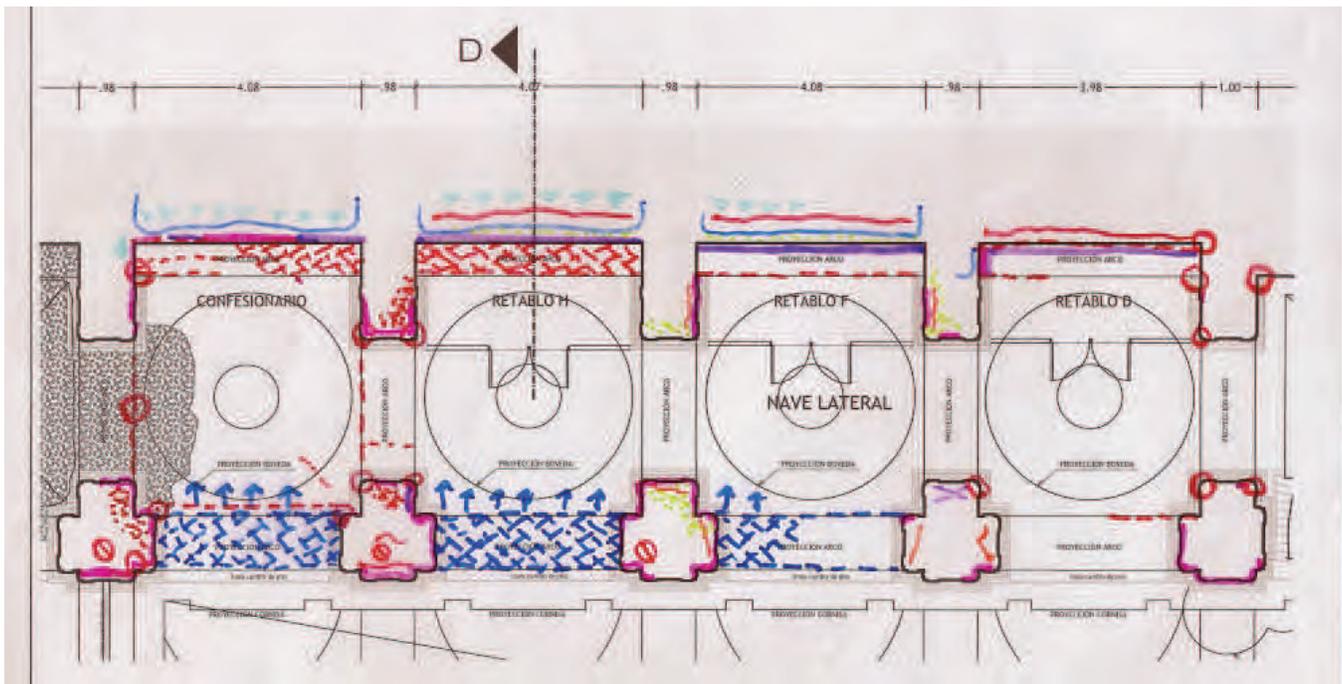
Vista del cielo raso sobre el retablo K, después de su colapso, 2010. Imagen: Sara Lardinois.

### 4.6.3 Sector B: Nave del lado del Evangelio, adyacente al antiguo colegio jesuita (Fig. 4.45)

- Humedad en el suelo y en los restos de las catacumbas de ladrillo cocido que están bajo el piso de la iglesia (según se observó en la cala IS-2). Esta humedad podría ser el resultado de un drenaje inadecuado del claustro colindante del antiguo colegio jesuita. Esto podría haber provocado el desprendimiento del revoque y la desintegración de la mampostería de ladrillo cocido del muro y del sobrecimiento, que se observa en la parte inferior del extremo este del muro del Evangelio. Esta humedad también parece haber provocado la desagregación del mortero de la cimentación de piedra, aunque no al grado de desprender las piedras que lo componen.
- Los ladrillos de las bases de los pilares no están trabados con el sobrecimiento de ladrillo que corre a lo largo de los muros laterales. Se piensa que la falta de trabazón explica el origen de las grietas verticales que se observan entre las pilastras y los muros laterales.
- Desplazamiento fuera de plano de los arcos entre la nave central y la del Evangelio.
- Colapso parcial de los arcos unidos al muro de adobe del lado del Evangelio, en el ambiente del confesionario y la capilla del retablo I (Figs. 4.46-4.48).
- Grietas horizontales a lo largo del muro de adobe del lado del Evangelio.
- Desplazamiento menor fuera de plano del muro de los pilares hacia el lado del Evangelio.
- Desconexión estructural entre los pilares y sus bases, y entre los pilares y los arcos que los unen.
- Agrietamiento vertical en el pilar oeste de la capilla del retablo E de la nave del Evangelio.

**FIGURA 4.45**

Sector B: Registro gráfico de condiciones de la nave del Evangelio. Las áreas achuradas y las flechas muestran el desplazamiento fuera de plano de los arcos ocurrido entre la nave principal y la del Evangelio. Las flechas en azul celeste, muestran las áreas con daños por humedad. Las líneas en rojo muestran las áreas con grietas horizontales y los círculos rojos muestran las áreas con grietas verticales. Dibujo: Claudia Cancino.



**FIGURA 4.46 (IZQUIERDA)**

Sector B: Agrietamiento y colapso parcial de los arcos en la parte superior del muro, ambiente del confesionario, 2007.

Imagen: Philippe Garnier.



**FIGURA 4.47 (DERECHA)**

Sector B: Agrietamiento y colapso parcial en los arcos de la parte superior del muro, capilla del retablo I, 2007.

Imagen: Philippe Garnier.



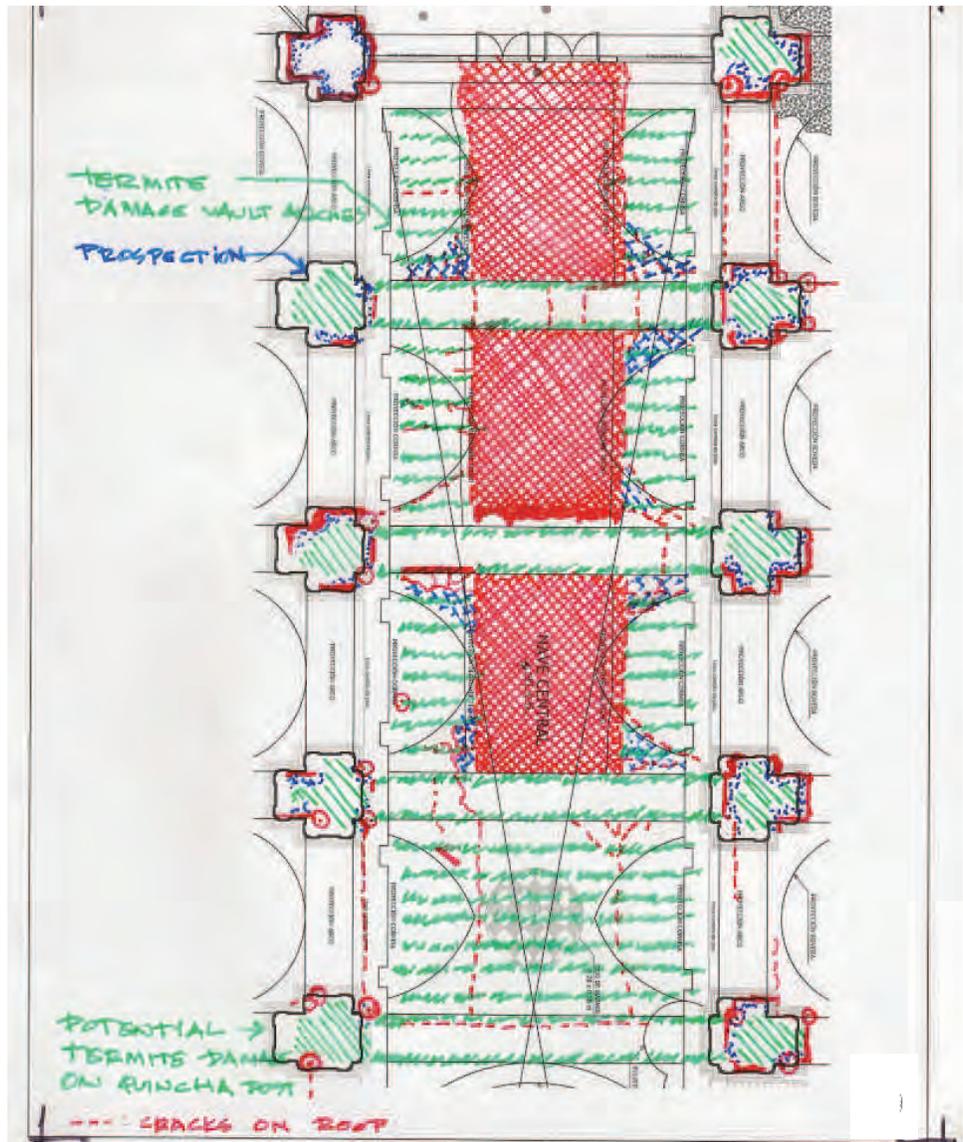
**FIGURA 4.48**

Sector B: Detalle de grietas y colapso parcial en los arcos a lo largo del muro del Evangelio.

Imagen: Sara Lardinois.

#### 4.6.4 Sector C: Nave central (Fig. 4.49)

- Colapso parcial de la parte central de la bóveda de cañón, en el área de que se encuentra entre las vigas de madera de 3" x 10" (80 x 250 mm) de sección que se encuentran en el vértice superior de los lunetos en las tres crujías del extremo este (Fig. 4.50). Los registros fotográficos del GCI de noviembre del año 2007 muestran la bóveda completa, aunque con grietas en el área que habría de colapsar varios meses después. Se piensa que los graves daños producidos por los insectos xilófagos a los elementos de madera, y la corrosión en los clavos de conexión pudieron haber contribuido al colapso (Fig. 4.51). Durante el terremoto del año 2007 el balanceo de los pilares agregó tensión a las cerchas de madera de la bóveda ya deterioradas, quebrándolas en pedazos y haciendo fallar los empalmes a caja y espiga. Al parecer, las vigas de madera que unen los vértices superiores de los lunetos y que corren perpendicularmente a las cerchas, evitaron el colapso total de la bóveda de cañón en estas crujías (Fig. 4.52).



**FIGURA 4.49**

Sector C: Registro gráfico de condiciones (en inglés). Las porciones colapsadas de la bóveda de cañón se muestran en rojo. Dibujo: Claudia Cancino.

- Todos los pilares están en malas condiciones y muestran signos de deterioro estructural. Los postes, tornapuntas, y soleras de madera exhiben graves daños por insectos xilófagos y podredumbre provocada por la humedad por capilaridad proveniente de las bases de ladrillo (Fig. 4.53). En la parte superior las conexiones, entre los postes y las cerchas de madera parecen estar en buenas condiciones, aunque presentan algunos daños por insectos xilófagos. La mayor parte del revoque muestra grietas verticales y desprendimientos; y en aquellas áreas donde el revoque se ha perdido, los elementos de madera han quedado expuestos a un mayor deterioro. El único elemento de los pilares que está en buenas condiciones es el tronco de guarango que probablemente ayudó a evitar el colapso de la estructura durante el terremoto del año 2007.
- Leve desplazamiento fuera de plano en los pilares.
- Grietas verticales en los lunetos de todas las crujías.



**FIGURA 4.50**  
Sector C: Vista de la bóveda de cañón colapsada en una crujía de la nave principal.  
Imagen: Sara Lardinois.



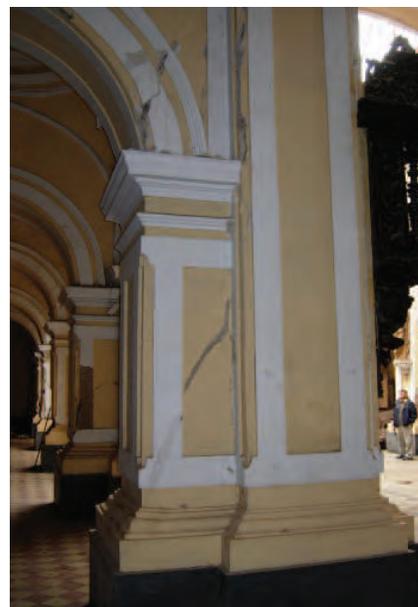
**FIGURA 4.51 (ARRIBA)**  
Sector C: Daño en las cerchas que forman la bóveda, mostrando corrosión de los clavos que conectan los camones.  
Imagen: Claudia Cancino.

**FIGURA 4.52 (ABAJO)**  
Sector C: Parte superior del luneto, donde la viga que cubre el espacio entre los arcos de la nave podría haber evitado el colapso total de la bóveda.  
Imagen: Claudia Cancino.



**FIGURA 4.53 (IZQUIERDA)**

Sector C: Vista de la base del pilar, que muestra el deterioro del poste de madera y sus soleras.  
Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 4.54 (DERECHA)**

Sector D: Grietas en el pilar oeste de la nave de la Epístola.  
Imagen: Claudia Cancino.

#### 4.6.5 Sector D: Nave del lado de la Epístola, hacia jirón Libertad.

- Colapso parcial del arco adyacente a la capilla del retablo J del muro de la Epístola.
- Grietas horizontales en los niveles superior e inferior en todas las capillas del muro de la Epístola.
- Leve desplazamiento fuera de plano hacia el interior del muro de los pilares.
- Grietas verticales en los pilares del lado oeste de la capilla del retablo F (Fig. 4.54).

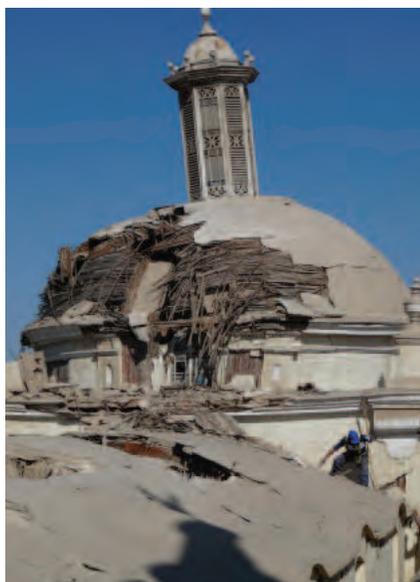
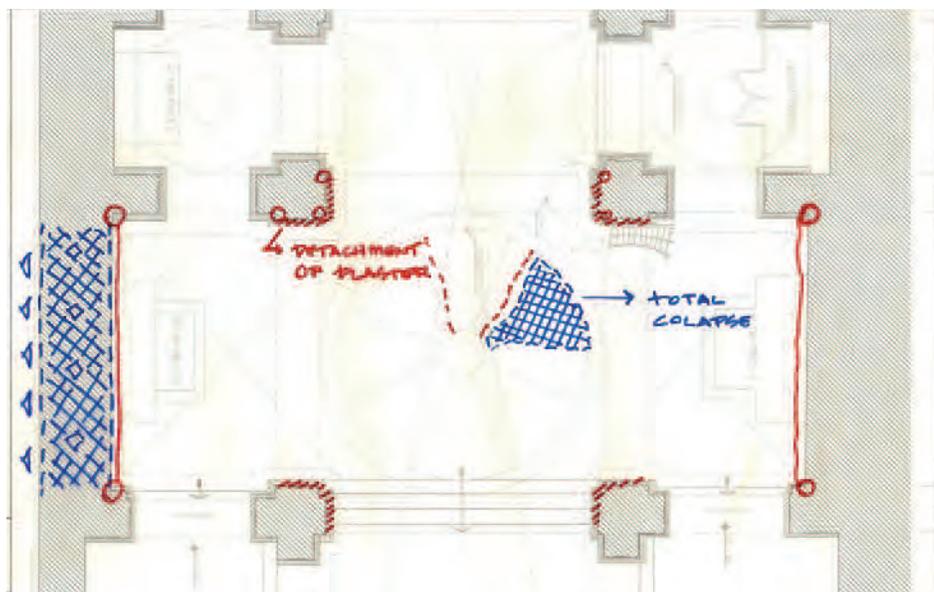
#### 4.6.6 Sector E: Crucero y transepto (Fig. 4.55)

- Colapso parcial de la sección sureste de la cúpula nervada del crucero (Figs. 4.56, 4.57). Se cree que el daño a los elementos de madera por insectos xilófagos pudo haber contribuido al colapso. Sin embargo, las correas que forman anillos paralelos a la base de la cúpula y se entretajan con las cerchas de madera, así como la fuerte conexión entre el anillo de base y la armadura de madera en la base del cúpula, reforzaron la estructura que en última instancia, conservó su posición.
- Grietas paralelas a las nervaduras en la sección de la cúpula que quedó en pie.
- Grietas verticales en las pechinas del crucero (Fig. 4.58).
- Grietas y desconexión entre el transepto y las capillas de los retablos C y D.
- Grietas horizontales en la parte baja de los muros de la Epístola y del Evangelio en el transepto.

**FIGURA 4.55**

Sector E: Registro gráfico de condiciones (en inglés). Las áreas achuradas y las flechas en azul muestran el desplazamiento fuera del plano. El achurado más pequeño de color azul oscuro muestra el área de colapso de la cúpula principal. Las líneas rojas muestran áreas de grietas horizontales y los círculos rojos muestran áreas con grietas verticales.

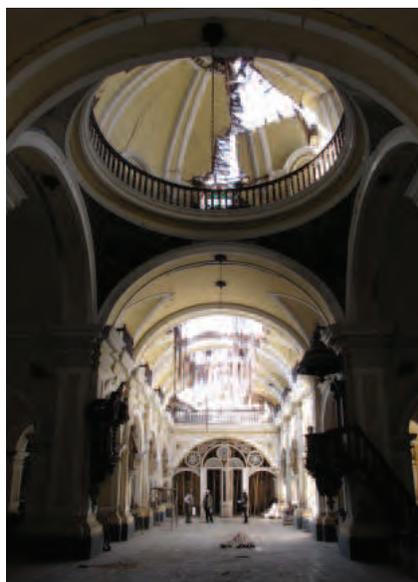
Dibujo: Claudia Cancino.



**FIGURA 4.56**

Sector E: Vista del colapso parcial de la cúpula de quincha.

Imagen: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 4.57**

Sector E: Vista interior en dirección al este que muestra el colapso parcial de la cúpula y la bóveda de cañón.

Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 4.58**

Sector E: Vista de grietas verticales en una de las pechinas de la cúpula.

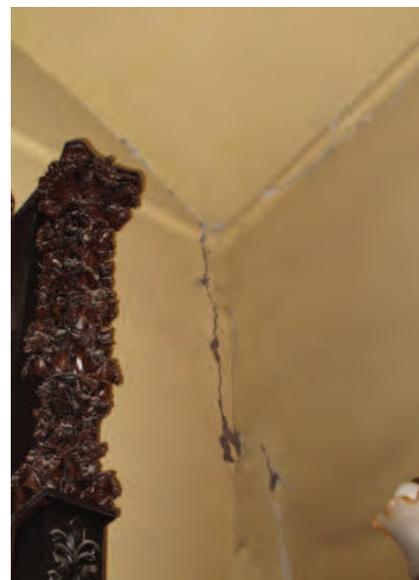
Imagen: Claudia Cancino.

**FIGURA 4.59**

Sector F: La parte superior del muro testero detrás del altar mayor muestra grietas y desplazamiento fuera de plano.  
Imagen: Sara Lardinois.

**FIGURA 4.60**

Sector F: Vista de las grietas verticales en cada esquina del muro testero de la capilla del norte, detrás del retablo B.  
Imagen: Sara Lardinois.

**FIGURA 4.61**

Sector F: Detalle de grieta vertical de la esquina noroeste de la catedral.  
Imagen: Sara Lardinois.

#### 4.6.7 Sector F: Presbiterio

- Leve desplazamiento menor fuera de plano hacia el exterior, desconexiones y grietas en la parte superior del extremo oeste del altar mayor y la capilla del retablo A del lado del Evangelio (Fig. 4.59).
- Grietas paralelas en la dirección de las bóvedas, en las bóvedas que cubren el presbiterio (altar mayor y las capillas laterales).
- Grietas verticales en las esquinas de las capillas de los retablos A y B, y en el muro testero (Figs. 4.60, 4.61).
- Grietas horizontales en la parte superior de los muros ubicados a ambos lados del altar mayor, así como en los muros oeste y del Evangelio de la capilla del retablo A.

### 4.7 Hallazgos preliminares

Los hallazgos preliminares sobre el comportamiento estructural de la Catedral de Ica se basan en datos obtenidos por métodos cualitativos, incluyendo la investigación histórica y observaciones hechas por el equipo de investigación en el curso de las inspecciones llevadas a cabo en el año 2010. La interpretación de los datos recolectados a través de la investigación y la observación, para establecer ideas preliminares sobre el posible comportamiento estructural de la edificación, se basó en la experiencia en construcciones históricas de tierra del equipo de investigación. Estos hallazgos preliminares se estudiarán a mayor profundidad en las siguientes fases del proyecto mediante métodos cuantitativos, incluyendo pruebas estáticas y dinámicas, y análisis numéricos de elementos finitos. Después de los ensayos y

análisis cuantitativos, los hallazgos preliminares serán revisados y ampliados según se considere necesario a fin de proveer un diagnóstico y evaluación completos.

Los hallazgos preliminares son los siguientes:

- El desempeño estructural de la iglesia durante el terremoto del año 2007 puede considerarse aceptable. Los muros gruesos longitudinales son estables y no son proclives a un volteo lateral. Gracias a que estos muros mantienen su estabilidad vertical en presencia de fuertes movimientos sísmicos, la estructura de madera del interior también mantiene su estabilidad lateral.
- Durante el terremoto los elementos del sistema estructural se deformaron por el balanceo y la interacción entre los diferentes elementos. Cuando cesó el movimiento, los elementos no volvieron a sus lugares originales, pues las conexiones de madera no son rígidas y no se comportaron elásticamente.
- La armadura de la cubierta es un sistema de elementos lineales tridimensionales, recubierta en el intradós y extradós. Por ello, las grietas que se observaron en la superficie interna son superficiales – presentes sólo en la capa de revoque – y no necesariamente comprometen a los elementos estructurales. Las grietas fueron generadas por el movimiento oscilante de la interacción entre la cubierta y los muros.
- La principal causa del colapso de la armadura de cubierta parece ser el acentuado deterioro de sus elementos de madera, especialmente en sus puntos de conexión.
- Las grietas horizontales observadas en los muros de adobe fueron ocasionadas por vibraciones laterales durante el terremoto, sin embargo no se vio afectada ni su estabilidad ni su resistencia.
- El delgado frontón de la fachada de ladrillo es proclive a un volteo hacia afuera.

### Notas

- 1 Para efecto de esta publicación, enlucido se refiere a revestimiento de yeso.
- 2 La información en la sección a continuación es un resumen de un informe del año 2010 sobre la historia de la Catedral de Ica preparado por Deolinda Mercedes Villa Esteves, historiadora del ex-Instituto Nacional de Cultura en Lima, Perú.
- 3 Vargas Ugarte 1963, 103-105. Según el Padre Rubén Vargas Ugarte, historiador jesuita, la Catedral de Ica es una de las últimas construcciones que llevaron a cabo los jesuitas en la región antes de su expulsión del Perú ocurrida en el año 1767.
- 4 Las órdenes mendicantes, tales como la de San Juan de Dios, San Camilo de Lelis, así como la orden religiosa de los Betlemitas creada en Guatemala, llegaron después con el fin de establecer hospitales.
- 5 Para la joven nobleza indígena del Perú los colegios más importantes eran el Colegio Máximo de San Pablo y el Colegio Real de San Martín, ambos en Lima, así como el Colegio San Francisco de Borja o Colegio de Nobles en el Cusco.
- 6 Negro 2001. En el siglo XVIII los jesuitas acostumbraban construir casas e iglesias en sus fincas rurales.
- 7 Lecca y Piaget 1974.
- 8 La primera presencia de los jesuitas en la región se dio en Pisco. Entre los años 1704 y 1725 construyeron una iglesia en Pisco que colapsó durante el terremoto del año 2007 y posteriormente fue totalmente demolida.

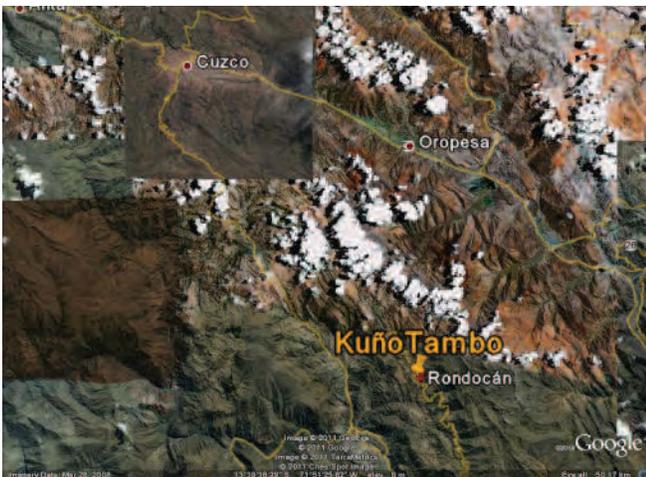
- 9 Harth-Terré 2003, 453.
- 10 Vargas Ugarte 1963, 9-13.
- 11 Aunque los jesuitas no requerían de un coro para sus oraciones, existen coros sobre las entradas principales de algunas iglesias rurales jesuitas, lo que refleja la importancia de la música en la evangelización del campo peruano. Existen coros en algunas iglesias rurales jesuitas de Lima (San Juan Grande en Surco, San Juan Bautista en Villa) y en Nazca (San José y San Javier). En algunos casos, los coros fueron agregados por las órdenes religiosas que ocuparon las iglesias tras la expulsión de los jesuitas en el año 1767. Por ejemplo, la plataforma del coro de la principal iglesia jesuita de Lima fue agregada por los Oratorianos de San Felipe Neri (Villacorta Santamato 1987).
- 12 Mitma y Alva 1998.
- 13 Las zonas sísmicas se definen en el Capítulo II, Parámetros de Sitio de la Norma Técnica de Edificación E.030: Diseño Sismorresistente, disponible en la dirección del portal electrónico [http://www.igp.gob.pe/web\\_page/images/documents/ltorres/norma\\_tecnica\\_edificaciones.pdf](http://www.igp.gob.pe/web_page/images/documents/ltorres/norma_tecnica_edificaciones.pdf)
- 14 La información sobre fechas de terremotos, ubicación de epicentros y magnitudes de momento (Mw) ha sido resumida en el *Historic World Earthquakes* (en español: Terremotos Históricos del Mundo), publicado por United States Geological Survey - USGS (en español: Agencia de Estudios Geológicos de los Estados Unidos) disponible en la siguiente dirección del portal electrónico [http://www.earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/historical\\_country.php#peru](http://www.earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/historical_country.php#peru).
- 15 Los criterios para determinar las relaciones de esbeltez se basan en Tolles, Kimbro, Webster y Ginell, 2000.
- 16 *Caña chancada* es el término que se utiliza habitualmente en la región para describir el uso de caña partida y aplanada, para la cual se utiliza Caña de Guayaquil. Los junquillos de caña son de 4" (102 mm) de diámetro y rellenos al centro.
- 17 *Caña brava* es el término que se utiliza habitualmente en la región para aludir a los junquillos de caña de 1" (25 mm) de diámetro con centros rellenos.

## CAPÍTULO 5

# Iglesia de Santiago Apóstol de Kuño Tambo

## 5.1 Introducción

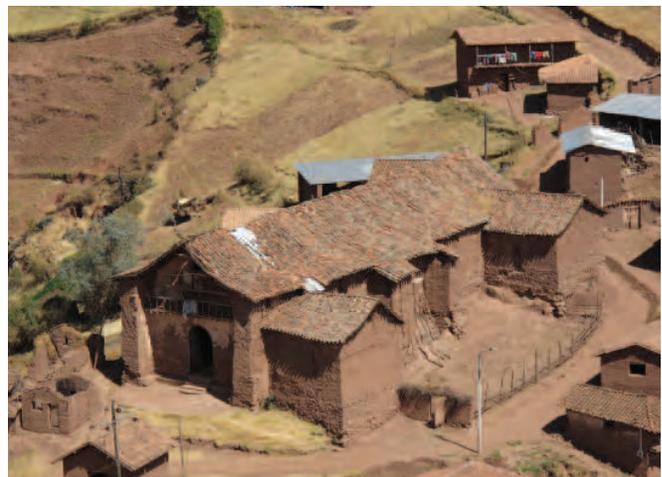
La Iglesia de Santiago Apóstol, a la que de ahora en adelante llamaremos Iglesia de Kuño Tambo, es la construcción más prominente de la comunidad campesina de Kuño Tambo, remoto pueblo de 500 habitantes localizado al sureste de la ciudad de Cuzco, en la provincia de Acomayo (Fig. 5.1). Propiedad de la Arquidiócesis de Cuzco, la iglesia ha sido utilizada de manera continua como lugar de culto desde su construcción en el siglo XVII, atendiendo a la modesta comunidad agraria de Kuño Tambo. Construida con muros gruesos y contrafuertes de adobe asentados sobre un sobrecimiento de mampostería de piedra irregular, bajo una cubierta de par y nudillo; esta iglesia, que cubre una superficie de 500 m<sup>2</sup>, presenta muchas de las características de diseño y materiales típicos de las iglesias rurales de la región (Fig. 5.2). Es muy posible que la iglesia se haya construido en una sola etapa; y aunque ha sido objeto de modificaciones y deterioro, todo parece indicar que ha conservado su configuración arquitectónica, volumetría, así como muchos de sus materiales originales. En general, la estructura se halla en buenas condiciones, a pesar que los hallazgos preliminares indican que el desempeño estructural de la edificación se halla en riesgo debido a filtraciones en la cubierta, a conexiones rotas o inadecuadas en la armadura, pérdida de varios contrafuertes exteriores, y asentamiento de los cimientos por erosión.



**FIGURA 5.1**

Imagen de satélite que muestra la ubicación de la comunidad campesina de Kuño Tambo en relación al Cuzco.

Imagen: Imagen © 2011 GeoEye, © 2011 Google; Imagen © 2011 TerraMetrics, © Cnes/Spot Image.



**FIGURA 5.2**

Vista aérea de la Iglesia de Kuño Tambo, desde el sureste. Imagen: Wilfredo Carazas, para el GCI.

## 5.2 Antecedentes históricos, contexto y significado

### 5.2.1 Antecedentes históricos y contexto

La comunidad campesina de Kuño Tambo es típica de los pueblos creados para la población indígena del Perú en el siglo XVI, bajo el gobierno del virrey español Francisco de Toledo.<sup>1</sup> La primera referencia al pueblo de Kuño Tambo ocurre en un documento del año 1577 relativo a los cuatro suyos (regiones) del Cuzco, en donde se le identifica con su antiguo nombre de Cocno y listado como una de los pueblos pertenecientes al Condesuyo (uno de los cuatro suyos).<sup>2</sup>

Cuando los españoles llegaron al Nuevo Mundo se abocaron de inmediato a organizar políticamente el territorio y cultura indígenas. Como parte de sus planes intentaron reubicar a la población, que previamente había estado viviendo en pequeñas aldeas o caseríos, en nuevos asentamientos conocidos como *reducciones*. El nombre de estos nuevos poblados proviene de la idea de reducir y consolidar las poblaciones en pequeños pueblos. Cada nueva reducción se trazaba con calles rectas y casas de uno o dos pisos en torno a una plaza principal y a una iglesia,<sup>3</sup> que era uno de los primeros edificios en construirse. Los españoles llevaron a cabo varios intentos por establecer reducciones tanto en las Antillas como en México<sup>4</sup> y siguieron el mismo patrón tan pronto como llegaron al Perú.<sup>5</sup>

En 1552, el *Primer Concilio Provincial Limense*, promulgó la segunda de las cuarenta Constituciones de los Naturales (leyes de gobierno de las poblaciones indígenas), requiriendo el establecimiento de iglesias en los pueblos de indios y describiendo la manera en que debían de construirse. La ley también indicaba las obras de arte que habían de incluirse con el fin de expresar la dignidad de las iglesias.<sup>6</sup> En 1567, el *Segundo Concilio Provincial Limense* estableció que la capacidad de las iglesias debía ser de 400 "tributarios",<sup>7</sup> que según el Padre jesuita José Acosta (1540-1600), significaba alrededor de 1,500 personas.<sup>8</sup>

Las iglesias se construyeron generalmente con su fachada principal orientada hacia la plaza principal; sin embargo, en ocasiones se edificaron sobre antiguos templos existentes, que en varios casos no tenían relación alguna con la nueva plaza.<sup>9</sup> Esto podría explicar por qué la Iglesia de Kuño Tambo no da frente hacia la plaza principal del pueblo o Plaza de Armas.<sup>10</sup> Era habitual que las iglesias presentaran un atrio, sotacoro, coro, una única nave, presbiterio con altar, sacristía, almacén para el mobiliario eclesiástico, como los atriles, y cementerio. Frente a la iglesia se solía colocar una cruz de caminos, y en los Andes, un campanario exento separado de la iglesia.<sup>11</sup>

Según documentos del archivo parroquial de Acomayo, la Iglesia de Kuño Tambo se construyó en 1681.<sup>12</sup> Antes de esa fecha, se consideraba al pueblo de Kuño Tambo un anexo de la doctrina (iglesia parroquial rural) de San Juan de Quinuares.<sup>13</sup> Como era habitual en aquellos tiempos, la Iglesia de Kuño Tambo poseía varias propiedades que solía alquilar, generando recursos para pagar las actividades de mantenimiento.<sup>14</sup> El diseño de la Iglesia de Kuño Tambo, según se describe en un documento fechado en 1689, se apegaba al patrón habitual de las iglesias construidas en los pueblos de indios:

El Templo de Santiago Apóstol conserva una portada principal de dos hojas con arco de medio punto, rematados por dos pilares de adobes y con sobrecimientos originales de piedra e interiormente se disponen el sotocoro, coro, baptisterio, nave y sacristía.<sup>15</sup>

También se señalaba la existencia de pinturas murales en aquella época:

El anexo de Cunutambo, ubicado a una legua del pueblo grande de Rondocan, revestido interiormente de pintura mural, cuenta con pocos ornamentos y tiene cofradías consagradas a Santiago Apóstol, la Virgen del Rosario y la Virgen Purificada, del que se sustenta la Iglesia y tiene cien almas de confesión.<sup>16</sup>

Un inventario preparado en el año 1767 incluía una larga lista de objetos litúrgicos, tales como cálices y cruces.<sup>17</sup> En la primera mitad del siglo XIX, se hizo un nuevo inventario que se mencionaba la existencia de las siguientes pinturas en el retablo principal: La Virgen María y el Niño con Ángeles y Santo Domingo recibiendo el Rosario de manos de Nuestra Señora. Entre las esculturas, se encontraban las de Nuestra Señora del Rosario, San Cristóbal, la Virgen Purificada, Santa Rosa de Lima, San Isidro Labrador, Santa Epifanía, el Señor de la Vara y la Inmaculada Concepción. En este inventario también se reportan libros y objetos litúrgicos de plata y otros materiales.<sup>18</sup>

Durante las investigaciones llevadas a cabo en julio del año 2010 como parte del estudio constructivo, se hallaron huesos humanos bajo el nivel del piso en la esquina suroeste de la iglesia.

### **5.2.2 Significado**

Si bien hasta el momento de la evaluación no se había registrado oficialmente como monumento nacional, la comunidad valora a la Iglesia de Kuño Tambo como una edificación importante. Esto resultó evidente durante las campañas para el desarrollo del estudio constructivo, donde los miembros de la comunidad manifestaron su interés en el proceso de investigación, reuniéndose con los miembros del grupo de trabajo en varias oportunidades y expresando el deseo de ver la iglesia restaurada. La investigación parte de este estudio ha llevado a la oficina regional del Cuzco del Ministerio de Cultura del Perú a iniciar al proceso para inscribir a la iglesia como monumento de la nación junto con todo el pueblo, en virtud de su originalidad, autenticidad, y la conservación de estructuras y técnicas constructivas de tierra.

### 5.3 Descripción arquitectónica

El pueblo de Kuño Tambo se sitúa en los Andes, a una elevación de aproximadamente 3,365 m sobre el nivel del mar, en un valle bajo rodeado de tierras agrícolas. Un camino estrecho y ondulado atraviesa el centro del valle y comunica a Kuño Tambo con Cuzco y con el vecino pueblo de Rondocan. El pueblo está constituido principalmente por edificaciones residenciales y agrícolas hechas de tierra, levantadas en las pendientes que flanquean el camino. El centro del pueblo es la Plaza de Armas y está rodeada por pequeñas edificaciones públicas y residenciales. La Iglesia de Kuño Tambo se ubica en el noroeste de la plaza, al norte del camino principal (Fig. 5.3) con su fachada principal orientada al sur, en dirección al camino, y no hacia la plaza.

La iglesia se construyó sobre un promontorio natural de roca junto al acantilado norte del pueblo. Por ello, el emplazamiento de la iglesia presenta una pendiente de entre 2 y 3 m en dirección norte-sur del edificio, y otra pendiente menor de este a oeste. La iglesia, que es una estructura independiente, cuenta además con un parapeto de tierra que rodea una granja o área de almacenamiento en el área colindante pero no conectado estructuralmente al muro norte de la iglesia. El entorno que rodea la iglesia consiste en tierras cubiertas de vegetación nativa, tierra eriaza y roca expuesta.

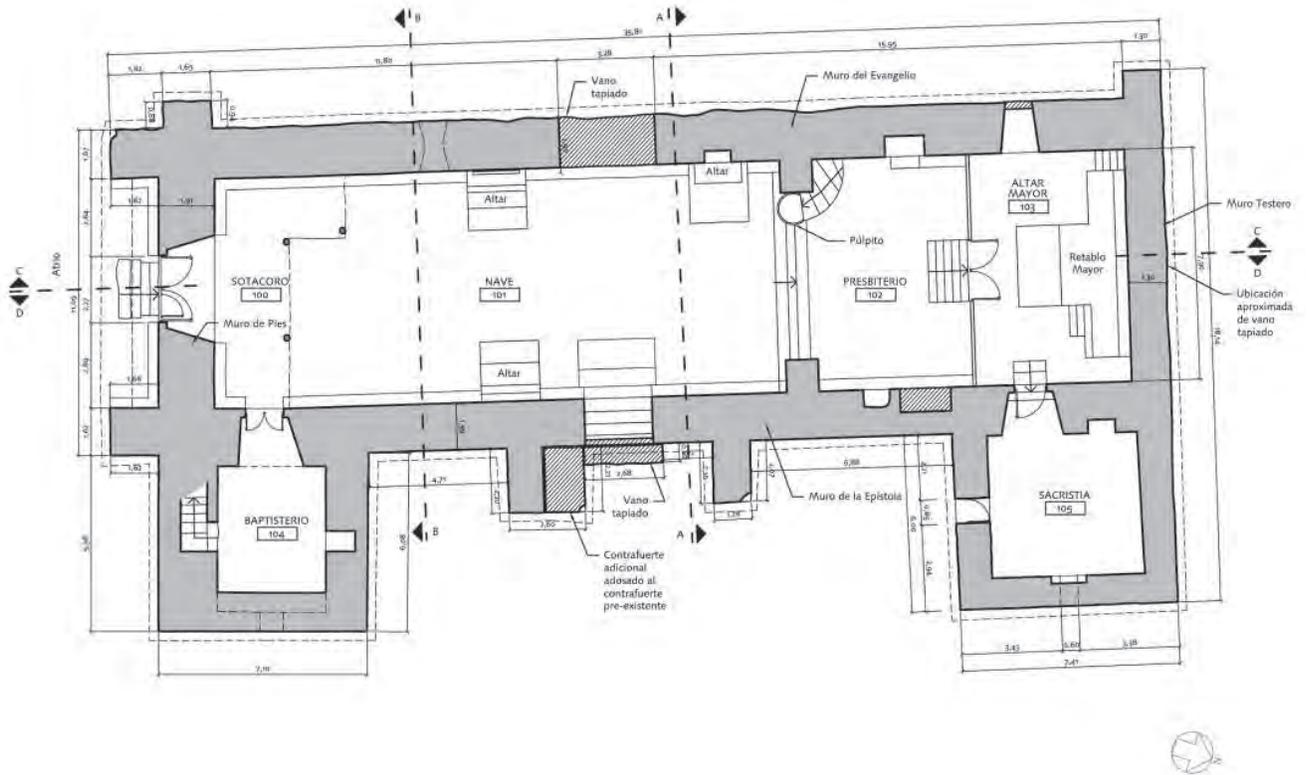
La Iglesia de Kuño Tambo es de una sola planta y cubre 500 m<sup>2</sup>. Consiste de un gran volumen rectangular (en adelante "iglesia principal") orientado a lo largo de un eje norte-sur unido a dos alas menores que alojan al baptisterio y la sacristía ubicados a lo largo del muro de la Epístola de la iglesia principal (Fig. 5.4). La iglesia principal tiene una planta sencilla de proporción rectangular 1:4, con dimensiones 7.75 x 31 m, tomadas desde su interior, bajo una cubierta a dos aguas. La iglesia principal es esencialmente un solo ambiente que contiene cinco diferentes espacios funcionales: sotacoro, coro, nave principal, presbiterio y altar mayor. Los diferentes espacios se identifican mediante cambios en los niveles del piso y con el



**FIGURA 5.3**

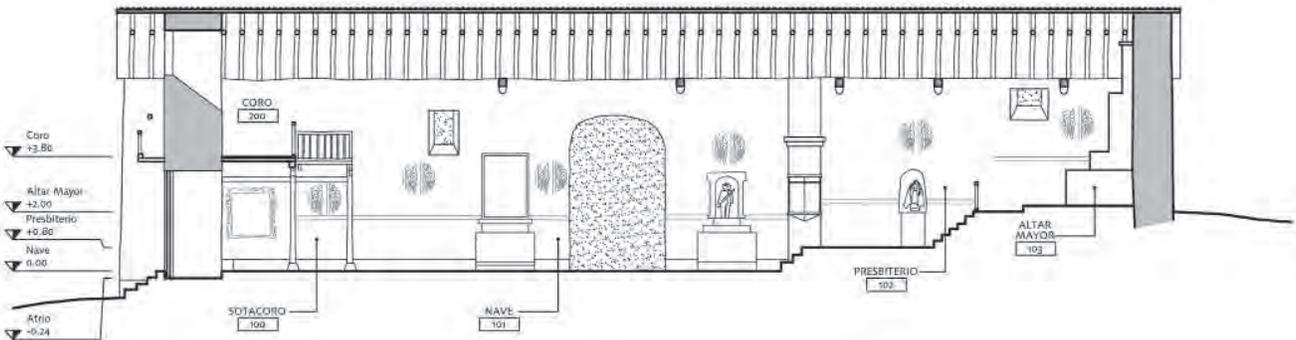
Vista aérea del pueblo de Kuño Tambo en la que se muestra la ubicación del camino principal, la Plaza de Armas, la iglesia y el campanario exento.

Imagen: Wilfredo Carazas, para el GCI.

**FIGURA 5.4**

Planta, Iglesia de Kuño Tambo.

Dibujo base por Rubén Estrada Tapra, editado por el GCI.

**FIGURA 5.5**

Corte C-C, Iglesia de Kuño Tambo.

Dibujo base por Rubén Estrada Tapra, editado por el GCI.

uso de balaustradas y pilastras interiores (Fig. 5.5). El acceso a la iglesia es a través de una gran puerta de dos hojas en el muro de pies, en tanto que el altar se ubica en el extremo norte del edificio. El baptisterio mide 6 x 7 m, y la sacristía mide 6 x 7.5 m, teniendo ambas una planta casi cuadrada y cubiertas independientes a dos aguas que corren perpendiculares a la armadura de cubierta principal. El baptisterio se ubica en el lado sur junto al ingreso principal y el sotacoro. Una estrecha escalera empotrada dentro del muro de adobe del lado sur del baptisterio permite el acceso al coro, cuya estructura es de madera, y al balcón exterior que corre a todo lo ancho del muro de pies. Toda la iglesia parece haberse construido en una sola etapa, lo que ha sido corroborado por los documentos históricos.

La apariencia externa de la iglesia se define en gran medida por las superficies planas de los muros y la forma de su cubierta a dos aguas. El muro de pies constituye la fachada principal, siendo por ello mucho más elaborada que las demás fachadas (Fig. 5.6). Su diseño es simétrico y tiene dos grandes contrafuertes de tierra que flanquean el vano en arco de la puerta de ingreso y el balcón de madera sobre ella; al medio del hastial hay un nicho que contiene una escultura religiosa bajo un vano rectangular. La puerta de acceso al balcón está ubicada hacia el lado de la Epístola y es el único elemento que rompe la simetría. Las demás fachadas son más sencillas y están dictadas por largos muros laterales ocasionalmente interrumpidos por contrafuertes y por vanos pequeños en la parte alta de los muros. Los materiales exteriores incluyen el sobrecimiento de piedra expuesta, los muros de adobe con o sin revoque, y una cubierta de tejas de arcilla. La armadura de cubierta, incluyendo tirantes, pares, nudillos, cañas, y la capa de barro y paja, está expuesta en la parte inferior de los aleros.

Los muros interiores son más complejos que los exteriores. En la base presentan banquetas de adobe revocado, podios de tierra para los retablos de los muros laterales y numerosos nichos pequeños. Los acabados interiores incluyen losetas de ladrillo pastelero macizo, revoque sobre los muros de adobe, y la armadura de madera expuesta (Fig. 5.7). El revoque de los muros de la Epístola, del Evangelio y de pies de la iglesia principal está decorado con pinturas murales con motivos geométricos y figurativos (Fig. 5.8), mientras que las demás áreas están pintadas de



**FIGURA 5.6**  
Fachada principal (sur), con el ala del baptisterio a la derecha.  
Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 5.7**  
Vista del interior de la nave hacia el presbiterio y el altar.  
Imagen: Claudia Cancino.

blanco. Se ha utilizado madera en la construcción del coro (Fig. 5.9), las puertas y las balaustradas que separan la nave, el presbiterio y el altar mayor. El mobiliario interior incluye un retablo monumental de madera en el muro testero (Fig. 5.10), retablos más pequeños en los muros laterales y un púlpito de madera.

La iglesia es parte de un complejo eclesiástico más grande, que incluye un campanario exento de adobe hacia el sur (Fig. 5.11). La iglesia y el campanario actualmente están separados por el camino principal del pueblo. Es probable que en el pasado ambos hayan estado conectados por un patio, que debió de haberse perdido al construirse posteriormente el camino y las demás pequeñas edificaciones alrededor. En el presente estudio constructivo no se ha incluido al campanario.

**FIGURA 5.8 (IZQUIERDA)**

Pinturas murales en la esquina suroeste del sotacoro.  
Imagen: Amila Ferron.

**FIGURA 5.9 (DERECHA)**

Vista del coro y sotacoro desde la nave.  
Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 5.10 (IZQUIERDA)**

Retablo mayor monumental.  
Imagen: Wilfredo Carazas, para el GCI.

**FIGURA 5.11 (DERECHA)**

Campanario exento al sur de la iglesia.  
Imagen: Sara Lardinois.





**FIGURA 5.12**  
Detalle de erosión en el muro de la Epístola.  
Imagen: Mirna Soto, para el GCI.

## 5.4 Geología del suelo y características medioambientales

### 5.4.1 Descripción geológica e historial sísmico

La iglesia (Latitud 13°39'38"S; Longitud 71°51'26"O) se construyó en un promontorio natural de roca utilizando arcilla compactada para nivelar el terreno. Por esta razón y dependiendo de la topografía, los cimientos se apoyan directamente sobre terreno rocoso o en un relleno de arcilla compactada. Como resultado del perfil topográfico y del uso del relleno de arcilla, el nivel de piso terminado en algunas partes del interior es significativamente más alto que el del terreno al exterior. La diferencia más extrema se halla en el lado de la Epístola, donde la cota interior del piso terminado es aproximadamente dos metros más alta que la del terreno al exterior, pudiéndose ver grandes porciones del peñón de roca sedimentaria debajo del sobrecimiento. Este muestra signos de erosión (Fig. 5.12) que podría ser resultado del drenaje inadecuado del terreno, agravado por la pendiente natural del sitio. Sin embargo, no ha sido posible identificar el origen del agua que ha contribuido a la erosión, dado que el estudio constructivo se llevó a cabo durante la temporada de sequía. Entre las posibles fuentes se cuenta el agua de escorrentía que viene de la parte superior del pueblo, el agua de lluvia que cae por el voladizo de la cubierta o una combinación de ambos factores; otra razón de la erosión podrían ser excavaciones hechas en el pasado.

La iglesia se halla en el nivel 2 de riesgo sísmico, que es el nivel medio en un rango entre 1 y 3, conforme a la clasificación del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.<sup>19</sup> Dado que la iglesia se construyó en el siglo XVII ésta ha experimentado varios eventos sísmicos a lo largo de su historia, incluyendo el terremoto de Cuzco del año 1950 (Mw 6.0), con epicentro ubicado aproximadamente a 35 km al noroeste; el terremoto de Yanaoca en el año 1943, con epicentro aproximadamente a 65 km al sureste; y el terremoto de Abancay, del año 1913, con un epicentro situado aproximadamente a 120 km hacia el oeste. Es posible que la iglesia también haya experimentado los terremotos de Lima de los años 1746 y 1687 (Mw 8.5), con epicentros ubicados aproximadamente a 600 km al noroeste.<sup>20 21</sup>

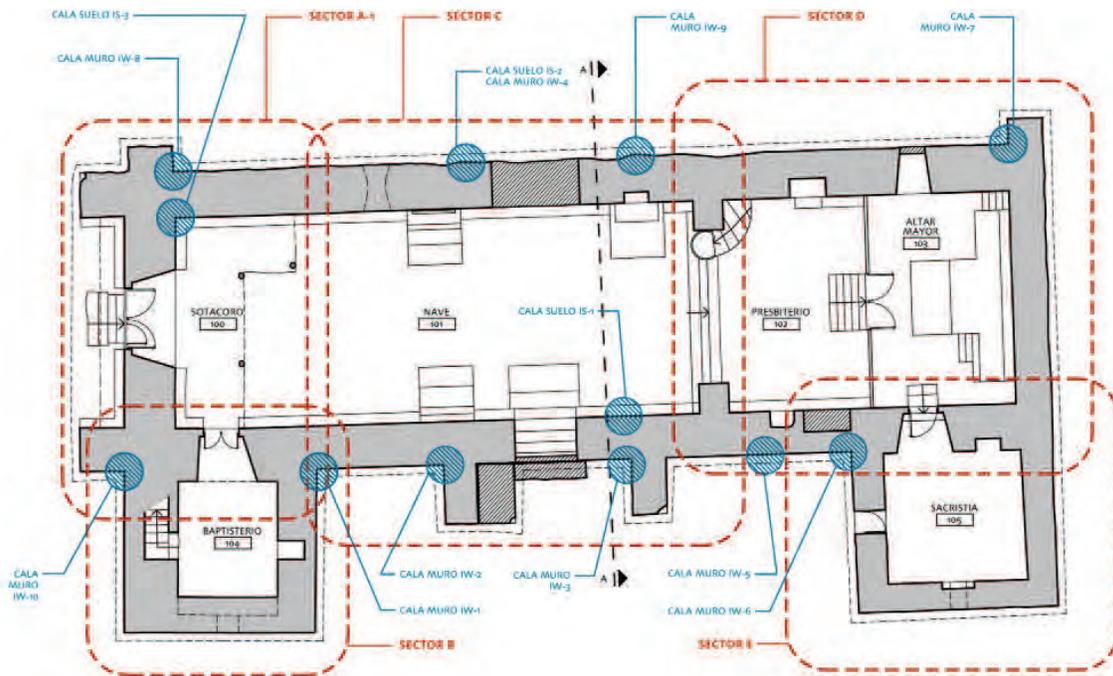
### 5.4.2 Clima y características medioambientales

La estación climatológica de Cuzco localizada aproximadamente a 35 km al noroeste del pueblo de Kuño Tambo reporta que la temperatura promedio anual máxima es de 22° C y la mínima de 3° C. Sin embargo en invierno, la temperatura puede estar por debajo de los 0° C. Según mediciones realizadas desde el año 1976 la precipitación pluvial anual máxima es de 1125 mm y la mínima es de 460 mm, lloviendo más de 100 días al año.

## 5.5 Descripción estructural

Las secciones a continuación describen los diferentes materiales, elementos y sistemas estructurales que componen la Iglesia de Kuño Tambo (Fig. 5.13). En la sección 5.6, que sigue a la descripción estructural, se describen en mayor detalle las condiciones actuales de la edificación, así como las irregularidades, modificaciones, daños y grado de deterioro observados durante el estudio constructivo de la misma.





**FIGURA 5.14**

Planta de la iglesia que muestra la ubicación de los sectores de inspección y las calas de prospección.

Dibujo: Plano preparado por Rubén Estrada Tapra, editado por el GCI.

### 5.5.1 Sectores de estudio

Con el fin de llevar a cabo la inspección para el estudio constructivo, la iglesia se dividió en cinco sectores (Fig. 5.14). Al parecer los sectores se construyeron aproximadamente al mismo tiempo y muestran materiales y técnicas constructivas similares. Los sectores se escogieron de acuerdo a su configuración arquitectónica, considerando diferencias compositivas a nivel de planta, altura y detalles de conexión. Los sectores son los siguientes:

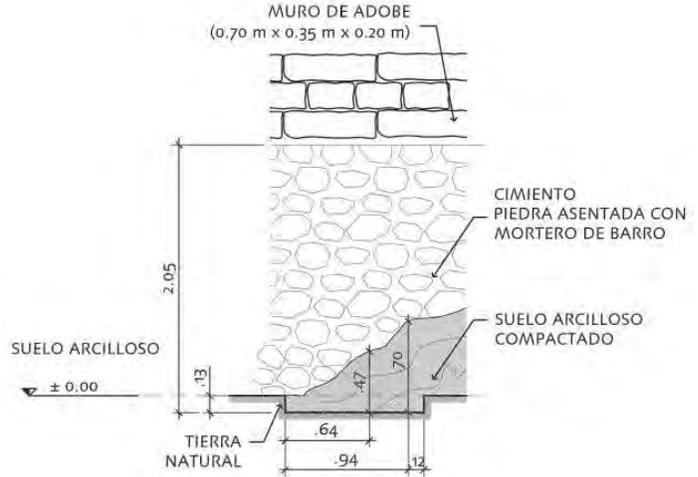
- **Sectores A-1 y A-2:** El extremo sur de la iglesia principal, incluyendo el sotacoro (sector A-1) y el coro (sector A-2).
- **Sector B:** El baptisterio, adyacente al lado de la Epístola del sotacoro.
- **Sector C:** La gran nave rectangular de 6.5 m de altura situada al medio de la iglesia principal.
- **Sector D:** El presbiterio y el altar mayor, separados de la nave por dos pilares de tierra y un cambio en el nivel de piso.
- **Sector E:** La sacristía, adyacente al lado de la Epístola del altar mayor.

### 5.5.2 Cimientos y sobrecimientos

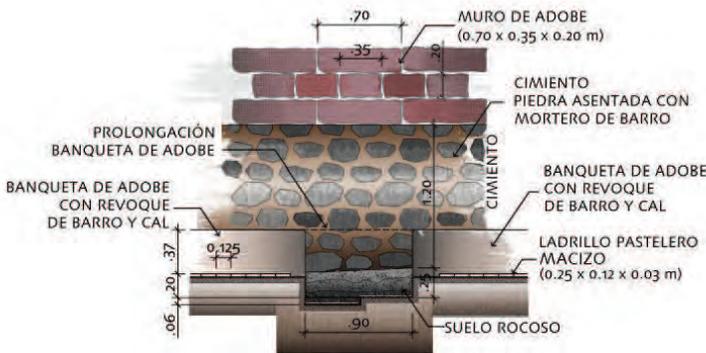
Los cimientos son de mampostería de piedra asentada directamente sobre el suelo rocoso o el relleno de arcilla compactada, mientras que el sobrecimiento es de mampostería de piedra irregular asentada con mortero de barro. Las piedras y el ancho de las juntas del mortero son de dimensión variable, excediendo algunas piedras a 0.64 m de ancho y el mortero entre 20 y 60 mm. El sobrecimiento tiene un ancho que corresponde al ancho del muro de adobe que sostiene. Su altura presenta variaciones entre 1.20 a 1.50 m de acuerdo al perfil natural del terreno, pareciendo ser mayor en la esquina sureste del baptisterio y en el muro de la Epístola. La relación entre la parte inferior del sobrecimiento con el nivel de piso terminado (interior) y el actual nivel natural del terreno (exterior) es variable. En algunos puntos, la parte inferior del sobrecimiento se extiende por debajo del nivel de piso



**FIGURA 5.15**  
Cala IS-3, sección del sobrecimiento en la esquina suroeste de la iglesia principal. Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

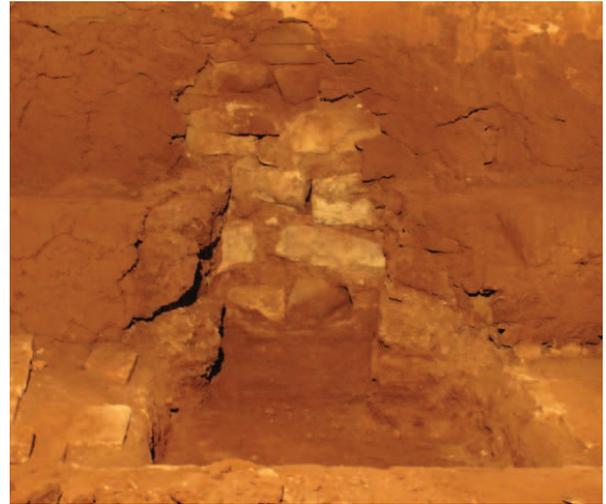


**FIGURA 5.16**  
Cala IW-5 elevación exterior, mostrando el sobrecimiento del muro de la Epístola. Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 5.17 (ARRIBA IZQUIERDA)**  
Cala IS-1, elevación interior, mostrando el sobrecimiento del muro de la Epístola. Ilustración: Jabdiel Zapata, para el GCI.

**FIGURA 5.18 (ARRIBA DERECHA)**  
Cala IS-1, vista fotográfica. Imagen: Claudia Cancino.



terminado y del perfil del terreno natural (Fig. 5.15). En otros puntos, sobre todo en el muro de la Epístola, la parte inferior del sobrecimiento es más alta que el nivel de piso terminado (interior) y el terreno natural (exterior). En este punto, la base rocosa o el relleno de arcilla compactada sobre que se construyó el sobrecimiento están expuestos (Figs. 5.16 - 5.18).

### 5.5.3 Muros

Los muros son muros portantes de adobe con revoque de barro en ambas caras. Los adobes están asentados en aparejo inglés, alternando hiladas en tizón y sogá,<sup>22</sup> siendo la unidad típica de adobe de 700 mm de largo, 350 mm de ancho y 200 mm de alto. El adobe está hecho con un barro que contiene muchas piedras pequeñas, que revelan similitud con las características del suelo del lugar, y está reforzada con paja. Los adobes se unen con un mortero de barro, y tanto el mortero de asiento como el de junta, presentan un espesor promedio de 15 mm. En las partes del muro que han sido afectadas por la erosión del viento, los adobes muestran más deterioro que las juntas del mortero, lo que indica una diferencia en la composición y

resistencia de los materiales, aunque podría también relacionarse con algún trabajo posterior de remplazo de unidades adobes. En sus condiciones actuales los muros tienen los adobes expuestos y prácticamente no están revestidos en las caras exteriores. Sin embargo, quedan algunos restos de revoque en la parte superior de la fachada principal protegida por el alero de la cubierta. El acabado final está compuesto por un revoque regular de barro y paja de entre 20 y 30 mm de espesor y una capa de yeso pintado de entre 1 y 2 mm de espesor. En los puntos en los que se aplicaron recubrimientos posteriores sobre el revoque original, el espesor alcanza 60 mm. Gran parte del revoque de barro de los muros interiores tiene pinturas murales decorativas.

Los muros de la iglesia principal y del baptisterio tienen un espesor de entre 1.4 y 2.0 m y su altura varía de 3 a 6 m hasta los aleros, y de 5.5 a 8.5 m hasta los vértices de los hastiales norte y sur, midiendo desde la parte superior visible del sobrecimiento de piedra. Los muros de la sacristía son un poco más delgados y miden 1.2 m de espesor; su altura es de aproximadamente 3.8 m hasta los aleros y alcanza 5.7 m en el vértice del hastial, medidos desde la parte superior del sobrecimiento de piedra. Todos los muros pueden clasificarse como gruesos con relación a su altura, y tienen una relación de esbeltez menor a 6.<sup>23</sup>

Una pequeña banqueta de adobe que corre a lo largo de la parte inferior del perímetro interno de los muros de la Epístola, del Evangelio y de pies de la iglesia principal, está asentada directamente sobre el suelo rocoso o el relleno de arcilla compactada y no se encuentra trabada a los muros de adobe.

Un gran vano de arco se ubica en el centro del muro de pies, vanos similares se encontraban en el centro de cada uno de los muros laterales; pero se tapiaron con unidades de adobe o sufrieron otras modificaciones (ver sección 5.6.2 para una descripción más detallada). Hay otros vanos más pequeños en las partes superior de los muros laterales y el de pies, aunque algunos también han sido tapiados con unidades de adobe. Los vanos se sostienen con dinteles de madera muy juntos. En la Tabla 5.1 se presenta la relación entre las áreas de los vanos y la superficie de las fachadas

**Tabla 5.1: Relación entre el área de vanos y la superficie total de las fachadas**

Fachada	Área de vanos*/Área de la superficie de la fachada
Iglesia principal, fachada norte (muro testero)	2.8%
Iglesia principal, fachada este (muro de la Epístola)	4.5%
Iglesia principal, fachada principal (muro de pies)	12.5%
Iglesia principal, fachada oeste (muro del Evangelio)	8.9%
Baptisterio, todas las fachadas	0.5%
Sacristía, todas las fachadas	1.3%
<b>Promedio de relaciones en todas las fachadas</b>	<b>5.1%</b>

\* Se incluyen todos los vanos tapiados en las fachadas del muro testero, de pies y de la Epístola de la iglesia.

Los largos muros laterales de la iglesia principal están reforzados con contrafuertes de adobe de la misma altura, asentados en sobrecimientos de piedra. En el muro de la Epístola hay un contrafuerte a cada lado del vano de la puerta tapiada y entre ambos un contrafuerte adicional hacia el sur, entre el vano tapiado y el contrafuerte original (Figs. 5.19, 5.20). En el muro lado del Evangelio la presencia

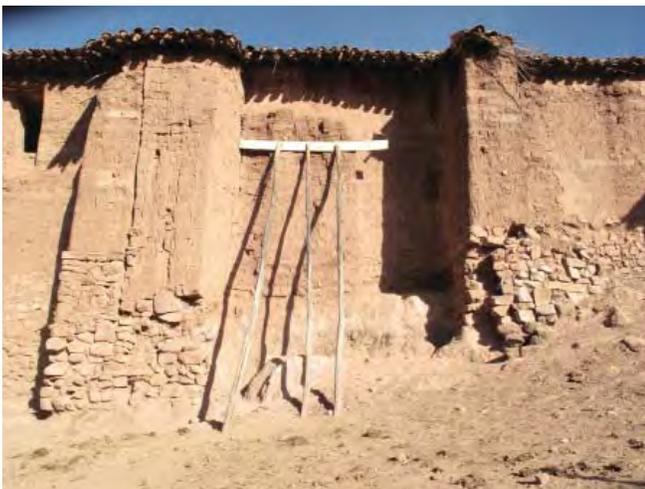
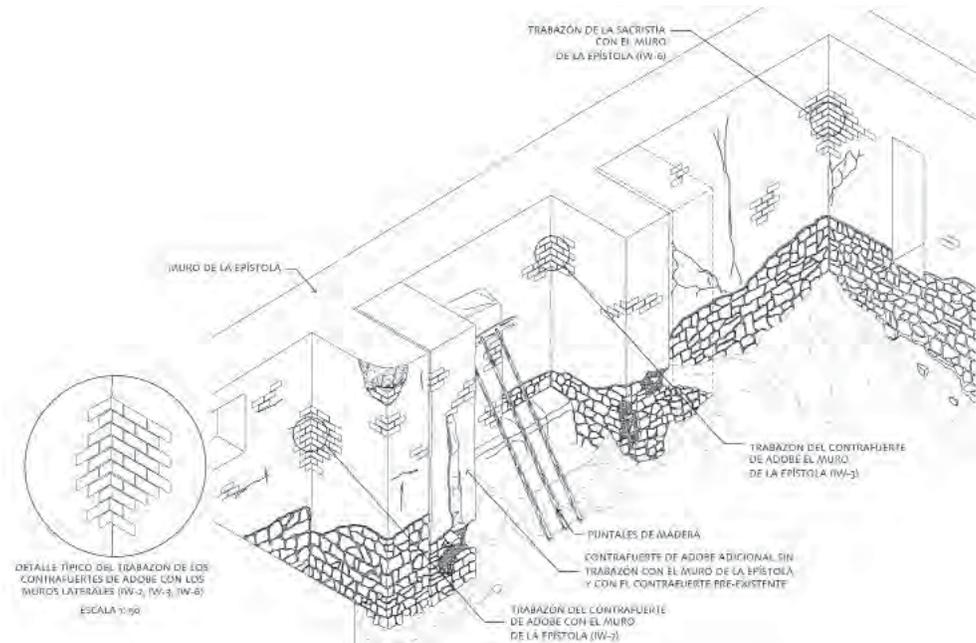
de restos de sobrecimientos y un contorno de líneas desdibujadas indican que alguna vez hubieron contrafuertes de adobe flanqueando la puerta tapiada (Fig. 5.21). También se han utilizado contrafuertes de adobe para reforzar las esquinas sureste, suroeste y noroeste de la iglesia. Estos contrafuertes de esquina son esencialmente extensiones de los muros más allá de su punto de intersección con los muros perpendiculares. Además de los contrafuertes, el baptisterio y la sacristía actúan como refuerzo adicional en el muro de la Epístola.<sup>24</sup>

Los muros de adobe están trabados en las esquinas, al igual que los muros de la sacristía (sector E) que se conectan con el muro de la Epístola. No hay trabazón entre los muros del baptisterio (sector B) y el de la Epístola (Figs. 5.22, 5.23). Con excepción de los contrafuertes adicionales de las fachadas de la Epístola y del Evangelio, todos los contrafuertes se traban con los muros de la iglesia principal.

**FIGURA 5.19**

Axonometría del muro de la Epístola que ilustra la ubicación de los contrafuertes existentes y colapsados.

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 5.20**

Vista de los contrafuertes del muro de la Epístola.

Imagen: Wilfredo Carazas, para el GCI.



**FIGURA 5.21**

Muro del Evangelio que muestra el vano de arco tapiado y los contrafuertes colapsados.

Imagen: Claudia Cancino.



**FIGURA 5.22 (ARRIBA)**

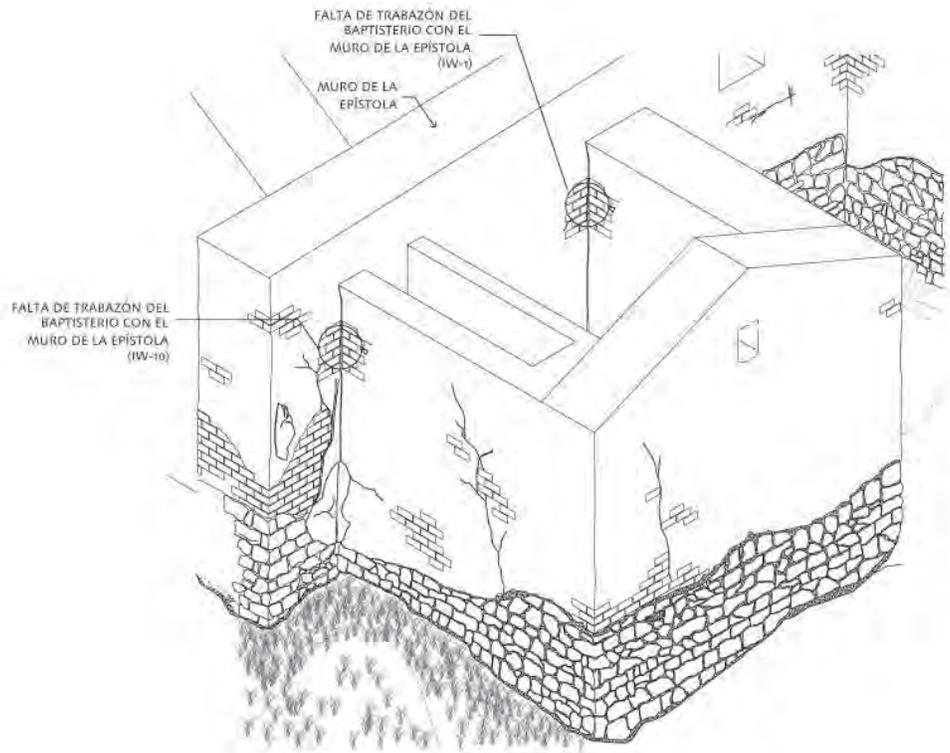
Cala IW-1, detalle del encuentro entre el muro del baptisterio (izquierda) y el muro de la Epístola (derecha).

Imagen: Mirna Soto, para el GCI.

**FIGURA 5.23 (DERECHA)**

Vista de la conexión entre el muro de la Epístola y el baptisterio.

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 5.24**

Baldosas de ladrillo cocido retiradas para llevar a cabo calas, y numeradas para su reinstalación.

Imagen: Mirna Soto, para el GCI.

#### 5.5.4 Pisos y entrepisos

El piso principal de la iglesia se construyó directamente sobre suelo rocoso o relleno de arcilla compactada utilizada para nivelar ciertas partes del terreno. Existen dos niveles diferentes que corresponden tanto a la topografía natural del terreno como a las necesidades funcionales de la iglesia: La nave y el baptisterio se hallan en el punto más bajo; el presbiterio, el altar mayor, y la sacristía que se encuentra aproximadamente a un nivel 2.87 m por encima del piso terminado de la nave. El acabado del piso consiste en baldosas de ladrillo pastelero macizo asentado directamente sobre piso rocoso, o sobre relleno de arcilla expuesto (Fig. 5.24).

El entrepiso del coro consiste en tablonces de madera colocados sobre viguetas de madera (Fig. 5.25) que parten del muro de pies y corren de norte a sur para descansar sobre una viga maestra de madera que tiene los extremos empotrados en los muros laterales de adobe y cuenta con un apoyo intermedio de dos columnas de madera aserrada, con capiteles ornamentados de madera y bases de adobe. El balcón que se proyecta en la esquina noroeste del coro está construido con una viga de soporte y una columna hechas de troncos sin aserrar, que sostienen las viguetas que corren en dirección este-oeste; lo que sugiere que este balcón pudo haberse agregado posteriormente. La parte inferior del piso del coro está acabada con un enlucido con pinturas decoradas.

El entrepiso del balcón de la fachada principal está hecho con tablonces de madera apoyados sobre viguetas de madera que se proyectan en voladizo desde el muro de adobe (Fig. 5.26). No está claro si estas viguetas son extensiones simples del entramado del piso del coro o si son elementos estructurales independientes.



FIGURA 5.25

Vista del entrepiso del coro, mirando al sureste.  
Imagen: Amila Ferron.



FIGURA 5.26

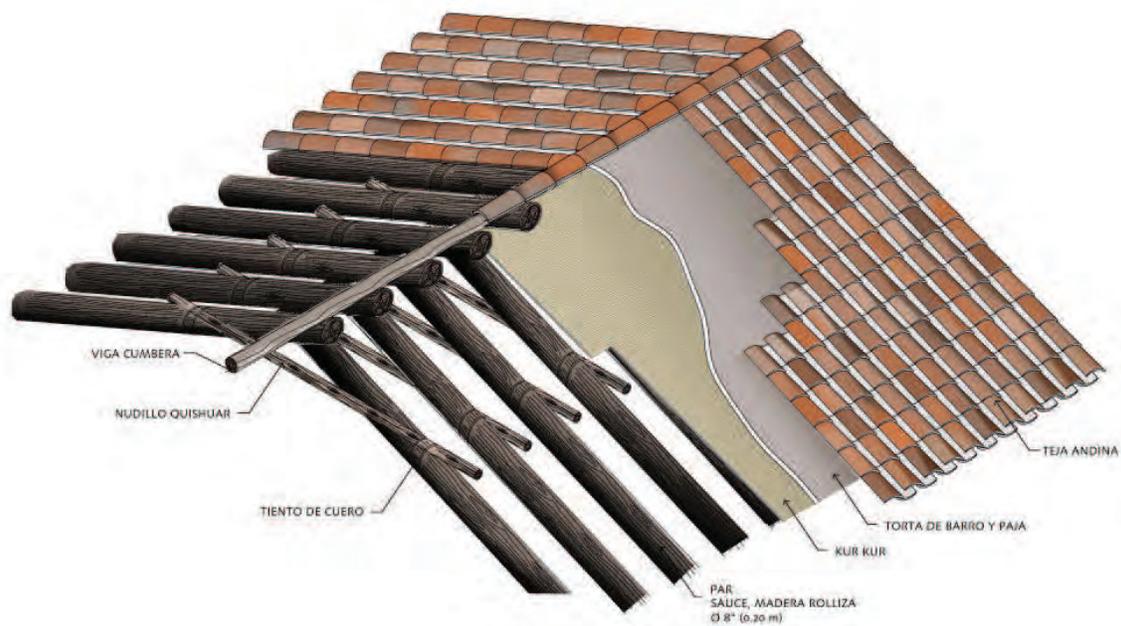
Vista del balcón de la fachada principal.  
Imagen: Claudia Cancino.

### 5.5.5 Cubierta

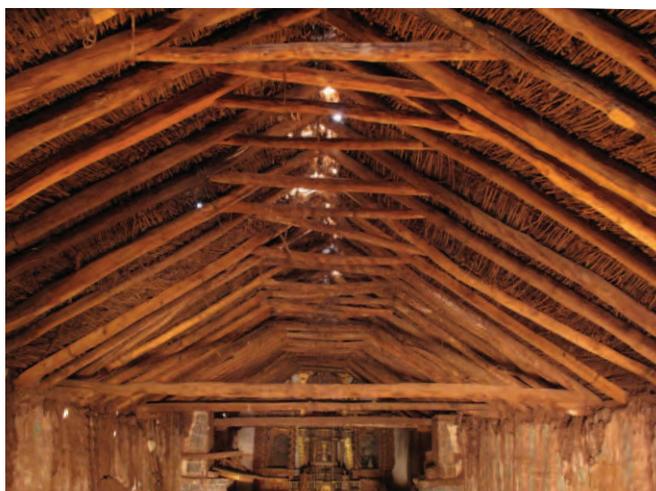
La iglesia principal tiene una armadura de cubierta a dos aguas de una pendiente aproximada de 8:12. El baptisterio y la sacristía también tienen cubiertas a dos aguas de una pendiente similar; pero estas son independientes y están alineadas en dirección perpendicular a la cubierta de la iglesia principal. Todas las cubiertas están compuestas por cerchas de par y nudillo (Figs. 5.27, 28). Los pares están constituidos por troncos de sauce de 8" (200 mm) de diámetro que se traslapan entre sí, conectándose mediante empalmes a media madera en sus puntos de intersección (Fig. 5.29), y amarrados entre sí y a la viga cumbreira con tiento de cuero o soguilla y clavos de hierro forjado. Los nudillos están amarrados o clavados a los pares de manera simple, sin ensambles ni rebajos. La cubierta sobre las cerchas está conformada por junquillos de *kur kur* entretejidos y atados con soguilla,<sup>25</sup> una capa de torta de barro y paja, y tejas españolas de arcilla cocida.<sup>26</sup>

La armadura de cubierta de la iglesia principal consta de 47 cerchas de par y nudillo y seis vigas tirantes de madera. Los extremos de los pares están cortados en inglete y se asientan sobre vigas de soporte de madera de 170 x 170 mm que están embebidas en la cabecera de los muros laterales de adobe (Figs. 5.30, 5.31) y no tienen continuidad o amarres entre sí por lo que no funcionan como vigas soleras; siendo su función principal la de sostener los extremos de los pares. Los tirantes, que están hechos con troncos de aliso o abedul de diámetro aproximado de 8" (200 mm), se apoyan en canes de madera y con estos se empotran aproximadamente 0.60 m dentro del muro de adobe. En la parte central de la nave, dos de los tirantes están pareados y separados por una cercha de par y nudillo cuyo extremo del lado del Evangelio se halla en una cota vertical menor (Fig. 5.32). No hay tirante en el muro de pies, donde la armadura se encuentra con el hastial.

Las armaduras de cubierta del baptisterio y la sacristía consisten en seis cerchas de par y nudillo y una crujía de pares sin nudillos. A diferencia de la iglesia principal, los pares en estos dos sectores parecen asentarse directamente sobre los muros de adobe sin que haya alguna viga de soporte o solera. Los pares del baptisterio y de la sacristía están atados con tiento de cuero a los elementos de madera empotrados en los vértices superiores de los hastiales del lado este.<sup>27</sup> El baptisterio tiene un sólo tirante, sin canes, que conecta los muros laterales norte y sur.

**FIGURA 5.27**

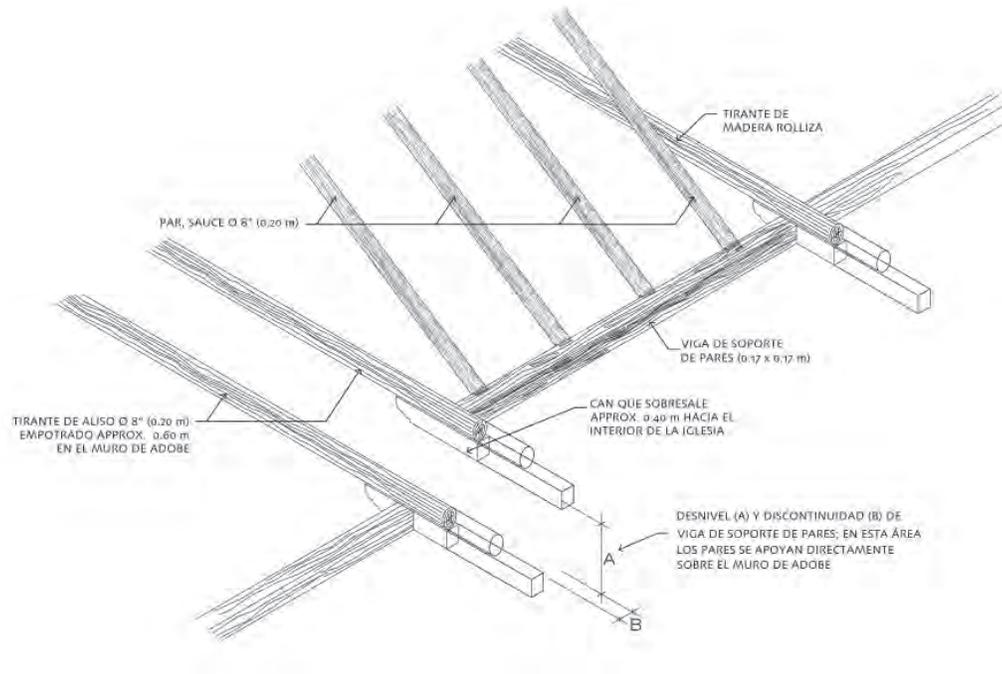
Axonometría de la armadura de par y nudillo con cobertura.  
Ilustración: Jabdiel Zapata, para el GCI.

**FIGURA 5.28**

Vista de la armadura de cubierta con tirantes y cerchas de par y nudillo.  
Imagen: Claudia Cancino.

**FIGURA 5.29**

Encuentro a media madera de dos pares.  
Imagen: Claudia Cancino.

**FIGURA 5.30**

Cala IR-2, detalle de la conexión entre pares, viga de soporte de pares, tirantes y canes.

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

**FIGURA 5.31**

Vista de los pares y viga de soporte de pares en uno de los muros laterales.

Imagen: Claudia Cancino.

**FIGURA 5.32**

Vista de dos vigas tirantes pareadas sobre la nave.

Imagen: Mirna Soto, para el GCI.

## 5.6 Irregularidades, modificaciones, daños y deterioro

Las secciones a continuación describen las condiciones actuales de los diferentes materiales, elementos y sistemas estructurales que componen la Iglesia de Kuño Tambo, así como las irregularidades, modificaciones, daños y deterioros observados durante la inspección para el estudio constructivo.

### 5.6.1 Cimientos y sobrecimientos

En aquellas partes donde el sobrecimiento puede verse desde el exterior o mediante las calas de prospección que se hicieron como parte de la inspección estructural, se observó que éste se halla en condiciones que van de aceptables a buenas. El mortero es en general cohesivo; sin embargo, en algunas partes las piedras están desprendidas. Hay pérdida de algunos mampuestos exteriores y de mortero en la cara exterior del sobrecimiento, observándose en mayor cantidad en el muro de la Epístola. El sobrecimiento del contrafuerte norte del muro de la Epístola ha sufrido grandes daños por la pérdida de material en la esquina noreste. El drenaje inadecuado, la erosión y/o la excavación del promontorio de roca en esta área podrían ser algunos de los factores que han contribuido al daño (Figs. 5.33, 5.34).

### 5.6.2 Muros

Los muros han estado sujetos a varias modificaciones, la mayoría de ellas relacionadas con los vanos de puertas y ventanas, y los contrafuertes. Entre las modificaciones a los vanos de puertas y ventanas se incluyen:

- El gran vano de arco de la puerta del muro del Evangelio ha sido tapiado con mampostería de adobe que no está conectada estructuralmente con el muro. Estos adobes no están revocados o pintados y son visibles desde el interior (Fig. 5.35).
- El gran vano de arco de la puerta del muro de la Epístola se modificó para crear un nicho interior. La cara interior del nicho en el muro modificado esta revocado y presenta pinturas murales, que hacen juego con las demás superficies interiores; lo que sugiere que esta modificación ocurrió antes que la de la puerta del lado del Evangelio. El delgado muro de adobe que conforma el nicho se reforzó con la construcción de un muro de adobe adosado en el exterior. Éste es inestable y muestra un desplazamiento hacia afuera, y se ha apuntalado temporalmente desde el lado exterior para evitar mayores desplazamientos.
- Pareciera que existió una puerta adicional de acceso en el lado de la Epístola de la fachada principal para comunicar el balcón exterior y el coro, que guardaba simetría con la puerta de la fachada existente hacia el lado opuesto. Al parecer esta puerta se tapió.
- Parece asimismo que el vano de ventana del muro testero se tapió parcialmente. Si bien la ventana puede verse desde el exterior, el altar mayor la cubre desde el interior. Se desconoce, si existe y cuál puede ser el material de relleno utilizado en la cara interior del vano tapiado.

Entre las modificaciones a los contrafuertes se cuentan:

- En el muro del Evangelio los dos contrafuertes de tierra que flanquean el vano de puerta tapiada se derrumbaron o bien fueron removidos; no obstante, sus bases de mampostería de piedra aún se conservan. Los contrafuertes

estaban trabados al muro, según evidencian los restos de los adobes de los contrafuertes. La inestabilidad de la piedra y el mortero de la base pudo haber sido la causa del colapso del contrafuerte (Fig. 5.36).

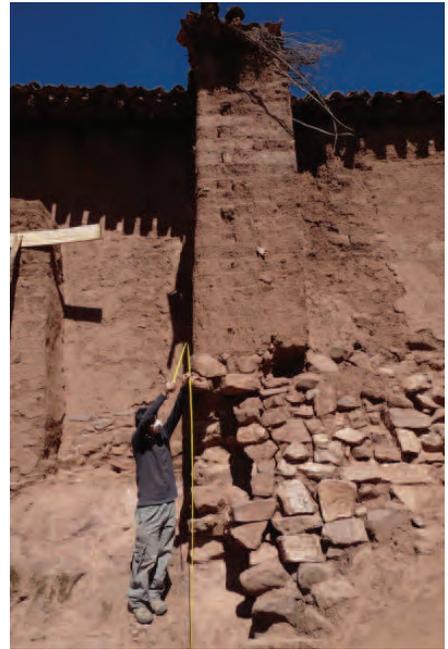
- En el muro de la Epístola uno de los contrafuertes de adobe adyacente al contrafuerte sur ha colapsado o ha sido desmontado. Se piensa que este contrafuerte pudo haberse añadido después, pues no está conectado estructuralmente con el muro de la nave.



**FIGURA 5.33**

Deterioro del sobrecimiento y los contrafuertes en el muro de la Epístola. Nótense el vano de arco modificado (tapiado) entre los contrafuertes y el apuntalamiento.

Imagen: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 5.34**

Vista de detalle del sobrecimiento deteriorado del contrafuerte norte del muro de la Epístola.

Imagen: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 5.35**

Vano de arco tapiado en el muro del Evangelio. El relleno no está trabado con la mampostería del muro adyacente.

Imagen: Amila Ferron.



**FIGURA 5.36**

Vista de los contrafuertes colapsados o desmantelados en el muro del Evangelio.

Imagen: Wilfredo Carazas, para el GCI.

Basados en los daños existentes en la parte superior de las pilastras de tierra que aún están en pie y en la existencia de un arco triunfal en la cercana iglesia de Rondocan, cuyo diseño es similar al de la Iglesia de Kuño Tambo, se asume que la iglesia originalmente tuvo un arco de quincha que separaba la nave del presbiterio (Figs. 5.37, 5.38). Este arco bien colapsó o se desmontó y la pilastra del lado del Evangelio da muestras de agrietamiento (Figs. 5.39, 5.40).

En general los muros de adobe se encuentran en condiciones entre aceptables y buenas; sin embargo, se observaron los siguientes daños y signos de deterioro:

- El muro del Evangelio muestra un desplazamiento hacia afuera. La pérdida de los contrafuertes exteriores del lado del Evangelio podría ser la causa o el



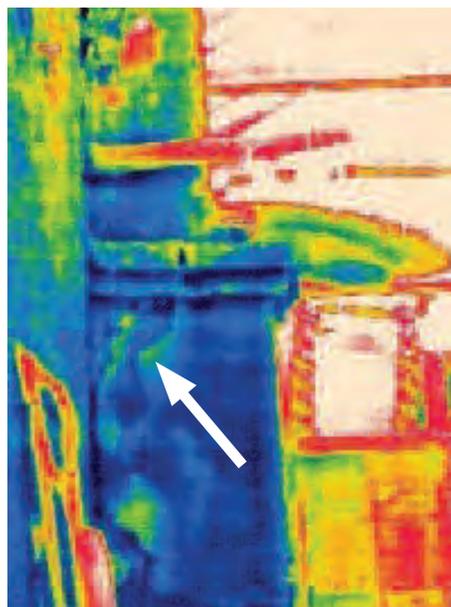
**FIGURA 5.37**

Iglesia de Rondocan: vista del arco triunfal de quincha construido sobre las pilastras de adobe que separan la nave del presbiterio. Imagen: Claudia Cancino.



**FIGURA 5.38**

Vista de los restos de las pilastras de adobe en la Iglesia de Kuño Tambo. Es probable que las pilastras originalmente hayan soportado un arco triunfal. Imagen: Claudia Cancino.

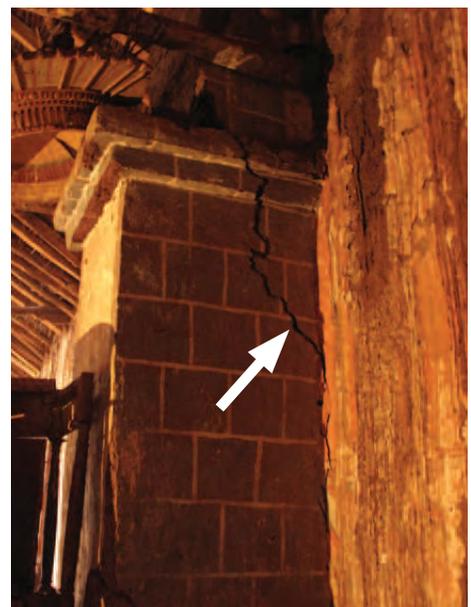


**FIGURA 5.39 (IZQUIERDA)**

Imagen termográfica, desde la nave, que muestra una grieta en la pilastra de adobe del lado del Evangelio. Imagen: Amila Ferron.

**FIGURA 5.40 (DERECHA)**

Grieta en la pilastra de adobe del lado del Evangelio vista desde el presbiterio. Imagen: Claudia Cancino



resultado de este desplazamiento, que parece estar relacionado con las grietas verticales en el muro y su separación del entrepiso del balcón.

- Varios muros muestran grietas y desplazamientos:
  - En el ala del baptisterio, hay varias grietas verticales de 50 mm de ancho en promedio, tanto en la fachada principal como en la fachada del lado de la Epístola, cerca de la esquina sureste. Pareciera que estas grietas guardan relación con el asentamiento del sobrecimiento, quizás debido a humedad por capilaridad y pérdida del mortero, o a la erosión del suelo rocoso. Las grietas en parte podrían deberse a la diferencia en el espesor de los muros del baptisterio, ya que el muro sur tiene embecida la escalera que da al coro, reduciendo su espesor y modificando su comportamiento en caso de actividad sísmica (Fig. 5.41).
  - Hay grietas verticales en las esquinas de la fachada principal, en las aristas donde el muro de pies se intersecta con los contrafuertes y los muros laterales.
  - El muro testero se halla en buenas condiciones y sólo muestra grietas menores.
  - Como se mencionó anteriormente, las columnas interiores muestran grietas diagonales.
- Tanto en la base como en la cabecera de los muros de la Epístola, del Evangelio y de pies, los adobes han sido dañados por el agua y están parcialmente erosionados, con pérdidas de hasta 50 mm en promedio. Se piensa que las fuentes de este daño son goteras en el tejado y humedad por capilaridad del subsuelo. Los daños inducidos por humedad no parecen haber afectado la estabilidad de los muros. Sin embargo, la erosión ha llevado a la pérdida de algunas de las conexiones entre la armadura de cubierta y la cabecera de los muros, la colonización biológica, y el desprendimiento y pérdida del revoque interior, tanto en la base como en la parte superior de los muros (Fig. 5.42).



**FIGURA 5.41**  
Grieta en el muro sur del baptisterio.  
Imagen: Wilfredo Carazas, para el GCI.



**FIGURA 5.42**  
La erosión en la cabecera del muro de adobe en la esquina noreste del altar ha llevado a la falla del par. Se ha instalado un poste de madera a fin de sostener temporalmente la cercha.  
Imagen: Sara Lardinois.

### 5.6.3 Pisos y entrepisos

El entrepiso del coro ha sido modificado al construirse una extensión del balcón en la esquina noroeste construida con una columna y vigas hechas de troncos no aserrados, diferentes a las vigas y columnas aserradas que conforman el entrepiso original del coro.

El entrepiso del coro se halla en condiciones que van de aceptables a buenas. No obstante, se está desprendiendo del muro del Evangelio. El área de separación corresponde al lugar donde se colocaron llaves de madera para evitar el desplazamiento hacia afuera del muro (ver sección 5.6.4 para mayores detalles).

### 5.6.4 Cubierta

Toda la cobertura y la mayoría de los componentes de la cubierta han sido remplazados al menos una vez desde la construcción de la iglesia, alterando la forma original. En algún momento una parte o toda la cubierta debió ser más alta para acomodar el desaparecido arco triunfal que separaba el presbiterio de la nave. Originalmente los elementos de la armadura se conectaban utilizando tiento de cuero, pero en los lugares donde han sido remplazados se ha utilizado soguilla vegetal para conectar los pares entre sí, y clavos de hierro para conectar los pares con los nudillos.

En lado sur de los muros de la Epístola y del Evangelio existen tres llaves de madera instaladas para conectar la armadura de cubierta con los muros de adobe a fin de evitar su desplazamiento hacia afuera (Fig. 5.43). Esta modificación sugiere que originalmente pudo haber existido un (séptimo) tirante adicional en el extremo sur de la iglesia principal, que colapsó o fue removido, e hizo necesario instalar otro tipo de refuerzo que podrían ser las llaves. Existe también una llave de madera en la fachada norte del baptisterio.

La cobertura está en malas condiciones y presenta grandes áreas con ausencia de tejas que han sido remplazadas con calaminas. La armadura de cubierta se halla en condiciones aceptables, aunque algunas cerchas de par y nudillo están deformadas lo que le da a la cubierta un perfil irregular. Algunas de las conexiones entre la armadura de cubierta y los muros se han roto o han desaparecido. En varias cerchas las conexiones entre pares y tirantes han fallado en uno o en los dos extremos, o bien han desaparecido. La armadura no está anclada a los hastiales norte y sur, y la conexión entre la armadura del baptisterio y el muro de la Epístola



**FIGURA 5.43**

Llave de madera en el extremo sur del muro del Evangelio.

Imagen: Claudia Cancino.

de la iglesia principal está dañada o ha desaparecido.<sup>28</sup> Como ya se mencionó, la filtración de agua a través de la cubierta ha llevado al desprendimiento y a la pérdida del revoque interior de los muros, así como a la erosión de la parte superior de los muros laterales de adobe. En algunos casos la erosión de los adobes es de tal magnitud que los extremos de los pares ya no se apoyan en los muros. También se ha observado pudrimiento en la madera de algunas de las vigas de soporte de pares y en los extremos de los tirantes.

## 5.7 Hallazgos preliminares

Los hallazgos preliminares sobre el comportamiento estructural de la Iglesia de Kuño Tambo se basan en datos obtenidos por métodos cualitativos, incluyendo la investigación histórica y observaciones hechas por el equipo de investigación en el curso de las inspecciones llevadas a cabo en el año 2010. La interpretación de los datos recolectados a través de la investigación y la observación, para establecer ideas preliminares sobre el posible comportamiento estructural de la edificación, se basó en la experiencia en construcciones históricas de tierra del equipo de investigación. Estos hallazgos preliminares se estudiarán a mayor profundidad en las siguientes fases del proyecto mediante métodos cuantitativos, incluyendo pruebas estáticas y dinámicas, y análisis numéricos de elementos finitos. Después de los ensayos y análisis cuantitativos, los hallazgos preliminares serán revisados y ampliados según se considere necesario a fin de proveer un diagnóstico y evaluación completos.

Los hallazgos preliminares son los siguientes:

- Las cerchas de par y nudillo no trabajan, debido a la falla o falta de conexiones entre los pares y los nudillos. Además, la conexión entre los pares y los muros de adobe se ha desintegrado en varios lugares debido a la erosión del muro y a la falta de continuidad, a manera de solera, de la viga de soporte de los pares.
- Las filtraciones en la cubierta han acabado por erosionar la cabecera de los muros de adobe laterales, reduciendo el empotramiento y la efectividad de los tirantes.
- Se considera que los muros gruesos de adobe son estables conforme a los criterios de esbeltez del GSAP; sin embargo, varios de los vanos de gran tamaño (actualmente modificados o tapiados) debilitan los muros laterales de la iglesia principal, debilitándose aún más por la pérdida de algunos de los contrafuertes de adobe en el lado exterior de los muros laterales.
- Las causas de la presencia de grietas en los muros de adobe varían de acuerdo al lugar:
  - Las grietas en los muros de adobe del lado de la Epístola de la edificación se deben al asentamiento de los cimientos y sobrecimientos y son el resultado de la débil conexión entre la iglesia principal y el baptisterio, de la humedad y la erosión del terreno en torno a la iglesia.
  - Las grietas en el muro de pies se deben a la ausencia de conexiones y a la acción de empuje de la armadura de cubierta contra los muros laterales. La falta de un tirante en esta área podría estar contribuyendo al desplazamiento de los muros laterales y al agrietamiento asociado en el muro de pies.

**Notas**

1. Se considera que el Virrey Francisco de Toledo fue el organizador del Virreinato del Perú. Durante su gobierno se fundaron más de mil pueblos de indígenas, conocidos como *reducciones*. En *Pueblos de indios, Otros urbanismo en la región andina*, de Alejandro Málaga Medina, el autor señala que: "Con el impulso toledano, el reordenamiento administrativo y espacial del Virreinato fue generalizado. La visita dio como resultado un total de 614 repartimientos, 712 doctrinas y más de mil reducciones o pueblos de indios." La obra de Málaga Medina se cita en Jurado, 2006, p. 127.
2. Zuidema y Poole, 1982, p. 86. Este documento del año 1577 sobre las cuatro regiones de Cuzco se basó en la información dada por los *curacas* de las *reducciones* creadas bajo el gobierno del Virrey Francisco de Toledo.
3. En relación a la creación de los pueblos de indios Juan de Matienzo escribió en el año 1567: "Una plaza de forma cuadrangular en el centro y luego manzanas cuadradas que se dividirían en cuatro solares por lado y sus calles anchas. La iglesia se fabricaría en una de las cuadras o manzanas de la Plaza; a su frente mesón para los españoles que estuviesen de paso en dicho pueblo, y que comprendería cuatro cuartos con techos de tejas y con caballerizas; en uno de los solares de la otra cuadra se levantarán la casa del cabildo; en el otro la huerta y servicio del hospital; finalmente en el último solar, corral del cabildo. En uno de los solares, de las cuatro manzanas que rodean la plaza, se construirá la casa del corregidor; detrás de esta casa para el *Tucuy Ricuy* y cárcel, en la que habría dos cepos y cuatro pares de grillos y de cadenas. Los demás solares de la plaza serán para casa de españoles, casados que desearan vivir entre los indios. A cada cacique se le dará una cuadra o dos solares, conforme a la gente que tuviere. Así constituido cada pueblo se procedería a fijar las tasas." La obra de De Matienzo se cita en Málaga Medina, 1974, p. 153.
4. En la Real Cédula de 1538 dada en Valladolid, España, Don Antonio de Mendoza se comprometía a crear pueblos para los indígenas de toda la Nueva España (México), con calles y plazas bien trazadas, una iglesia, una cárcel y casas para las autoridades locales, para las autoridades indígenas y para los alcaldes. Se dieron diversas instrucciones sobre la manera en como habrían de crearse estos pueblos (Villacorta Santamato 2005).
5. Las instrucciones dadas por la Real Audiencia de Lima a los visitadores el 15 de noviembre del año 1561 dicen: "Les dareys a entender que los queremos reducir a pueblos porque tengan mejor gobernación entre sí, y así mesmo dareys jurisdicción para que ellos tengan entre sí su república fundada y se gobiernen de los que entre ellos pasare y tratare y para que se les pueda enseñar la doctrina cristiana y para esto conviene que se reduzgan a pueblos." El texto de estas instrucciones se cita en la obra de Villacorta Santamato, 2005.

6. La Constitución 2 del Primer Concilio Provincial Limense dice: "Que se hagan iglesias en los pueblos de indios, y en el modo que se han de tener de hacer. - Ítem por cuanto, por la bondad y misericordia de Dios Nuestro Señor, en los más pueblos y provincias de indios hay ya muchos de los cristianos, y cada día serán más; y es razón que haya templos e iglesias donde Dios nuestro Señor sea honrado y se celebren los oficios divinos e administren los sacramentos, e los indios concurren a oír la predicación y doctrina: ss. ap. Mandamos que los sacerdotes que estuviesen en la doctrina de los naturales en los pueblos de indios den orden y procuren con diligencia como en cada repartimiento, en el pueblo principal donde esté el principal cacique, se haga una iglesia conforme a la cantidad de la gente en la cual se administren todos los sacramentos si no fuera en caso de necesidad. Y procurará el tal sacerdote de adornarla de arte que entiendan la dignidad del lugar y para lo que se hace, dándoles a entender que es aquel lugar dedicado para Dios y para el culto y oficio divinos, y para que concurremos a pedir perdón a Dios de nuestros pecados, y que en él no se han de hacer cosas ilícitas ni den lugar a ellos. Y en los demás pueblos pequeños donde que no hubiese posibilidad para hacer iglesia, hagan una casa pequeña, a manera de ermita para este efecto, donde pongan un altar adornado con una imagen o imágenes, en la mejor manera que pudieren, y donde fuera tan pequeño que para esto no haya posibilidad, al menos señalen un lugar decente con una cruz, donde se les diga la doctrina y platique las cosas de la fé." Citado en Vargas Ugarte, 1951, p. 8.
7. La Constitución 77 del Segundo Concilio Provincial Límense dice: "Que a cada parroquia no se le den ni señalen más de cuatrocientos indios casados, con los cuales entran los demás que les pertenecen como muchachos, viejos, huérfanos y forasteros." Citado en Tercer Concilio Provincial Limense, 1582-1583, 1982, p. 169.
8. Villacorta Santamato, 1987, p. 116.
9. La Constitución 3 indicaba que los viejos templos debían destruirse y, si el lugar era apropiado, debía construirse una nueva iglesia en su lugar.
10. Plaza de Armas es el nombre típico de las plazas principales de muchos poblados del Perú y se deriva del uso que tenían dichas plazas como sitios para el almacenamiento de armas durante el período del virreinato.
11. Villacorta Santamato, 1987, pp. 118-135.
12. Según documentos hallados en el archivo de la parroquia de Acomayo, "el Templo Santiago Apóstol de Cunutambo data del año 1681" (Archivo Parroquial de Acomayo. Sección Colonia. Libro de Fábrica de la Viceparroquia de Cunutambo. Leg. IX 1, 1, 7 1681).
13. Según un documento de 1689 San Juan de Quihuas era la parroquia en la que se incluían los pueblos de Pumaquehuar y Cunutambo. Citado en Villanueva Urteaga, 1982.
14. Según documentos localizados en la Parroquia de Acomayo: "La Iglesia de Santiago Apóstol poseía terrenos y propiedades en los sectores del Hanansaya y Urinsaya de Cunutambo, abarcando 3 topos de cultivos de maíz y 1/2 topo de tierras de cultivos de granos (trigo y cebada)". (Archivo Parroquial de Acomayo. Sección Colonia. Libro de Fábrica de la Viceparroquia de Cunutambo. Leg. IX 1, 1, 7 1681.)
15. Archivo Arzobispal del Cuzco. Libro de Fábrica e Inventario de Bienes y Alhajas perteneciente al Repartimiento de Quispicanchi. Año 1689.
16. Villanueva Urteaga, 1982, p. 128.

17. El inventario del año 1767 reportaba: "dos cálices con sus respectivas patenas, tres cruces de guión, un incensario, un hostiario, un viril para el sacramento, dos copones de plata grande y chico con tapa dorada, crucecita de plata, una corona de plata de la Virgen del Rosario y entre sus ornamentos cinco casullas con sus manípulos y estolas de diferentes colores, dos capas de San Cristóbal y Patrón Santiago, dos mangas de cruz, tres frontales de lienzos y dos almaizales." (Registro realizado en el periodo del cura Manuel de la Sota. Archivo Arzobispal del Cuzco. Libro de Fábrica y Cofradía. Rondocán. Año 1767-1783).
18. Los inventarios del siglo XIX están en varios lugares, entre los que se cuentan:
  - Archivo Regional de Cuzco. Grupo Documentario Cabildos de Cuzco. Leg0 83. C 16 Año 1816-1817.
  - Archivo Arzobispal del Cuzco. Libro de Fábrica y Cofradía. Rondocán 1830-1832.
  - Archivo Regional de Cuzco, Grupo Documentario Tesorería Fiscal. Libro de Matrículas de la Provincia de Quispicanchi. Año 1830- 1838. Libro 01.
19. Las zonas sísmicas se definen en el Capítulo II, Parámetros de Sitio de la Norma Técnica de Edificación E.030: Diseño Sismorresistente, disponible en la dirección del portal electrónico [http://www.igp.gob.pe/web\\_page/images/documents/ltorres/norma\\_tecnica\\_edificaciones.pdf](http://www.igp.gob.pe/web_page/images/documents/ltorres/norma_tecnica_edificaciones.pdf)
20. La información sobre fechas de terremotos, ubicación de epicentros y magnitudes de momento (Mw) ha sido resumida en el *Historic World Earthquakes* (en español: Terremotos Históricas del Mundo), publicado por United States Geological Survey - USGS (en español: Agencia de Estudios Geológicos de los Estados Unidos) disponible en la siguiente dirección del portal electrónico [http://www.earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/historical\\_country.php#peru](http://www.earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/historical_country.php#peru). En el resumen no están disponibles las estimaciones de las magnitudes de momento de los terremotos del año 1943 en Yanaoca, del año 1913 en Abancay y del año 1764 en Lima.
21. Según la comunidad local, la iglesia fue afectada por un terremoto que ocurrió alrededor del año 1939. Esta podría ser una referencia al terremoto de Yanaoca del año 1943.
22. El término "aparejo inglés" es un término arquitectónico común que se utiliza para describir un cierto patrón de aparejo de las unidades de albañilería.
23. Los criterios para determinar las relaciones de esbeltez se basan en Tolles, Kimbro, Webster y Ginell, 2000.
24. Aunque las alas del baptisterio y de la sacristía son beneficiosas en la medida en que brindan un soporte adicional al muro de la Epístola, su peso adicional también introduce irregularidades en el desempeño estructural general de la iglesia.
25. *Kur kur* es un tipo de bambú de las tierras altas que se utiliza comúnmente en las techumbres de la región de Cuzco. Las cañas son delgadas y tienen el centro relleno.
29. El término "estilo español" se utiliza para describir las tejas de forma semicilíndrica, colocadas en hiladas alternas, de manera que sus lados convexos sean adyacentes y se sujeten a tejas cuyos lados convexos estén hacia abajo.
30. Según Juan Julio García, ex-director de la oficina regional de Cuzco del Ministerio de Cultura del Perú al momento de esta publicación, esta técnica se deriva de los Incas, quienes la usaban para amarrar las armaduras a los hastiales de piedra.
31. La cumbre de la cubierta de la sacristía es más alta que la del baptisterio, por lo que se intersecta con la cubierta de la iglesia principal y no con el muro de la Epístola.

## CAPÍTULO 6

# Casa Arones

### 6.1 Introducción

Ubicada en el centro histórico de la ciudad de Cuzco, Casa Arones es una típica estructura residencial del siglo XVII (Fig. 6.1). Construida como vivienda unifamiliar, con espacios comerciales al nivel de la calle, se dividió posteriormente en múltiples unidades residenciales. Actualmente la edificación está casi totalmente desocupada; sin embargo el propietario, una organización no gubernamental, tiene planes para rehabilitar la casa. Casa Arones tiene un área de 1,100 m<sup>2</sup> y presenta muchas de las características de diseño y materiales típicos de las residencias del período virreinal, que incluyen muros de adobe moderadamente gruesos asentados sobre una cimentación de mampostería de piedra irregular, cubierta de par y nudillo y galerías con arquerías de ladrillo cocido y piedra alrededor de un patio central (Fig. 6.2). La edificación ha sido ampliada y modificada a lo largo de su historia; siendo muchas de estas modificaciones de los siglos XVIII-XIX las que podrían considerarse históricamente importantes. En general, Casa Arones se halla en condiciones que van de aceptables a malas; y los hallazgos preliminares indican que la mayoría de los daños detectados son resultado de la falta de mantenimiento.

Aunque los sistemas estructurales de la construcción se encuentran intactos, muchos de sus elementos presentan inestabilidad, especialmente las arquerías de mampostería de piedra. Casa Arones es vulnerable a futuros eventos sísmicos debido a la inestabilidad de sus elementos estructurales, la carencia de muros transversales en el segundo piso y a las malas condiciones de la cubierta que ha dañado los muros y las conexiones entre ambos. Recientemente se ha realizado un apuntalamiento de emergencia para proteger la estructura hasta que se lleve a cabo un proyecto completo de conservación o rehabilitación.

#### FIGURA 6.1 (IZQUIERDA)

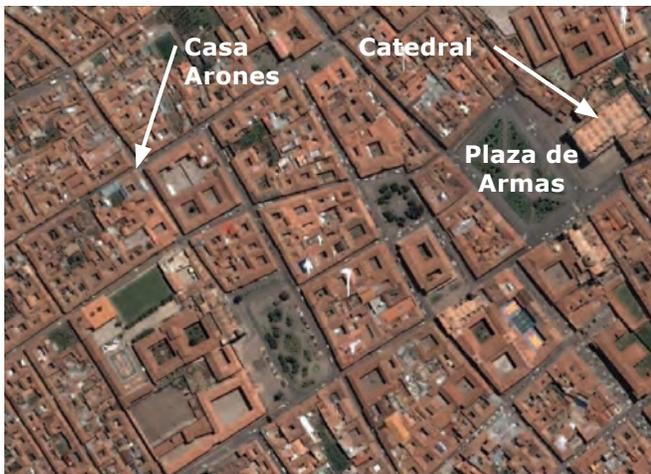
Imagen de satélite que muestra la ubicación de la Casa Arones en relación a la Plaza de Armas y la Catedral de Cuzco.

Imagen: © 2012 DigitalGlobe, © 2012 Google.

#### FIGURA 6.2 (DERECHA)

Vista de la esquina de la Casa Arones.

Imagen: Sara Lardinois.



## 6.2 Antecedentes históricos, contexto y significado

### 6.2.1 Antecedentes históricos y contexto

La ciudad de Cuzco se ubica a 3,400 m sobre el nivel del mar, en los Andes peruanos, cerca al Valle del Urubamba. La ciudad de Cuzco es la capital política de la región, y de la provincia de Cuzco. Cuzco fue asimismo la capital del Imperio Incaico y en la actualidad se le reconoce como la capital histórica del Perú.<sup>1</sup> Hasta el año 2007, la ciudad tenía 358,935 habitantes; aunque, por ser un destino turístico, recibe a casi un millón y medio de visitantes al año. La Casa Arones se encuentra en el centro histórico de Cuzco, en el barrio de Nueva Alta, dentro de los linderos de la parroquia de San Pedro. Durante el período virreinal, esta área se conoció como la *Parroquia del Hospital de los Naturales*, ya que ahí se encontraba el Hospital de San Pedro; anteriormente conocido como *Chaguaytapra*.

La ocupación más remota que se conoce de la zona se remonta a más de dos mil años de antigüedad. En 1941 el arqueólogo estadounidense John Rowe halló en el vecino barrio de Santa Ana, cerámica que data de entre los siglos V y II a.C. perteneciente a la cultura *Chanapata*, quienes habían poblado el área desde el siglo VIII a. C.

Durante el imperio Incaico, también llamado *Tawantinsuyo*, Cuzco era un centro urbano bastante desarrollado con funciones religiosas y administrativas específicas, rodeado por áreas, artesanales, industriales y agrícolas claramente delimitadas; encontrándose la Casa Arones en el área que se utilizaba para fines agrícolas.<sup>2</sup> Los *andenes* cubrían la colina de *Carmenca* hacia el noroeste, descendían en dirección hacia el lugar donde se ubica actualmente la Casa Arones.<sup>3</sup> Durante el siglo XVI, este sector de Cuzco fue urbanizado y la configuración existente de los andenes influyó en el patrón de la estructura urbana.<sup>4</sup> En aquella época este sector se conocía como *Picchu* y se extendía hasta el camino al *Contisuyo*, uno de los cuatro *suyos* o regiones del imperio Incaico ubicado al suroeste de Cuzco.<sup>5</sup> Este camino posteriormente se llamó calle Hospital. Al hacerse obsoletos los andenes en esta área, algunos paños se desmantelaron para reutilizar las piedras en construcciones nuevas, otras porciones de andenes han quedado en pie y muchas de las casas construidas sobre los antiguos andenes los han incorporado como parte de las cimentaciones. En el caso de la Casa Arones se han hallado piedras Incas reutilizadas en algunas partes de la cimentación. En el siglo XVI la población indígena consideraba el área como una huaca o lugar sagrado;<sup>6</sup> y los *ayllus* que habitaban la zona, la conocían como *Chacuaytapra*.<sup>7 8</sup>

En 1569 Don Francisco de Toledo llegó al Perú para organizar el virreinato. Toledo viajó a Cuzco, donde se quedó por dos años (1570-1572) y empezó a organizar la ciudad creando parroquias y reducciones indígenas. Durante este periodo la ciudad creció a lo largo del camino al *Contisuyo* extendiendo sus límites hacia el suroeste,<sup>9</sup> dejando el área de *Picchu* desocupada.

En el curso del siglo XVII, el vecindario en el que se alza Casa Arones tomó el nombre de Barrio de la calle *Chawaytapra*, tomando luego el nombre de calle Nueva Alta. Este es el nombre que se utiliza en la actualidad para designar a la calle del lado este de la Casa Arones. Durante la primera mitad del siglo XVII, mercaderes y criollos ocuparon *Piccho* (Picchu) y *Chaguaytapra* (Nueva Alta), así como los barrios de *Matara*, *Pumancsaca* (Umachata) y *Quechua*,<sup>10</sup> y continuaron haciéndolo hasta el año 1650, cuando un gran terremoto destruyó muchas partes de la ciudad.<sup>11</sup> Después de este evento, los españoles y mestizos ocuparon las áreas de

Picchu, *Chaguaytapra* (Nueva Alta), *Ayhuayco*, calle Hospital y calle Matara. Durante el siglo XVIII, este sector era fundamentalmente residencial.

En 1840, luego de la independencia del Perú, la secesión definitiva del antiguo territorio del Alto Perú (Bolivia) ocasionó una crisis en Cuzco. La ciudad perdió buena parte de su población y entró en un declive que continuó hasta la primera mitad del siglo XX. Durante este período las casas no recibieron mantenimiento, y muchas de ellas se alquilaron, vendieron, o se subdividieron para ser ocupadas por varias familias, como sucedió con la Casa Arones. Según un censo del año 1862, en cada casa del vecindario de Nueva Alta vivían un promedio de cuatro familias de ocho miembros cada una.

Se considera que la Casa Arones fue construida entre finales del siglo XVI y comienzos del siglo XVII, antes del gran terremoto del año 1650. La referencia más antigua de la edificación data del año 1643 cuando apareció en *El Plano Más Antiguo del Cusco*.<sup>12</sup> En 1651, un año después del terremoto, el título de propiedad más antiguo que se conoce nos dice que la casa la compró Pedro Carrasco, dándose inicio a una larga cadena de propietarios.<sup>13</sup> En algún momento entre los años 1672 y 1773, la casa pasó a ser propiedad de Don Cipriano Oblitas, razón por la que algunas veces en documentos históricos y actuales a la Casa Arones también se le llama Casa Oblitas. En la actualidad la casa está deshabitada, excepto por la persona encargada de la vigilancia que suele pernoctar en ésta varios días a la semana. Hoy en día la casa pertenece a la Organización No Gubernamental Guamán Poma de Ayala, que está planificando su rehabilitación.

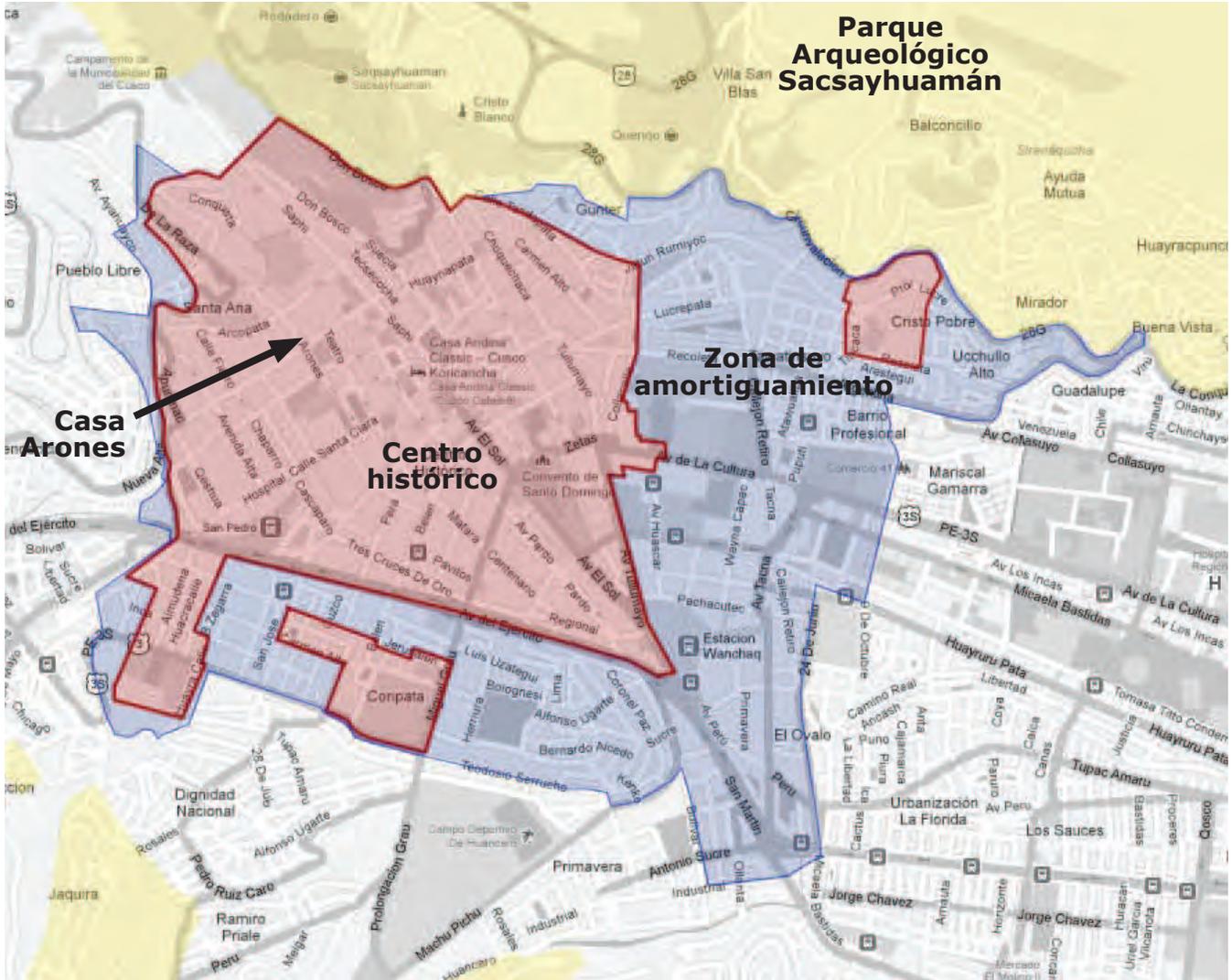
La Casa Arones ejemplifica muchas de las características de la típica casa cuzqueña, con dos patios, un zaguán que da acceso de la calle al patio principal. Este patio está rodeado por galerías con arcos que permiten la circulación entre las habitaciones y los espacios exteriores. Se cree que esta configuración está basada en la arquitectura residencial tradicional mediterránea; aunque en Cuzco, los españoles adaptaron la tradición mediterránea a la existente tipología arquitectónica Inca conocida como *kancha*, que consistía en un conjunto definido por tres o más edificaciones rectangulares ubicadas simétricamente en torno a un espacio central abierto de forma rectangular.<sup>14</sup> Tanto el patio como la *kancha* tenían una función similar; sin embargo, debido a la ubicación simétrica de las edificaciones con respecto al espacio central, el zaguán no se ubicaba en el centro del patio, sino hacia un lado. La ubicación del zaguán, si bien es típica de las edificaciones españolas del Cuzco, es algo diferente a los patrones que prevalecen en Lima. En el caso de la Casa Arones, ésta no se construyó sobre una *kancha* ya existente, sino sobre antiguos andenes Incas.

Originalmente la casa tuvo la función de residencia unifamiliar con espacios comerciales en la planta baja en la calle Arones hacia el este y posteriormente se subdividió en múltiples unidades residenciales. La edificación ha sufrido múltiples ampliaciones y modificaciones desde su origen; y es por este motivo que incorpora muchos estilos arquitectónicos de diferentes períodos. Se cree que una de las partes más antiguas de la casa es la arquería de piedra en la galería norte del patio principal, típica de las edificaciones de finales del siglo XVI e inicios del siglo XVII. El pavimento del patio principal también es típico de las tradiciones constructivas de los siglos XVI y XVII. Se han hallado restos de pinturas murales en el segundo piso, que probablemente datan del siglo XVIII, mientras que las habitaciones principales de la casa están cubiertas con papel tapiz de finales del siglo XIX y principios del XX. Al exterior, la portada de piedra en el ingreso refleja influencias renacentistas y manieristas, aunque la puerta principal de madera sigue

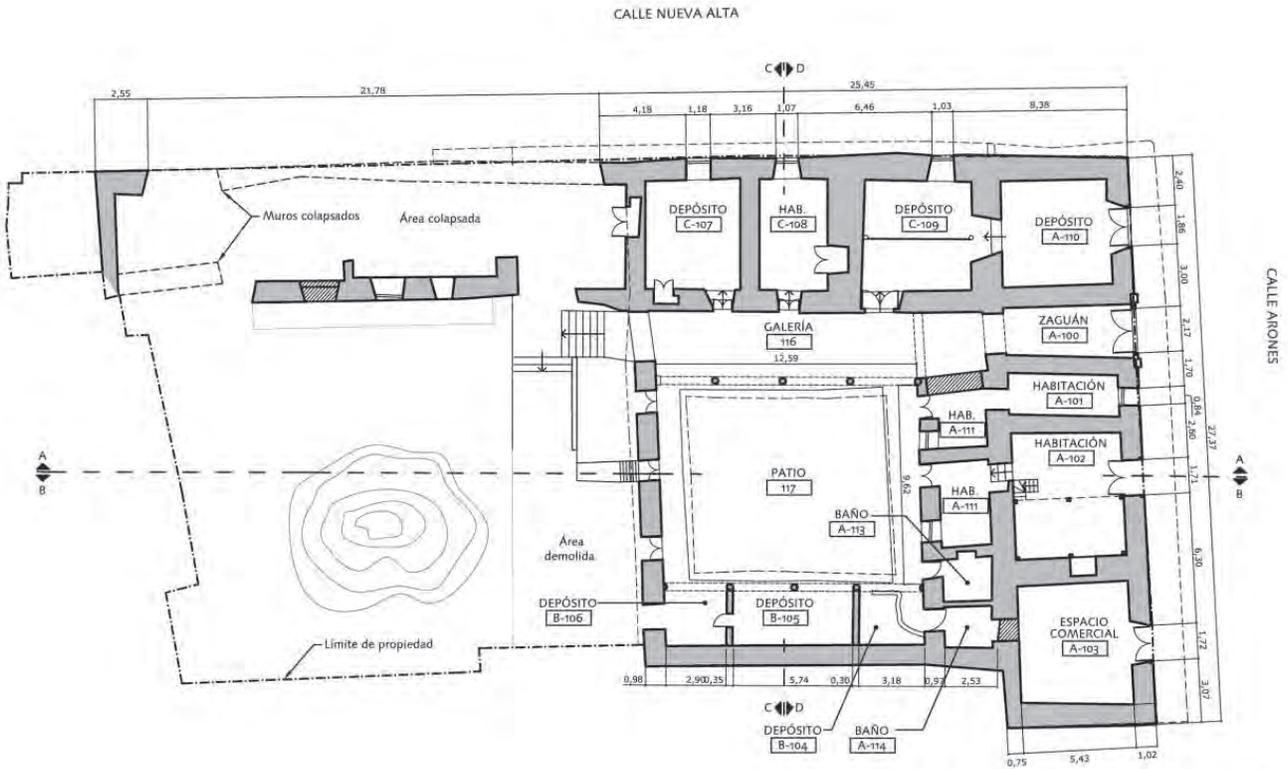
el estilo mudéjar, y los balcones del segundo piso probablemente pertenezcan a un período posterior. Los dibujos históricos que se conocen indican que el patrón de vanos en las fachadas exteriores ha cambiado. Un plano del año 1776 muestra una sola puerta que corresponde a la actual ubicación de la portada de la fachada de la calle Arones y se ven dos vanos de puerta en la calle Nueva Alta; no obstante, en la actualidad esta última sólo presenta ventanas.<sup>15</sup> La casa ha sufrido daños provocados por actividad sísmica. En el año 1986 la escalera y el segundo patio colapsaron como resultado de un terremoto.

### **6.2.2 Significado**

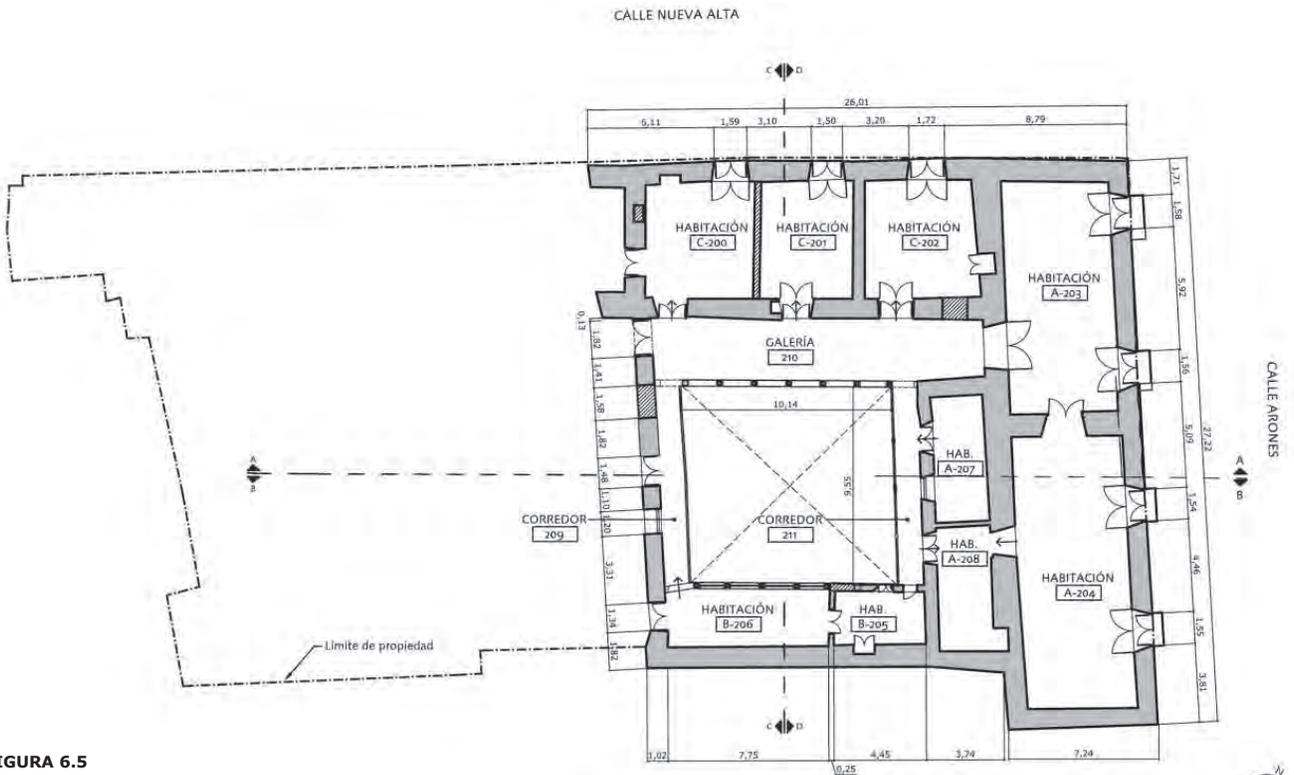
La Casa Arones se encuentra dentro de los límites de la ciudad de Cuzco, inscrita en la lista de Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO en el año 1983 (Fig. 6.3).<sup>16</sup> La Casa Arones se registró como monumento nacional el 28 de diciembre del año 1972, conforme a la Resolución Suprema R.S. N° 2900, publicada el 23 de enero del año 1973. Es importante señalar que en muchos registros, incluyendo los del ex-Instituto Nacional de Cultura, la Casa Arones aparece bajo su nombre alternativo de Casa Oblitas. La construcción es importante como contribuyente al paisaje urbano histórico, ubicada en un vecindario compuesto de construcciones de tierra de similar antigüedad, tamaño, diseño y técnica constructiva, en un área que solía ser un sector agrícola Inca. La Casa Arones también es arquitectónicamente importante por ser un ejemplo representativo de la típica arquitectura residencial cuzqueña del siglo XVII.



**FIGURA 6.3**  
Plano que muestra los límites del centro histórico de Cuzco (en rojo), la zona de amortiguamiento (en azul) y la zona arqueológica (en amarillo).  
Imagen: © 2013 Google, con anotaciones adicionales del GCI



**FIGURA 6.4**  
Planta del primer piso de la Casa Arones.  
Dibujo base preparado por Enrique Estrada, editado por el GCI.



**FIGURA 6.5**  
Planta del segundo piso de la Casa Arones.  
Dibujo base preparado por Enrique Estrada, editado por el GCI.



### 6.3 Descripción arquitectónica

La Casa Arones está ubicada en la esquina suroeste de la intersección de las calles Arones y Nueva Alta, y colinda con edificaciones históricas de tierra de dos pisos de altura. Una estrecha acera empedrada corre a lo largo de las fachadas norte y este. El predio presenta una suave pendiente de noroeste a sureste, con un desnivel de aproximadamente 1.90 m de oeste a este y de norte a sur.

La casa tiene dos pisos de altura y está constituida por múltiples y estrechas crujías en torno a un patio central (Figs. 6.4, 6.5), junto a un segundo patio con jardín hacia el oeste que no forman parte del presente estudio constructivo (Fig. 6.6).<sup>17</sup> La casa tiene 1,100 m<sup>2</sup> de superficie y su planta es prácticamente cuadrada, midiendo aproximadamente 25 m en el lado norte (calle Nueva Alta) y 27 m en el lado este (calle Arones).<sup>18</sup> El volumen principal del edificio está compuesto por dos crujías que forman una "L" alineadas a la calle por los lados norte y este. Al sur del patio central hay una crujía menor parcialmente demolida, y hacia el oeste, un muro de adobe que separa el patio principal de lo que queda de la crujía posterior. Cada crujía está construida con una cimentación de mampostería de piedra que soporta muros de adobe y particiones de quincha utilizada en algunas de las habitaciones interiores. El patio tiene galerías con arquerías de mampostería de ladrillo cocido y piedra en los lados norte y sur. Las crujías en "L" están cubiertas por dos armaduras de cubierta de madera a dos aguas, mientras que la crujía menor tiene una cubierta de una sola agua.

La apariencia exterior de la casa está definida en gran medida por la superficie plana de los muros y por los vanos de ventanas espaciadas irregularmente y ubicadas ligeramente al interior del plano de la fachada. La fachada este (calle Arones) es la principal, y por esta razón es la más elaborada (Fig. 6.7). La portada de piedra del ingreso principal consiste en un entablamento con pilastras dóricas de acabado rústico que enmarcan una puerta monumental de dos hojas de madera de estilo mudéjar (Fig. 6.8).<sup>19</sup> La portada no está alineada con el centro de la fachada, sino está cerca del extremo norte a eje de la galería norte del patio. A la izquierda de la portada hay una pequeña ventana con una reja decorativa de hierro. En la planta baja, tres puertas grandes dan acceso independiente a cada uno de los espacios comerciales; y en el segundo piso hay cuatro pequeños balcones de piso de madera con puertas con vidrios, contraventanas de madera y barandas de hierro decorado. A juzgar por los restos de los muñones de vigas empotrados en el muro, es posible que haya existido un balcón más largo que envolvía la esquina noreste de la edificación (Fig. 6.9).

En la fachada norte (calle Nueva Alta) puede verse el encuentro entre las dos cubiertas a dos aguas, mostrando el hastial bajo la cumbrera de la armadura norte-sur, y los grandes aleros de la armadura este-oeste proyectándose a lo largo del resto de la fachada. En la planta baja hay cuatro pequeñas ventanas con rejas de seguridad. En el segundo piso vemos tres balcones de antepecho con tres puertas de dos hojas con vidrios y contraventanas y barandas de hierro decorado y en el extremo oeste, una pequeña ventana adicional (Figs. 6.10, 6.11). En ambas fachadas exteriores (norte y este) los vanos del primer y segundo piso no están alineados, y las dos cubiertas dejan la armadura de madera expuesta bajo sus grandes aleros. Entre los materiales exteriores se cuentan la piedra natural y labrada del sobrecimiento expuesto, el revoque de los muros de adobe, y tejas de barro cocido en la cubierta.

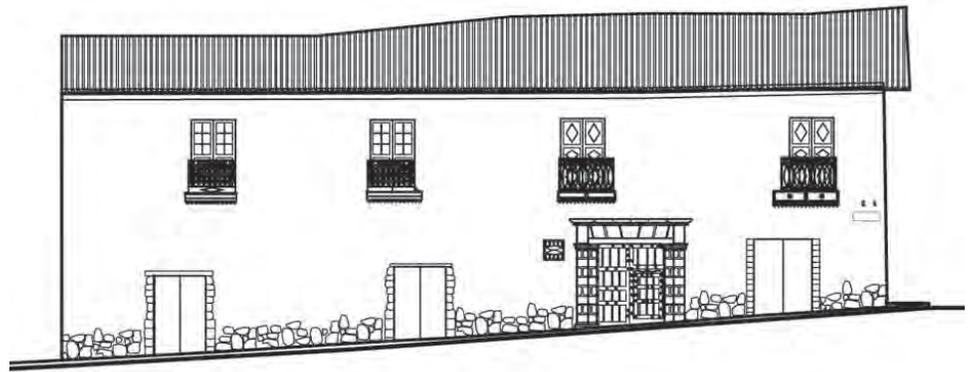
**FIGURA 6.6**

Área a lo largo de la calle Nueva Alta en proceso de colapso. Puede verse el apuntalamiento de emergencia y la cubierta temporal. Esta sección no es parte del estudio constructivo. Imagen: Amila Ferron.



**FIGURA 6.7**

Elevación hacia la calle Arones. Dibujo base preparado por Enrique Estrada, editado por el GCI.



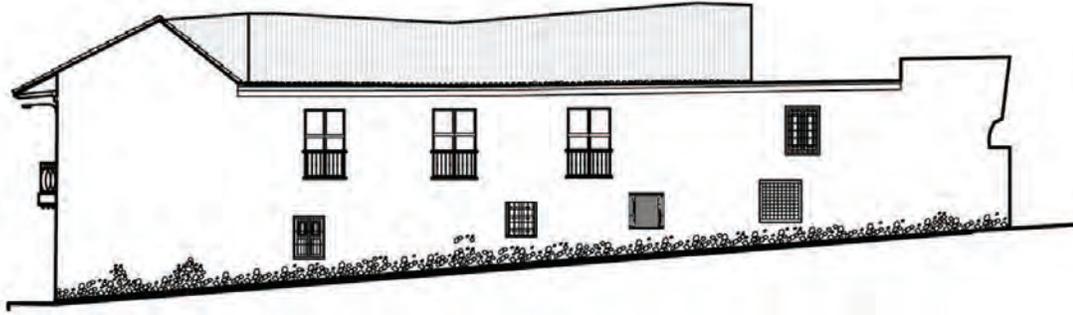
**FIGURA 6.8**

Detalle de la portada de ingreso de la fachada este hacia la calle Arones. Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 6.9**

Ejemplo de un balcón esquinero en voladizo o cantiléver existente en una edificación cercana en la misma calle Arones. Los muñones de las vigas recortadas que se aprecian en la esquina noreste de la Casa Arones sugieren que alguna vez tuvo un balcón similar. Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 6.10**

Elevación hacia la calle Nueva Alta. El lado derecho de la fachada corresponde a la ubicación del área en proceso de colapso.  
Dibujo: Dibujo base preparado por Enrique Estrada, editado por el GCI.



**FIGURA 6.11**

Vista parcial de la fachada norte hacia calle Nueva Alta, lado oeste al muro hastial.  
Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 6.12**

Vista del patio central, mirando al noroeste.  
Imagen: Claudia Cancino.



**FIGURA 6.13**

Vista de la arquería de la galería norte del patio.  
Imagen: Amila Ferron.



**FIGURA 6.14**

Vista de la galería de madera en cantiléver del lado este del patio.  
Imagen: Sara Lardinois.

**FIGURA 6.15**

Vista de una habitación cuadrada típica (habitación C-201).  
Imagen: Sara Lardinois.

**FIGURA 6.16**

Vista de la habitación A-204, mirando al sur. Es un ambiente largo y rectangular en el segundo piso ubicado hacia calle Arones.  
Imagen: Claudia Cancino.

En el interior de la edificación cada crujía tiene por lo regular un ancho equivalente a una habitación, y es por ello que la circulación interior se da a través de galerías, corredores y el patio central (Figs. 6.12-6.14). Originalmente parece haber existido una escalera en la crujía norte o quizás en la del este; sin embargo, la escalera más reciente parece haber estado en la crujía posterior y haber colapsado con ella por efecto de un terremoto en los últimos 25 años. Actualmente no hay una adecuada circulación vertical entre los dos niveles, utilizándose para ello una informal rampa temporal de madera. La arquería de la galería norte y sur del patio se extiende a los dos niveles de la edificación y está conformada por columnas de piedra que sostienen arcos de mampostería de piedra. El tamaño de los arcos y columnas en el segundo piso es de la mitad que del piso inferior y descansan sobre un parapeto de piedra. Es posible que alguna vez haya existido una arquería similar de medio punto en el lado este del patio; pero parece que en algún momento se tapió, para crear una serie de habitaciones estrechas en ambos pisos de la crujía, construyéndose posteriormente un corredor de madera en voladizo para permitir la circulación entre los cuartos. La mayoría de las habitaciones de ambas plantas son pequeñas y de planta cuadrada (Fig. 6.15); aunque, hay dos grandes habitaciones rectangulares en el segundo piso de la crujía este, las que se abren a los balcones exteriores sobre la calle Arones (Fig. 6.16). Entre los acabados interiores se hallan: laja de piedra en el zaguán, galerías y patio; laja de piedra, baldosas de ladrillo pastelero macizo, losetas de cerámica, tablones de madera y piso de tierra en ambos niveles. También se hallaron restos de pintura mural en el revestimiento de los muros de adobe que rodean las galerías y papel tapiz en algunas habitaciones del segundo nivel. Por último, el cielo raso del primer nivel está dado por el entrapado de madera expuesto, y el del segundo nivel es una combinación de la armadura de madera expuesta y un falso cielo raso plano revestido.

## 6.4 Geología del suelo y características medioambientales

### 6.4.1 Descripción geológica e historial sísmico

Como ya se señaló, la Casa Arones (latitud 13°31'0.39" S; longitud 71°58'58.87" O) se construyó sobre los restos de andenes Incas. Varias acequias discurren a través del área.

La edificación se halla en una zona de riesgo sísmico de nivel 2 que es el nivel medio de riesgo sísmico en un rango que va del 1 al 3, conforme a la clasificación del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.<sup>20</sup> Dado que la casa se construyó en el siglo XVII, ésta ha experimentado varios eventos sísmicos a lo largo de su historia, incluyendo los terremotos de los años 1986 (Mw 5.3) y 1950 (Mw 6.0) en Cuzco, el terremoto de Yanaoca en el año 1943, el terremoto de Abancay en el año 1913, así como el terremoto de Cuzco del año 1650. Es posible que la edificación también haya experimentado los efectos de los terremotos de Lima de los años 1746 y 1687 (Mw 8.5).<sup>21</sup>

### 6.4.2 Clima y características medioambientales

La temperatura promedio anual máxima de Cuzco es de 22° C y la mínima es de 3° C. Sin embargo, en los meses de invierno las temperaturas pueden estar por debajo de los 0° C. Según mediciones realizadas desde el año 1976, la precipitación pluvial anual máxima es de 1125 mm y la mínima es de 460 mm, lloviendo más de 100 días al año.

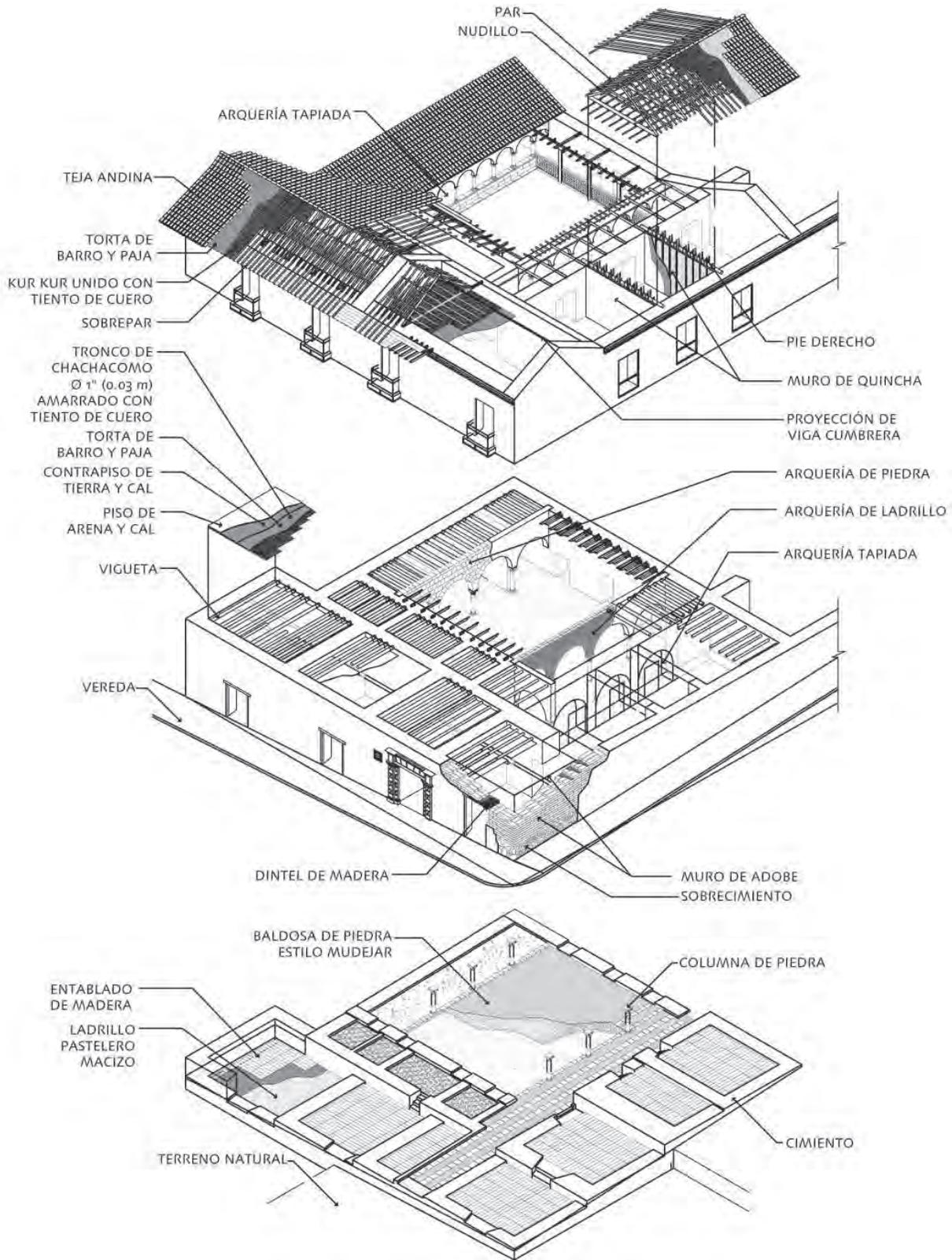
## 6.5 Descripción estructural

Las secciones a continuación describen los diferentes materiales, elementos y sistemas constructivos que componen la Casa Arones (Fig. 6.17). En la sección 6.6, que sigue a la descripción estructural, se describen en mayor detalle las condiciones actuales de la edificación, así como las irregularidades, modificaciones, daños y grado de deterioro observado durante el estudio constructivo de la misma.

### 6.5.1 Sectores de estudio

Con el fin de llevar a cabo el estudio constructivo, la casa se dividió en cuatro sectores que cubren cada uno de ellos dos pisos (Fig. 6.18). Los sectores se escogieron de acuerdo a las diferencias en su configuración estructural, relacionadas sobre todo con la dirección de las viguetas de entrepisos y cerchas de la armadura. Los diferentes sectores podrían reflejar la evolución de la construcción a lo largo del tiempo. Los sectores son los siguientes:

- **Sectores A1 y B1:** La crujía original de dos pisos, hecha de adobe, a lo largo de la calle Arones, tiene una cubierta a dos aguas orientada en el eje norte-sur. Estos dos sectores incluyen múltiples espacios comerciales en la planta baja, y dos grandes salones en el segundo piso.
- **Sectores A2 y B2:** La crujía de dos pisos hacia calle Nueva Alta, hecha de adobe con cubierta a dos aguas orientada este-oeste. Estos dos sectores podrían ser originales o añadidos poco después de la primera fase de construcción. Están compuestos por tres habitaciones en cada piso e incluye la galería con arcos que rodea el patio central (hecha de mampostería de



**FIGURA 6.17**  
Esquema estructural general de la Casa Arones.  
Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

ladrillo cocido en el primer piso y de piedra en el segundo). Los muros son de adobe y son portantes; algunas particiones del segundo piso son de quincha.

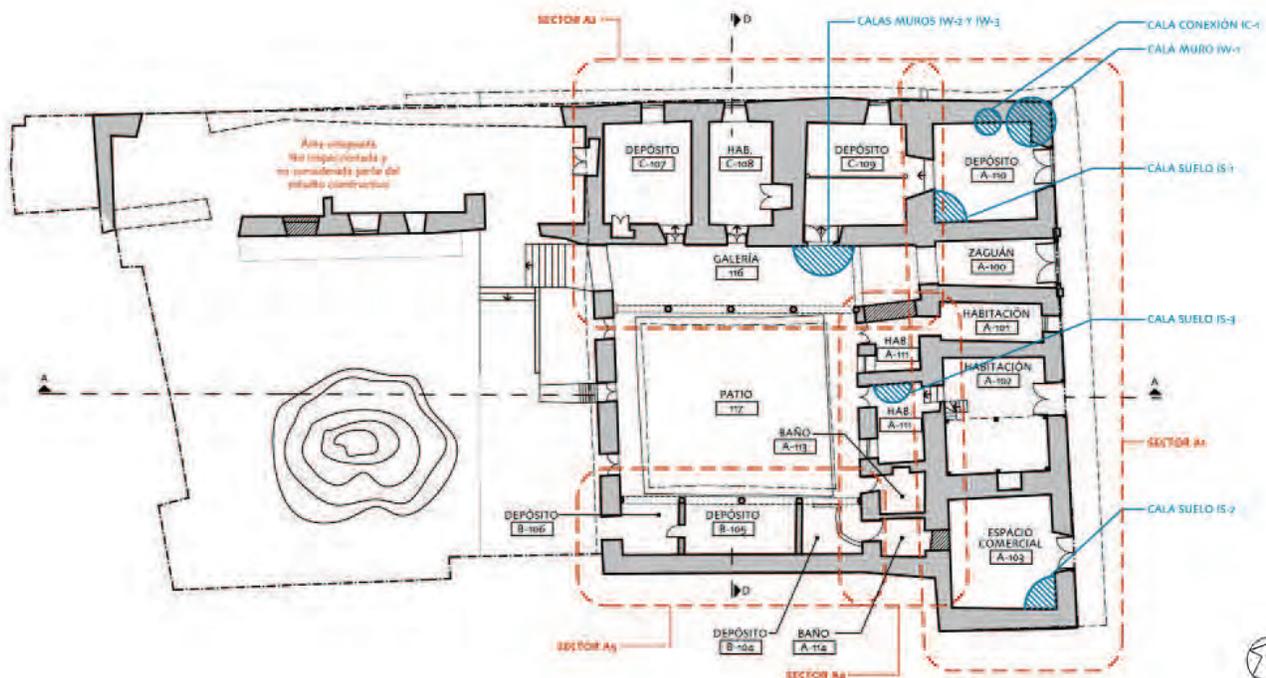
- **Sectores A3 y B3:** No utilizados.
- **Sectores A4 y B4:** La pequeña crujía de dos pisos construida de adobe que se halla entre los sectores A1-B1 y el patio. Originalmente esta estrecha área pudo haber sido una galería de dos pisos, similar a las de los lados norte y sur del patio. Anteriores investigaciones sugieren que la galería se tapió en el siglo XIX creando una serie de pequeñas habitaciones.<sup>22</sup> El relleno de los arcos es de adobe y algunas de las particiones interiores son de quincha. Los sectores también incluyen el corredor exterior con entrepiso de madera en voladizo que hay en el segundo piso y que conecta la galería norte (sector B2) con la crujía sur (sector B5). La cobertura es la extensión oeste de la armadura de cubierta del sector B1.
- **Sectores A5 y B5:** La pequeña crujía de dos pisos construida de adobe que cierra el lado sur del patio. Pareciera que este espacio fue originalmente una galería abierta, reflejando el diseño de la galería norte del patio (sectores A2 y B2). El diseño y la configuración de la arquería es similar a ambos lados del patio; sin embargo, en estos sectores la arquería está construida con mampostería de piedra en ambos niveles. El muro sur, colindante con la propiedad adyacente es de adobe. Anteriores investigaciones sugieren que la galería fue tapiada en el siglo XIX creando una serie de pequeñas habitaciones<sup>23</sup> con particiones interiores de adobe y quincha. La cubierta de estos sectores es de una sola agua con pendiente hacia el patio.

**FIGURA 6.18**

Planta del primer piso mostrando la ubicación de los sectores de inspección y las calas de de prospección.

Dibujo base preparado por Enrique Estrada, editado por el GCI.

Durante la campaña de inspecciones estructurales no fue posible levantar al detalle todas las habitaciones de cada uno de los sectores dado que algunos cuartos estaban cerrados con llave o eran utilizados como depósito de materiales de construcción y otros artículos.





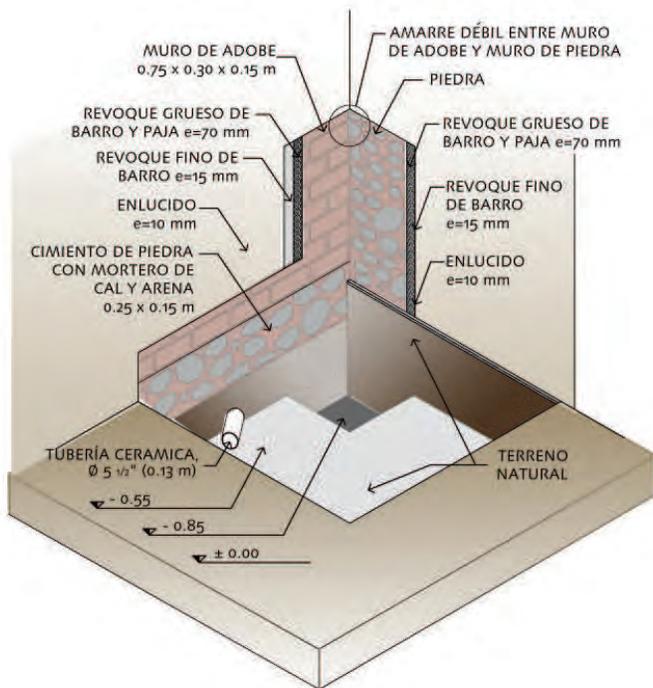
**FIGURA 6.19**

Cala IS-2 que muestra la configuración de la cimentación en el sector AI del muro de fachada de la calle Arones, en la esquina sureste de la edificación.  
Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



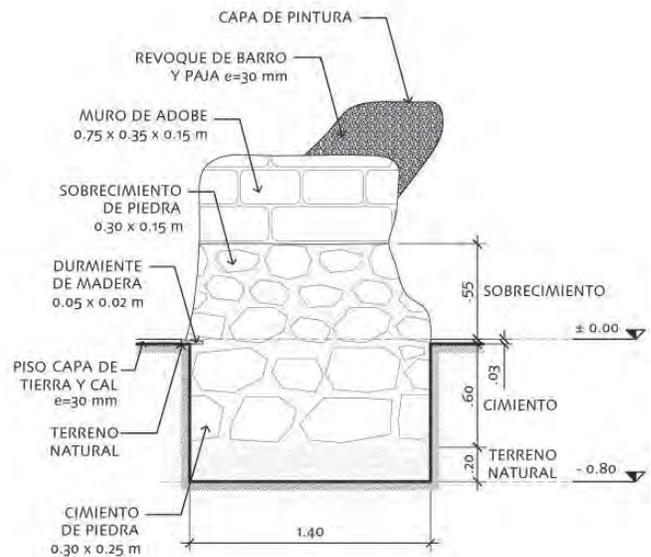
**FIGURA 6.20**

Cala IS-2, vista fotográfica de las piedras Incas reutilizadas.  
Imagen: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 6.21**

Cala IS-1 que muestra la configuración del cimiento y sobrecimiento en la esquina suroeste de la habitación A-110, en el sector AI.  
Ilustración: Jabdiel Zapata, para el GCI.



**FIGURA 6.22**

Cala IS-3 que muestra la configuración de la cimentación en el muro norte de la habitación A-III, en el sector A4.  
Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.

### 6.5.2 Cimientos y sobrecimientos

La cimentación de la edificación por lo regular consiste en cimientos y sobrecimientos de mampostería de piedra irregular que se apoyan sobre suelo natural; variando en configuración a lo largo y ancho de todo el edificio. Las prospecciones de campo realizadas durante el estudio constructivo identificaron las siguientes configuraciones de cimentación:

- **Sector A1:** En la esquina suroeste de la habitación A-110, la cala de prospección de suelo IS-1 reveló dos tipos de cimentación diferentes. A lo largo del muro sur, hay una cimentación de mampostería de piedra irregular de una altura total de 0.47 m, que se extiende aproximadamente 250 mm por encima del nivel natural del suelo. El muro de la calle Nueva Alta marca un cambio en el nivel de piso entre las habitaciones A-110 y C-109 al oeste y está relacionado con la pendiente natural del terreno que asciende de este a oeste. En este punto, la parte inferior de la cimentación de mampostería de piedra irregular corresponde al nivel de piso terminado de la habitación A-110 y se extiende hacia arriba a una altura no menor de 1.42 m siendo posible que la construcción de piedra cubra toda la altura del muro del primer piso. La medida promedio de la fachada es de 250 x 150 mm. Las piedras de cimentación están asentadas con mortero de arena y cal (Fig. 6.21).
- **Sector A1:** En la habitación A-103 ubicada en la esquina sureste del sector A1, la cala de suelo IS-2 reveló una cimentación de mampostería de piedra irregular de una altura total de 2.0 m, asentada con mortero de barro y cal, que se extiende aproximadamente 1.20 m por encima del nivel del piso terminado. La base de la cimentación a lo largo de la calle Arones presenta dos hiladas de grandes bloques de piedra canteada del período Inca, probablemente reutilizados, que tienen una altura aproximada 0.50 m y se extienden 0.50 m más allá del plano de la mampostería de piedra irregular que soporta, y están unidas con lo que parece ser un mortero de barro y cal (Figs. 6.19, 6.20).
- **Sector A4:** La cala de suelo IS-3 reveló un sobrecimiento de mampostería de piedra irregular de 0.55 m de altura asentado sobre una cimentación de 0.60 m de profundidad. Las dimensiones típicas de las piedras cara vista de la fachada son 150 x 300 mm en el sobrecimiento, y 0.30 x 0.25 m en la cimentación. Las piedras están unidas con un mortero a base de cal (Fig. 6.22).

Como se observó en otras partes de la edificación, la altura del sobrecimiento varía de 0.55 m a 1.50 m por encima del nivel del piso. En la calle Nueva Alta, el sobrecimiento de mampostería irregular de piedra está expuesto al exterior y se proyecta más allá del plano del muro para formar una base inclinada. En la calle Arones el sobrecimiento está por lo general hecho con mampostería irregular de piedra con la cara exterior acabada con piedra canteada de superficie lisa.

### 6.5.3 Muros

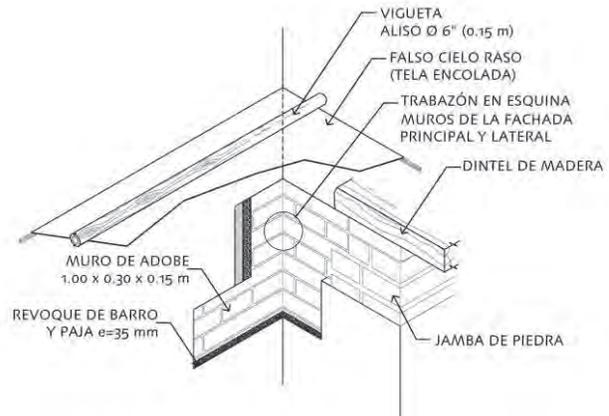
#### 6.5.3.1 Muros portantes de mampostería de adobe

La mayoría de los muros de la Casa Arones son portantes y están contruidos de adobe con revestimiento de barro en ambas caras, a excepción de las arquerías del patio y muchas de las particiones interiores. Los muros pueden clasificarse como moderadamente gruesos en relación a su altura y con una relación de esbeltez de

**FIGURA 6.23**

Axonometría de la cala IW-1 que muestra el trabazón de adobes en la esquina de las fachadas (calles Arones y Nueva Alta)

Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



entre 6 y 8.<sup>24</sup> En los sectores 1, 2 y 5, los muros tienen un espesor que varía en promedio entre 0.90 m y 1.10 m; sin embargo, el muro principal que separa el sector A1 de los sectores A2 y A4 y que corre de norte a sur, es algo más grueso (1.20 m), probablemente porque sirve a la vez de muro de contención contra la pendiente natural del terreno. El extremo norte de este muro está construido en parte con mampostería de piedra (ver cala IS-1, Fig. 6.21). Los muros del sector 1 tienen una altura aproximada de 5.0 m en el primer piso,<sup>25</sup> y los del segundo piso miden unos 4.0 m hasta el inicio de los aleros y 5.50 m hasta el vértice del hastial. Los sectores 2 y 5 tienen alturas similares; aunque, debido a la pendiente natural del terreno, los muros del primer piso son algo más bajos (4.0 m). Los muros tapiados del sector 5 son algo más esbeltos, con un espesor que varía entre 0.60 m y 0.90 m.

Las unidades de adobe están asentadas en aparejo inglés, utilizando hiladas alternadas de tizones y sogas. La unidad típica de adobe mide 750 mm de largo, 150 mm de alto, y 300-350 mm de ancho. Las unidades están reforzadas con paja y están unidas con mortero de barro y paja. Tanto el mortero de asiento como el de la junta presentan un espesor promedio que varía entre 20 y 25 mm. Los muros del primer y segundo piso de los sectores 1 y 2 están hechos de adobe y en las esquinas las unidades se traban de manera endentada (Fig. 6.23).

Debido a la configuración del plano y a la falta de muros transversales en algunas partes, existen varios paños relativamente largos de muros de adobe sin arriostrar. En el segundo piso del sector 1B hay dos grandes habitaciones que miden 11.2 m de largo por 5.2 m de ancho (habitación A-203) y 13.2 m de largo por 5.2 m de ancho (habitación A-204). El muro exterior de ambas habitaciones, que corresponde a la calle Arones, tiene una longitud de fachada de 27.2 m y sólo está arriostrado en los extremos por los muros de los hastiales, y por la partición que separa las habitaciones. De manera similar, en el segundo piso del sector 2B hay tres pequeñas habitaciones cuyo muro exterior tiene una longitud de fachada de 15.7 m entre los extremos del sector. Las particiones entre las habitaciones C-200 y C-201, y C-202 y C-203 están compuestas respectivamente por un panel de quincha y un muro delgado de adobe, pero ninguna de ellas están conectadas adecuadamente con el muro de la fachada norte. En el sector 5, el muro perimetral sur que mide 13.5 m de longitud y colinda con la propiedad adyacente se construyó originalmente sin arriostres intermedios, sólo hay unos cuantos muros delgados hechos de adobe

o quinchas perpendiculares en el primer y segundo piso del sector 5. Se ha intentado reforzar el muro perimetral sur de este sector mediante la instalación de anclajes de varillas de acero amarrados a maderos que conectan el muro con el edificio adyacente (ver sección 6.6 para una mejor descripción).

Al comparar las plantas, los vanos del primer y segundo piso no se alinean. En la fachada este, en la calle Arones, hay grandes paños verticales de muro interrumpidos por vanos de puertas y ventanas. En el primer piso se encuentran la gran puerta de ingreso y tres puertas adicionales de acceso a locales comerciales; y en el segundo piso hay cuatro vanos que dan acceso a los balcones. En la fachada norte hacia la calle Nueva Alta no hay vanos en el muro hastial del sector 1; en el sector 2 hay tres pequeños vanos en el primer piso, y otros tres más grandes en el segundo. En ambos pisos los vanos no están alineados, lo que reduce el ancho de los paños de muro ininterrumpidos en las fachadas. El sector 4 está dividido en varias habitaciones pequeñas por lo que existe un número significativo de vanos de puerta en los muros de adobe. En el sector 5 el muro sur es ciego por estar adyacente a otra edificación de adobe. En todos los sectores se utilizan dinteles de madera muy juntos para cubrir el ancho de los vanos. La relación entre el área de los vanos y el de la superficie vertical de las fachadas se presenta en la Tabla 6.1.

El interior y exterior de los muros de adobe están acabados con revoque de barro y paja, aunque en la habitación A-102 se aplicó por fuera un revoque de cemento alrededor de la puerta que da a la calle Arones. El revoque exterior está pintado de blanco, sin fines decorativos. El acabado interior típico está constituido por un revoque a base de barro y paja de entre 20 y 30 mm de espesor y un enlucido de yeso de 2 mm de espesor. Sin embargo, el espesor es mayor en los lugares donde se aplicaron recubrimientos posteriores sobre la capa original.

**Tabla 6.1: Relación entre el área de vanos y la superficie total de las fachadas**

Fachada	Área de las vanos* / Área de la superficie de la Fachada
Fachada este hacia calle Arones.	13%
Fachada norte sector 1, hacia calle Nueva Alta.	0%
Fachada norte sector 2, hacia calle Nueva Alta.	15%
<b>Promedio de la relación: vanos / fachadas exteriores</b>	<b>9.3%</b>
Fachada del patio norte (muro de ladrillo cocido y adobe) sector 2	18%
Fachada este del patio (muro de adobe) sector 4	24%
Fachada sur del patio (muro de adobe) sector 5	0%
<b>Promedio de la relación: vanos / fachadas de patios</b>	<b>14%</b>

\* No incluye los vanos tapiados de las fachadas del patio.

**FIGURA 6.24 (IZQUIERDA)**

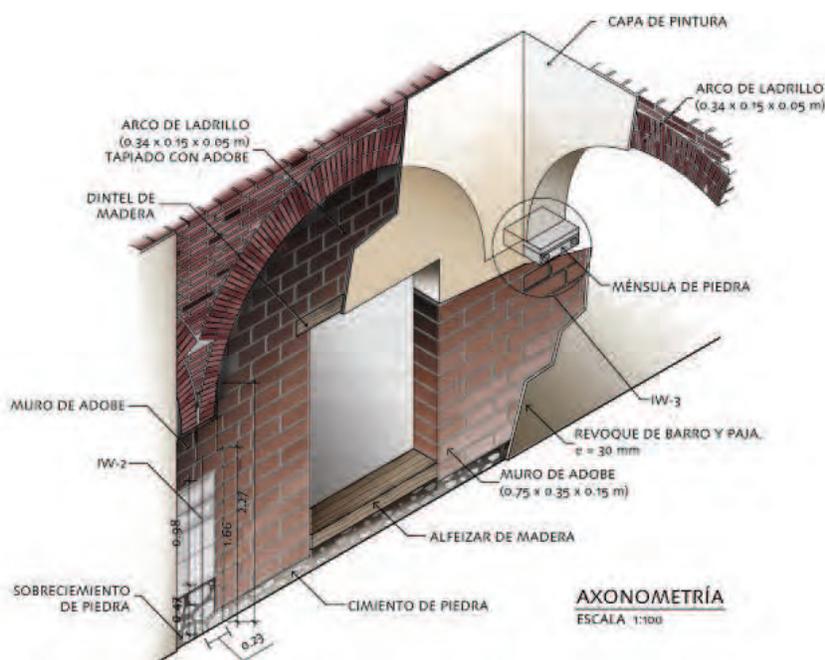
Arco del primer piso, en el lado norte del patio, con columnas de piedra y arco de ladrillo cocido con revoque de barro.

Imagen: Sara Lardinois.

**FIGURA 6.25 (DERECHA)**

Arcos del segundo piso, en el lado norte del patio, con columnas y arcos de piedra.

Imagen: Claudia Cancino.



**FIGURA 6.26**

Cala IW-2 que muestra el arco de ladrillo cocido, en el lado norte de la galería 116, tapiado con mampostería de adobe. El vano de puerta provee acceso al área de almacenamiento C-109.

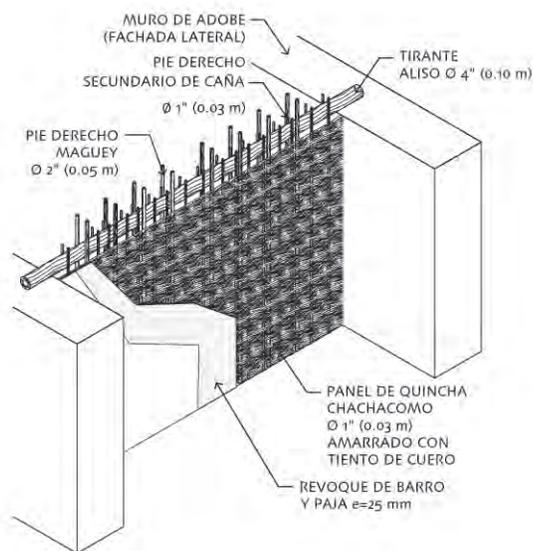
Ilustración: Jabdriel Zapata, para el GCI.

### 6.5.3.2 Muros portantes de mampostería de ladrillo cocido y piedra

Las arquerías norte y sur del patio están construidas típicamente con mampostería de piedra canteada asentada con mortero de cal; sin embargo, la arquería norte en el primer piso es de mampostería de ladrillo cocido. Cada lado de la arquería se extiende a los dos pisos y consiste de cuatro arcos de piedra o ladrillo cocido en el primer piso y ocho arcos más pequeños sobre un parapeto, ambos de piedra, en el segundo piso (Figs. 6.24, 6.25). Las arquerías se apoyan sobre columnas de piedra o ménsulas embebidas en el muro de adobe adyacente. La mayor parte de la construcción de piedra y ladrillo cocido está cubierta por un revoque de barro pintado, dejando las columnas de piedra expuestas. En la galería norte (habitación 116) se observaron arcos de descarga hechos de ladrillo cocido embebidos dentro de los muros de adobe en sus cuatro lados. Los arcos norte originalmente estaban abiertos, pero posteriormente se tapiarían con mampostería de adobe (Fig. 6.26)

**FIGURA 6.27 (IZQUIERDA)**  
Cala IIW-3, sistema constructivo del muro de quincha.  
Imagen: Mirna Soto, para el GCI.

**FIGURA 6.28 (DERECHA)**  
Vista fotográfica de la cala IIW-3 que muestra los pies derechos secundarios de 1" (25 mm) de diámetro bajo el revoque de barro y paja.  
Imagen: Mirna Soto, para el GCI.

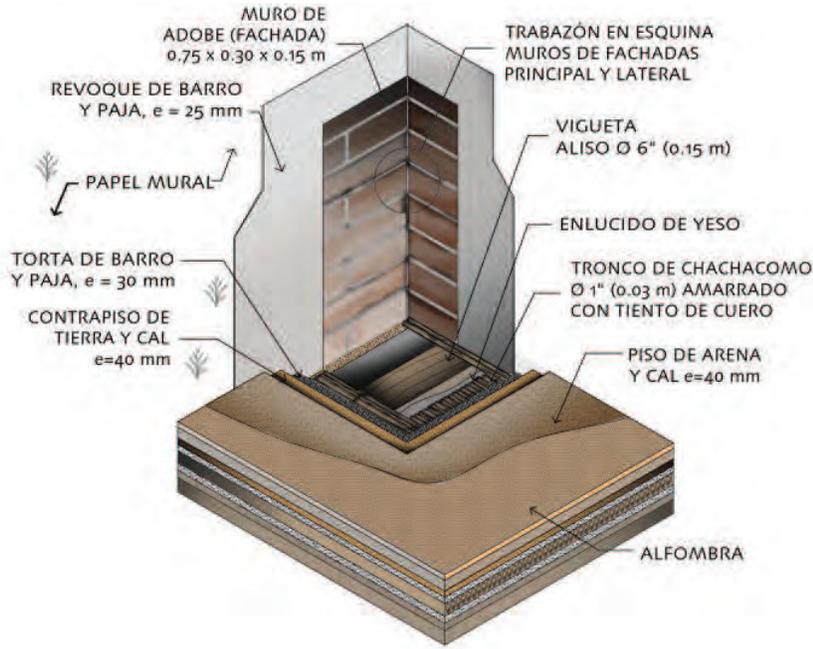


### 6.5.3.3 Tabiques de quincha

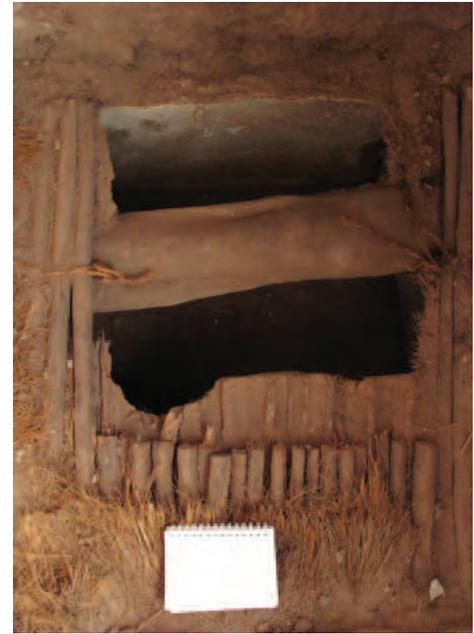
Las particiones de quincha se utilizan en los ambientes interiores del segundo piso de los sectores B2, B4 y B5. Los tabiques tienen aproximadamente 300 mm de espesor y consisten en dos bastidores de quincha adosados. Los pies derechos de los paneles está unidos en la parte superior por un tirante de madera que forma parte de la armadura de cubierta (Fig. 6.27, 6.28). Los pies derechos son de maguey, tienen un diámetro de 2" (50 mm) y están espaciados 0.75 m a ejes. Cañas de 1" (25 mm) de diámetro hacen de pies derechos secundarios. En sentido horizontal corren los troncos de *chachacomo* de 1" (0.03 m) de diámetro, amarrados con tiento de cuero a los pies derechos y están recubiertos con un revoque de barro y paja. Los paneles de quincha no están conectados estructuralmente a los muros laterales de adobe, salvo en la parte superior donde los pies derechos están unidos al tirante con extremos empotrados en los muros.

### 6.5.4 Pisos y entrepisos

Construido sobre el nivel natural del terreno, el primer piso presenta diferentes materiales de acabado instalados directamente sobre el suelo o relleno. En el segundo nivel, el entrepiso está compuesto por una primera capa de mortero de cal, arena y yeso de 40 mm de espesor, una segunda capa de paja y barro de 30 mm de espesor, sobre troncos o ramas de *chachacomo* de 1" (25 mm) de diámetro soportadas por viguetas de madera de 6" (150 mm) de diámetro espaciadas aproximadamente 0.50 m y empotradas en los muros de adobe. Tiento de cuero une los troncos de *chachacomo* entre sí y con las viguetas (Figs. 6.29, 6.30). En las habitaciones con grandes luces entre los muros laterales, como las del sector B1, los extremos de las viguetas en dirección este-oeste se traslapan y apoyan sobre vigas maestras de 8" (200 mm) de diámetro (Fig. 6.31) perpendiculares y empotradas a los muros de adobe. El cielo raso del primer piso está acabado con un delgado revoque de yeso. Los acabados del entrepiso varían entre mortero de cal y arena expuesto, laja de piedra, loseta de cerámica y tablonces de madera. Los corredores y balcones en voladizo están contruidos con tablonces gruesos de madera de 30 mm de espesor sobre un entramado de madera apoyados sobre las columnas de madera aserrada a mano de 70 x 170 mm de sección (Fig. 6.32).



**FIGURA 6.29**  
Cala IIW-2 que muestra la configuración del entrepiso en la esquina sureste de la habitación A-204.  
Ilustración: Jabdiel Zapata, para el GCI

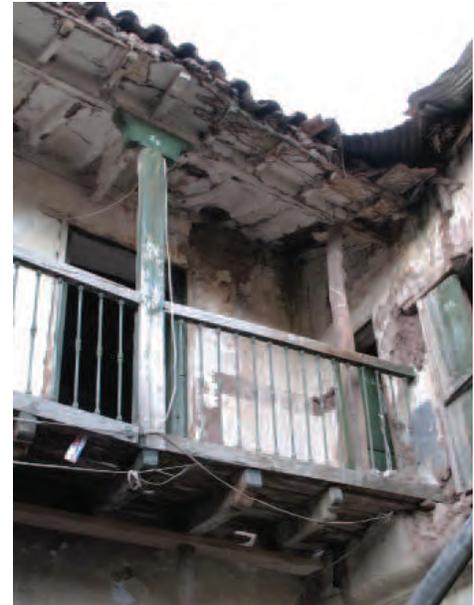


**FIGURA 6.30**  
Vista fotográfica de la cala IIW-1 que muestra la configuración del entrepiso en la esquina noreste de la habitación A-203.  
Imagen: Claudia Cancino.

**FIGURA 6.31 (IZQUIERDA)**  
Vista del cielo raso de la habitación C-10. Puede observarse la viga madre en dirección este-oeste y las viguetas que soporta.  
Imagen: Sara Lardinois.



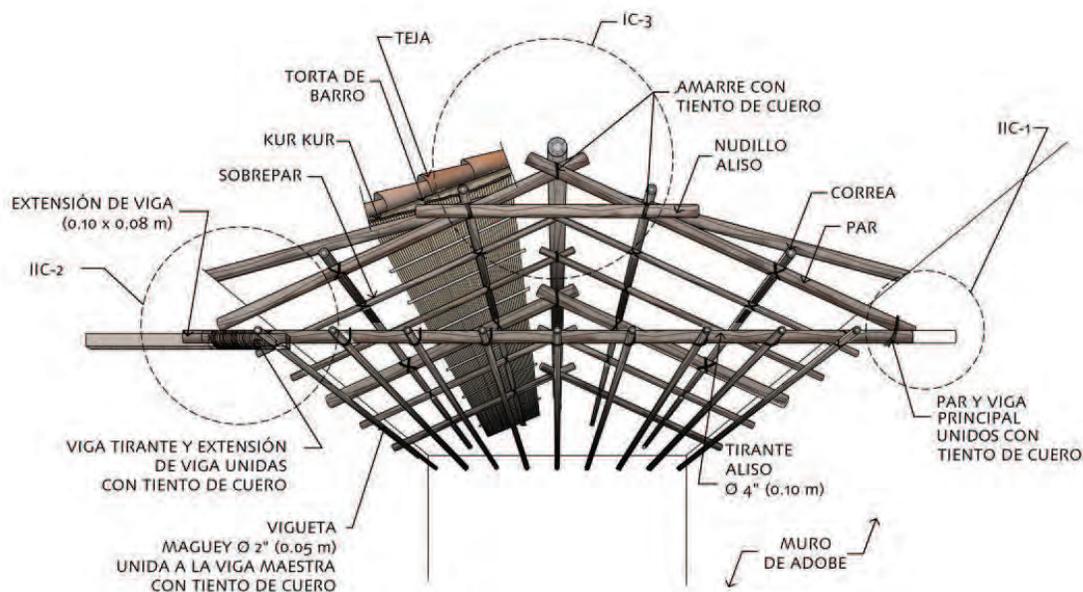
**FIGURA 6.32 (DERECHA)**  
Vista de la estructura de madera de la galería en voladizo, en el lado este del patio.  
Imagen: Sara Lardinois.



### 6.5.5 Cubierta

Los sectores 1 y 2 de la Casa Arones presentan cubiertas a dos aguas de pendiente aproximada de 4:12, que se intersectan en ángulo recto y se extienden hacia el patio cubriendo con sus aleros las galerías de los sectores 2 y 4. El sector 5 tiene una cubierta a una sola agua con pendiente hacia el patio. Cada uno de los dos diferentes tipos de cubierta está constituido por una armadura de madera con cañas de *kur kur*,<sup>27</sup> torta de barro y tejas españolas<sup>28</sup> de barro cocido como cobertura. En los lugares donde la armadura de cubierta está expuesta, como en las galerías alrededor del patio, el cielo raso está acabado con una capa de yeso.

La armadura de cubierta a dos aguas está compuesta por cerchas de par y nudillo espaciadas entre 1.1 y 1.2 m a ejes, con sus elementos unidos con tiento de cuero. Por lo general, pueden verse dos sobrepares intermedios entre cada cercha de par y nudillo, y un tirante de 4" (100 mm) de diámetro aproximadamente cada 3.50 m (Figs. 6.33, 6.34). Los tirantes y las pares se empotran aproximadamente 150 mm en los muros de adobe. Al extremo de cada tirante hay atado un can que se proyecta más allá del muro exterior para formar los aleros. Los pares en sus extremos inferiores se apoyan sobre secciones de una viga solera de piezas de madera discontinua embebida en los muros de adobe. En la habitación C-200 del sector B2 se observó la presencia de vigas soleras en el muro; sin embargo, las prospecciones IIC-1 y IIC-2, hechas en la habitación A-204 del sector B1 no mostraron evidencia de ellas (Fig.6.35). Los pares están atados a una viga cumbrera de madera, apoyada en sus extremos sobre los hastiales. En los interiores de los sectores 1 y 2, el acabado del cielo raso está suspendido directamente de los tirantes o bien penden de un sistema secundario de madera. Las armaduras de cubierta sobre el sector 5 y las galerías utilizan un sistema estructural similar a la de la armadura de cubierta a dos aguas, pero sin el uso de nudillos (Figs. 6.36-6.38). Se observó el uso de llaves de madera en los lugares donde los tirantes se conectan con los arcos de piedra de las galerías (Fig. 6.39). Asimismo, se encontró una llave de madera en el muro norte de la galería 210.



**FIGURA 6.33**

Calas IIC-1, IIC-2 e IIC-3, que muestran las cerchas de par y nudillo y la viga tirante de la armadura de cubierta del sector B1. Ilustración: Jabdíel Zapata, para el GCI.

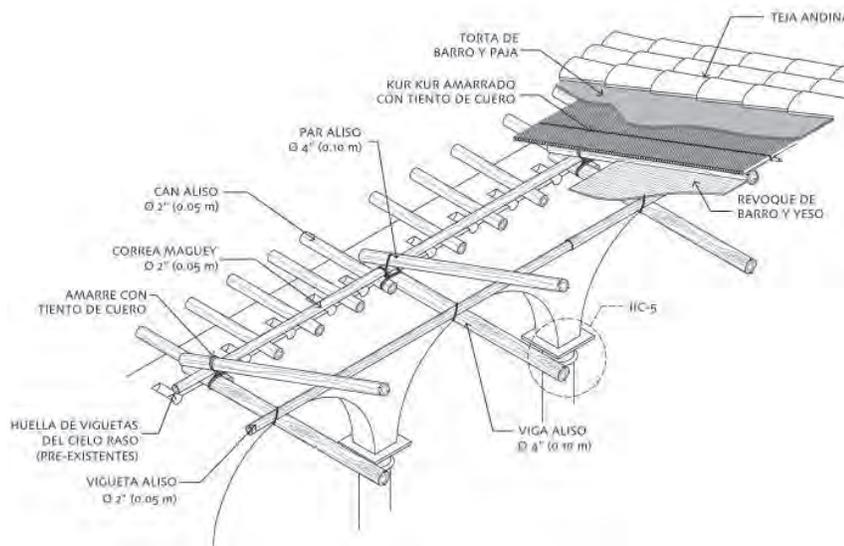
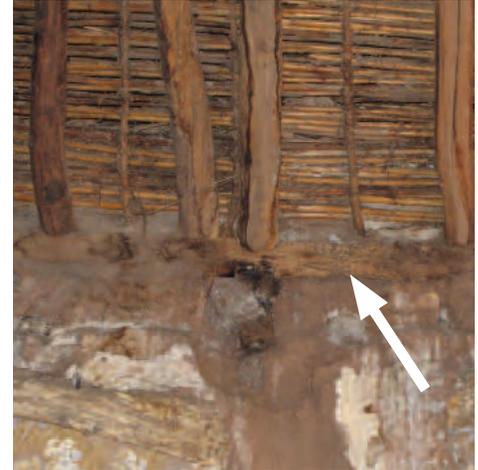
**FIGURA 6.34 (IZQUIERDA)**

Cala IS-2 vista del encuentro del tirante con el muro de adobe (izquierda) y las viguetas que soportan el falso cielo raso.  
Imagen: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 6.35 (DERECHA)**

Vista de la viga solera debajo del par, habitación C-200.  
Imagen: Sara Lardinois.



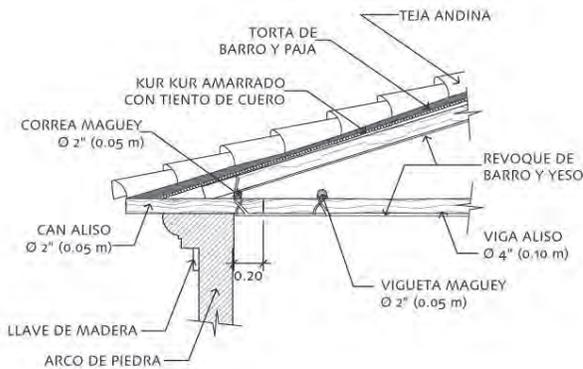
**FIGURA 6.36**

Cala IIC-6 que muestra la armadura de cubierta sobre la galería norte 210, sector B2.  
Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 6.37**

Vista de los pares expuestos en el cielo raso, galería 210.  
Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 6.38**

Cala IIC-4 que muestra la armadura del techo sobre la galería en voladizo, sector B4.  
Dibujo: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 6.39**

Vista de la llave de madera en la intersección del tirante con la arquería de la galería norte del patio.  
Imagen: Carina Fonseca.

## 6.6 Irregularidades, modificaciones, daños y deterioro

Las secciones a continuación describen las condiciones actuales de los diferentes materiales, elementos y sistemas estructurales que componen la Casa Arones, así como las irregularidades, modificaciones, daños y deterioros observados durante la inspección para el estudio constructivo.

### 6.6.1 Cimientos y sobrecimientos

En términos generales, los cimientos y sobrecimientos se hallan en condiciones aceptables y el mortero es en general cohesivo. La humedad en el suelo y la cimentación, así como la capilaridad han traído consigo daños por humedad, desprendimientos y pérdida de revoque, y erosión basal en algunos de los muros de adobe. En el área de la fachada norte que corresponde a la habitación C-109 (sector A2) se ha registrado una erosión severa, pérdida de las piedras del sobrecimiento y graves daños bajo la ventana (Figs. 6.40, 6.41); daño que podría ser resultado del agua que cae desde el techo, pues corresponde a la intersección de las dos cubiertas a dos aguas. El agua, que corre a lo largo de la acera adyacente en pendiente acabada con piedras lisas impermeables, podría haber contribuido al problema; sin embargo es poco probable, ya que el daño observado es localizado y no tan severo a todo lo largo de la fachada norte.

**FIGURA 6.40 (ABAJO IZQUIERDA)**

Erosión y pérdida de piedras del sobrecimiento en la parte exterior de la habitación C-109, en la fachada norte.

Imagen: Claudia Cancino.

**FIGURA 6.41 (ABAJO DERECHA)**

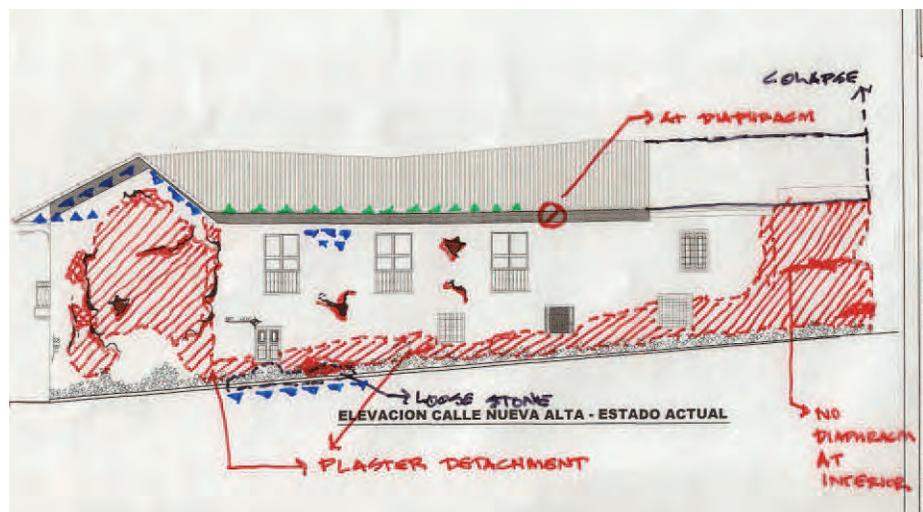
Fachada noreste, registro gráfico de condiciones (en inglés), indicando las áreas donde hay pérdida y desprendimiento de piedras en el sobrecimiento (en negro), y desprendimiento del revoque (en rojo). Las áreas que presentan daños por humedad se indican con triángulos azules, y los lugares con presencia de vegetación están indicadas con triángulos verdes.

Dibujo: Claudia Cancino.

### 6.6.2 Muros

#### 6.6.2.1 Muros portantes de mampostería de adobe

Debido a la configuración en planta y a la falta de muros transversales en algunas partes, existen muros de adobe en el segundo piso con varios paños relativamente largos sin arriostrar, lo que aumenta la vulnerabilidad de los muros ante fallas fuera de plano. En los sectores donde existen muros transversales, éstos no están conectados adecuadamente, como es el caso del sector B2 donde la presencia de particiones interiores no mejora el comportamiento del muro de la fachada norte (calle Arones) ante fuerzas de volteo. En los muros transversales se observaron grietas verticales, lo que sugiere un desplazamiento fuera de plano de los muros laterales perimetrales de los sectores B1 y B2 (Fig. 6.42). A través de la cala IIW-2



se observó una importante grieta diagonal en la habitación 204 del sector B1, lo que indica cierta desconexión entre la fachada de la calle Arones y el muro hastial sur (Fig. 6.43). Se han instalado cinco anclajes en el muro sur del segundo piso del sector B5. Ellos consisten en platinas de hierro sobre tacos de madera, conectadas por varillas roscadas aceradas de 5/8" (16 mm) de diámetro, y tienen por objetivo amarrar el muro sur con el muro adyacente de la edificación vecina. Sin embargo, esta solución no se considera adecuada, ya que la concentración de tensión estructural produce grietas en torno a la varilla (Fig. 6.44).

En general, los muros de adobe están en condiciones aceptables. La capilaridad y las goteras de la cubierta han provocado desprendimiento, pérdida del revoque en los muros interiores y la erosión de la parte superior e inferior de muchos de los muros de adobe, siendo la erosión más acentuada en la base de la esquina suroeste del sector A1. A pesar que los muros no parecen ser inestables, la erosión ha provocado la falla de algunas de sus conexiones con la armadura de cubierta. La



**FIGURA 6.42**  
Grieta vertical en la partición entre las habitaciones A-203 y A-204, que dan a la fachada este hacia la calle Arones.  
Imagen: Claudia Cancino.



**FIGURA 6.43 (IZQUIERDA)**  
Grieta en el muro de adobe en el segundo piso de la esquina suroeste de la edificación, lo que indica una desconexión entre la fachada de la calle Arones (este) y el muro perimetral sur.  
Imagen: Claudia Cancino.



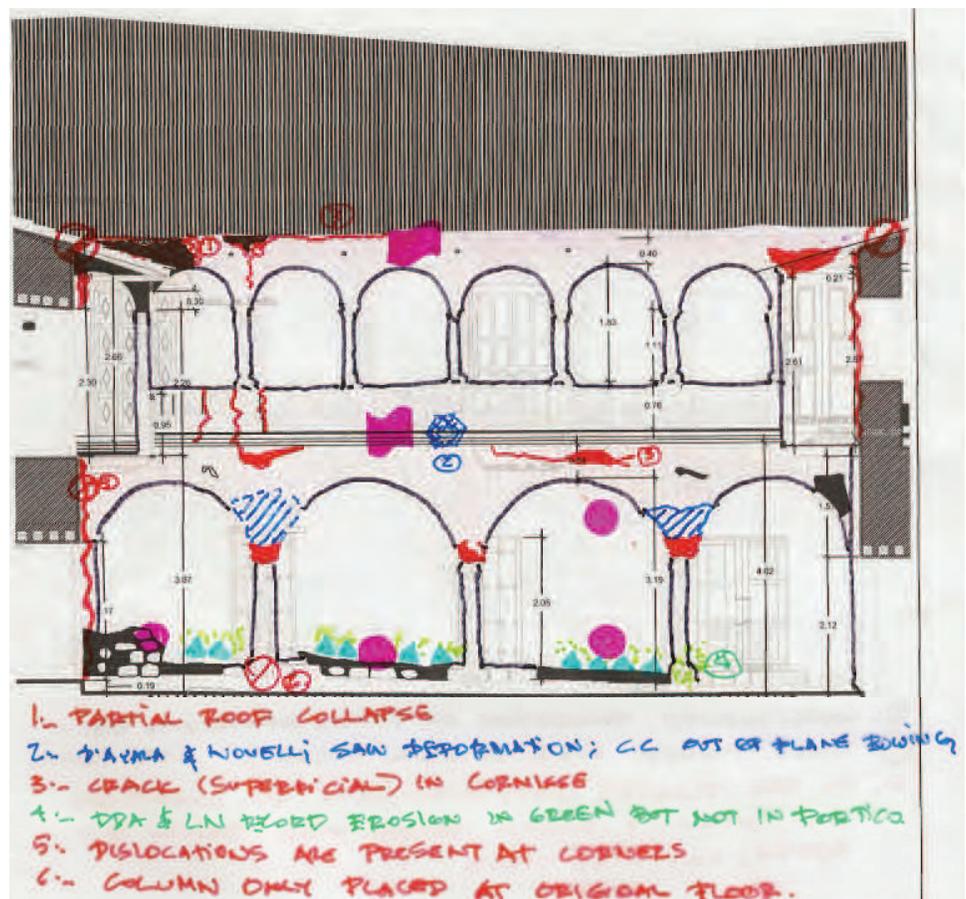
**FIGURA 6.44 (DERECHA)**  
Llave compuesta por una varilla roscada, platina acerada y bloque de madera, instalados en el muro perimetral sur (habitación B-206).  
Imagen: Sara Lardinois.

erosión de la base puede poner en riesgo el comportamiento estructural de los muros de adobe en futuros eventos sísmicos.

Debido a la falta de mantenimiento, el revoque exterior se ha perdido parcialmente, dejando expuesta la mampostería de adobe en muchas partes. Las pérdidas más severas se registran a lo largo de la fachada norte (Fig. 6.41). En el interior el revoque permanece intacto, aunque hay áreas con desprendimientos y pérdida en la base y la cabecera de los muros como producto de la capilaridad y los daños por humedad previamente descritos.

#### 6.6.2.2 Muros portantes de mampostería de ladrillo cocido y piedra

La arquería hecha de mampostería de ladrillo cocido y piedra está en malas condiciones y es inestable (Fig. 6.45). Aunque los mampuestos de piedra se encuentran en buenas condiciones hay una pérdida importante de mortero. Los muros de la arquería cubren grandes extensiones y están pobremente anclados; por ello, muestran desplazamientos hacia afuera. Se ha instalado un apuntalamiento temporal como refuerzo, lo que indica que los arcos se hallaban en riesgo de colapso. Los extremos del lado oeste de las arquerías norte y sur parecen ser las secciones más inestables, presentando grietas y separación de sus piedras (Fig. 6.46). Esto también puede ser producto del desplazamiento del muro de adobe contiguo en el lado oeste del patio, provocado por el colapso y posterior demolición de la edificación vecina. Varias secciones de los arcos en el lado sur del patio del segundo piso se han tapiado con mampostería de adobe (Fig. 6.47).



**FIGURA 6.45**

Fachada norte del patio, registro gráfico de condiciones de la arquería de mampostería de ladrillo cocido y piedra (en inglés).  
Dibujo: Claudia Cancino.



**FIGURA 6.46**  
Vista del extremo oeste del parapeto de mampostería de piedra de la arquería sur, desde la habitación B-206.  
Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 6.47**  
Vista de arco tapiado en el lado sur del patio.  
Imagen: Sara Lardinois.

#### 6.6.2.3 Tabiques de quincha

Los paneles de quincha se hallan en buenas condiciones.

### 6.6.3 Pisos y entrepisos

Los entrepisos han sufrido varias modificaciones, entre las que se cuentan:

- La eliminación aparente de un balcón exterior que rodeaba la esquina noreste de la edificación; ya que sólo quedan empotrados en el muro los muñones de las viguetas cortadas.
- La construcción de un corredor de madera en el segundo piso en los lados este y oeste del patio, conectando la galería norte (sector A2) con la ampliación del lado sur (sector A5).
- La construcción de una mezzanine de madera dentro del espacio comercial A-102 (sector A1).

La estructura y los acabados de los entrepisos del segundo nivel se hallan en condiciones que van de aceptables a malas. Las goteras de la cubierta han provocado un asentamiento diferencial, importantes pérdidas de la capa de mortero en algunas partes, y podredumbre y deformación de vigas y viguetas. Este daño está más acentuado en el extremo sur del sector A1 y en el sector A5, que corresponde al área donde la cubierta está más dañada. Se observaron daños por escarabajos en las áreas donde las vigas y viguetas registran pérdida del enlucido del cielo raso.

### 6.6.4 Cubierta

La cubierta ha sido reemplazada al menos una vez desde la construcción del edificio; sin embargo, parece que las cerchas de par y nudillo dañadas sólo se han cambiado cuando ha sido necesario, quedando aún elementos de la armadura original.

La cubierta se halla en malas condiciones. Se observaron los daños y deterioros siguientes:

- Existen grandes superficies donde faltan tejas y se han cubierto con calaminas de metal.

**FIGURA 6.48**

Vista de nudillos rotos.  
Imagen: Sara Lardinois.



- La filtración de agua a través de la cubierta ha llevado al desprendimiento y pérdida del revoque, como a la erosión de la cabecera de los muros interiores, y daños en el cielo raso del segundo piso y a la estructura de madera debajo de mismo. Como resultado se ha observado lo siguiente:
  - Un gran porcentaje del enlucido de la armadura y del cielo raso del segundo piso se ha caído o bien, se ha removido intencionalmente debido a sus malas condiciones.
  - El enlucido de la armadura y del cielo raso en el sector B5 y otras galerías del segundo piso están en malas condiciones, habiéndose perdido grandes superficies.
  - En algunos casos, la magnitud de la erosión de la cabecera de los muros de adobe es tan grande que los extremos de los pares y tirantes ya no se apoyan en los muros.
- Se observó podredumbre y daños por escarabajos en algunas de las vigas de apoyo de pares y en elementos de la armadura de madera.
- En varias cerchas las conexiones entre los pares y los nudillos han fallado, y los nudillos están deformados o rotos (Fig. 6.48).

Como resultado de estas condiciones, la armadura de cubierta es incapaz de resistir plenamente fuerzas de empuje y ha colapsado parcialmente. El grado de colapso más grave es en el extremo sur del sector B1 y oeste del sector B2. La deformación y el colapso le han dado a la cubierta un perfil irregular.

#### **6.6.5 Irregularidades, modificaciones, daños y deterioro en el sistema estructural**

La Casa Arones ha sido objeto de varias modificaciones a nivel general; sin embargo, la extensión y cronología de las mismas es poco clara luego de la investigación de los antecedentes históricos existentes y tras haber conducido

numerosas prospecciones de investigación. Las posibles modificaciones conocidas, serían:

- Entre el patio y la crujía original que da a la calle Arones, debió haber existido originalmente una galería con arcos en el lado este del patio (sectores A4 y B4), que se tapió posteriormente con mampostería de adobe para crear las pequeñas habitaciones que actualmente existen en el primer y segundo piso. Posiblemente, el corredor de madera del segundo piso que se ubica en el lado este del patio, se construyó al mismo tiempo. Por otro lado, se podría considerar que los sectores A4 y A5 podrían representar una ampliación posterior.
- Se piensa que hubo originalmente una escalera cerca de la esquina noreste de la casa. La escalera más reciente, ubicada en el lado oeste del patio, colapsó o bien fue desmantelada por encontrarse en mal estado. Actualmente, el acceso entre el primer y el segundo piso sólo es posible mediante una rampa temporal hecha con de tablonces de madera.

La Casa Arones también ha sido objeto de numerosos daños y deterioros, que incluyen:

- La instalación de un sistema de apuntalamiento de madera como intervención de emergencia para sostener los arcos de mampostería de piedra que rodean al patio, así como los elementos del entrepiso y de la armadura de cubierta que está fallando.
- El colapso de la crujía oeste hacia calle Nueva Alta que da al segundo patio (esta área no forma parte del presente estudio constructivo).

## 6.7 Hallazgos preliminares

Los hallazgos preliminares sobre el comportamiento estructural de la Casa Arones se basan en datos obtenidos por métodos cualitativos, incluyendo la investigación histórica y observaciones hechas por el equipo de investigación en el curso de las inspecciones llevadas a cabo en el año 2010. La interpretación de los datos recolectados a través de la investigación y la observación, para establecer ideas preliminares sobre el posible comportamiento estructural de la edificación, se basó en la experiencia en construcciones históricas de tierra del equipo de investigación. Estos hallazgos preliminares se estudiarán a mayor profundidad en las siguientes fases del proyecto mediante métodos cuantitativos, incluyendo pruebas estáticas y dinámicas, y análisis numéricos de elementos finitos. Después de los ensayos y análisis cuantitativos, los hallazgos preliminares serán revisados y ampliados según se considere necesario a fin de proveer un diagnóstico y evaluación completos.

Los hallazgos preliminares son los siguientes:

- En general la Casa Arones se halla en condiciones que van de aceptables a malas. La mayoría de los daños observados obedecen a la falta de mantenimiento.
- El comportamiento estructural de la edificación está en riesgo por la inestabilidad de varios de sus elementos, incluyendo la arquería de mampostería de ladrillo cocido y piedra, y la armadura de cubierta.

- Los arcos de las galerías son inestables por el hecho que no hay arriostres diagonales en las columnas que los sostienen y la baja resistencia del mortero de cal utilizado contribuye a la inestabilidad de las arquerías.
- Las goteras de la cubierta han dañado la cabecera de los muros y las conexiones con la armadura. Este daño tiene un impacto negativo en el arriostre transversal que brindan los nudillos.
- La erosión de la base de los muros es resultado de las goteras de la cubierta, la carencia de un sistema eficiente de drenaje, y la humedad del suelo.
- Hay relativamente pocos muros transversales en el segundo piso; y donde existen, suele haber desconexión entre muros laterales y transversales. Esto ha traído como consecuencia un desplazamiento hacia afuera y la aparición de grietas verticales.
- Las grietas de corte, que incluyen las que se observan en las esquinas de los vanos, son resultado de la baja resistencia de la mampostería de adobe ante el esfuerzo de tensión.

**Notas**

- 1 Cuzco fue declarada Capital Histórica del Perú en la constitución peruana del año 1993.
- 2 Rostworowski 1962, 132. Según Rostworowski, este sector de Cuzco estaba dedicado al cultivo de papas, maíz y quinua.
- 3 El autor e historiador Inca Garcilaso de la Vega (1539-1616) escribió sobre los andenes de esta área: "La tierra que araban era un andén hermosísimo que está encima de donde está fundado el convento del señor de San Francisco, la casa cual digo que es el cuerpo de la iglesia, labró a su costa el dicho Juan Rodríguez y Villalobos a devoción del señor de San Lázaro cuyo devotísimo fueron los frailes franciscanos." Citado en Vega 1959, 218.
- 4 La calle del Hospital, la de Nueva Alta, y la calle Nueva Baja se trazaron de conformidad con el patrón preexistente de los andenes.
- 5 El sector de *Picchu* de Cuzco, incluía los vecindarios de *Carmenca* y *Quillapata*. Vega señala "Yendo con el mismo cerco, yendo al oeste hacia el lado norte, había otro barrio llamado Picchu. También estaba fuera de la ciudad. Delante de éste, siguiendo el mismo cerco, está el gran barrio llamado Carmenca, nombre propio y no de la lengua general. Por él, sale el camino real que va al Chinchaysuyo." Citado en Vega 1959, 42-46.
- 6 Se le consideraba la quinta *huaca* (lugar sagrado) del noveno *ceque* (línea que conecta santuarios) que llevaba al *Chinchaysuyo*, región norteña de *Tawantinsuyo* (Rowe 1981). *Tawantinsuyo*, palabra quechua que significa los cuatro barrios o porciones, era el nombre que los Incas daban a su territorio y al que actualmente se alude cuando se habla del imperio Incaico. El *Chinchaysuyo* incluía la zona oeste de Cuzco y la actual provincia de Caravelí, en la región costera de Arequipa, y se extendía hacia el norte, hasta Pasto (en la actual Colombia), incluyendo todos los territorios de lo que hoy en día constituyen el Ecuador.
- 7 Se desconocen el origen y significado del nombre Inca *Chacuaytapra*.
- 8 Un *ayllu* es un grupo familiar extendido, que solía ser la unidad política y social básica de las sociedades pre-hispánicas en los Andes.
- 9 Según el autor e historiador Inca Garcilaso de la Vega, la ciudad de Cuzco llegaba hasta *Chaquillhaca* a comienzos del siglo XVII; citado en Vega, 1959.
- 10 Esquivel Coronado 1981, 36.
- 11 En la capilla lateral de la catedral de Cuzco, una famosa pintura de Alonso Cortés de Monroy, conocida como "el Panorama de Monroy" muestra a la ciudad de Cuzco inmediatamente después del terremoto del año 1650.
- 12 En el mapa *El plano más antiguo del Cusco. Dos parroquias de la ciudad vistas en 1643*, que se encuentra en el Archivo Arzobispal de Lima, las notas que rodean a la Casa Arones dicen: "Panadería del tesorero Gueuara/ Martín Rivera /Franco Aluares tintorero, Baltasar Gonzales arriero".

- 13 La investigación llevada a cabo por Juan Carlos Miranda Cárdenas y Gonzalo Paiva Villafuerte describe la sucesión de títulos de propiedad de la Casa Arones. Un resumen de su investigación se ofrece en la siguiente tabla:

FECHA		OCUPANTES		REFERENCIAS
XVII	1651	Propietario	Pedro Carrasco	ADC. en Salvador Meléndez, pag. 624
	1656	Propietario	Bartolomé Palomares	ADC. en Meza Andueza, pag. 653
XVIII	1682-1773	Propietario	Cipriano Oblitas	Arq. Ramón Gutiérrez, pag. 195 AMSC. Libro de censos, vol. 01
	1773	Propietario	Alberto Capetillo	Arq. Ramón Gutiérrez, pag. 195
		Propietario	Fray Miguel de Sierro	
		Propietario	Esteban de Alzamora	
	1794	Propietario	Antonio Alzamora y de la Fuente	ADC. En Rodríguez Ledesma 1744, fol. 427
	1795	Propietario	Melchor Gómez Bustamante	ADC. en Bernardo J. Gamarra, pag. 103
1798	Propietario	Antonia Alzamora	Ramón Gutiérrez. <i>La casa Cusqueña</i> , pag. 195	
XIX	1811	Arrendatario	Mateo Aguinaga	Ramón Gutiérrez. <i>La casa Cusqueña</i> , pag. 195
	1820	Propietario	Juan Clemente Jordán	
	1822-1823	Propietario	Gaspar Castillo	AMSC. Libro de censos 1833
	M. 1800	Propietario	Benigno Peralta	ADC. Toribio Constantino Alosilla
	18xx-1897	Propietario	Casimiro del Castillo	ADC. Toribio Constantino Alosilla
		Propietario	Isabel Alcázar y Don Silvestre Cáceres	ADC. Toribio Constantino Alosilla

Fuente: Miranda Cárdenas y Gonzalo Paiva Villafuerte, n. d., 44.

- 14 En cuanto al tema de los patrones de asentamiento y las tipologías de construcción, Miranda Cárdenas y Gonzalo Paiva Villafuerte escribieron: "En el Cuzco se distinguen dos patrones de asentamiento; las viviendas asentadas sobre las *kanchas* Incas y las que se ubicaron en áreas de expansión (terrenos agrícolas); de éstas últimas, el arquitecto Ramón Gutiérrez hace mención que la cuadra parece haber sido subdividida en cuatro solares a la manera española, mientras que el padre Antonio San Cristóbal menciona que para la arquitectura de las casas cuzqueñas, los primeros constructores españoles encontraron ya dispuesto en las *kanchas* Incaicas el patio central, las crujías de base aprovechables al menos para la crujía frontera de la calle y un vano de entrada en un costado de la fachada, fácilmente transformable en el insustituible zaguán de las casas virreinales. El aprovechamiento de estas estructuras simples pre-hispánicas requirió ya desde el comienzo de la urbanización española en el Cuzco el despliegue de una actividad creadora para adaptar las formas tradicionales hispánicas de vivienda a los condicionamientos concretos locales, que se pretendía aprovechar." Miranda Cárdenas y Gonzalo Paiva Villafuerte n.d., 20.
- 15 El dibujo, del Archivo Arzobispal del Cuzco, es reproducido en Esquivel Coronado n.d., 24.
- 16 Cusco está inscrita en la lista del Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO con la ortografía alternativa "Cuzco".
- 17 La crujía y jardín del segundo patio no se describen en mayor detalle en esta sección, ni se incluyen en las dimensiones generales de la edificación, ni en los cálculos de áreas.

- 18 El cálculo de áreas incluye el patio central abierto. La cruja del jardín en la parte posterior no se incluyó en el cálculo de áreas y no forma parte de este estudio constructivo.
- 19 Durante el período del Virreinato las entradas en arco se reservaban para los edificios religiosos; por esta razón sólo podían utilizarse dinteles horizontales para los accesos a edificios seculares (Fraser 1990, 123).
- 20 Las zonas sísmicas se definen en el Capítulo II, Parámetros de Sitio de la Norma Técnica de Edificación E.030: Diseño Sismorresistente, disponible en la dirección del portal electrónico [http://www.igp.gob.pe/web\\_page/images/documents/ltorres/norma\\_tecnica\\_edificaciones.pdf](http://www.igp.gob.pe/web_page/images/documents/ltorres/norma_tecnica_edificaciones.pdf)
- 21 La información sobre fechas de terremotos, ubicación de epicentros y magnitudes de momento (Mw) ha sido resumida en el *Historic World Earthquakes* (en español: Terremotos Históricos del Mundo), publicado por United States Geological Survey - USGS (en español: Agencia de Estudios Geológicos de los Estados Unidos) disponible en la siguiente dirección del portal electrónico [http://www.earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/historical\\_country.php#peru](http://www.earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/historical_country.php#peru). En el resumen no están disponibles las estimaciones de las magnitudes de momento de los terremotos del año 1943 en Yanaoca, del año 1913 en Abancay, del año 1764 en Lima y del año 1650 en Cuzco.
- 22 La fecha de construcción se basa en la cronología dada en los planos arquitectónicos EA-01 y EA-02, que forman parte de los dibujos del proyecto para la Restauración y Rehabilitación de la Casa Arones, "La Casa de la Hispanidad Andina", que se prepararon para C.E.G. Guamán Poma de Ayala por los arquitectos Enrique Estrada y Yisela Ochoa Lind, fechado en enero del año 2005.
- 23 *Ibid.*
- 24 Los criterios para determinar las relaciones de esbeltez se basan en Tolles, Kimbro, Webster y Ginell, 2000.
- 25 La altura de los muros se toma entre los niveles de piso terminado de una planta a la siguiente. La altura y la construcción reales de adobe son algo menores, pues los muros se asientan en un sobrecimiento de entre 0.55 m y 1.50 m de altura.
- 26 El término "aparejo inglés" es un término arquitectónico que se utiliza para describir un patrón de aparejo de unidades de albañilería.
- 27 El *kur kur* es un tipo de bambú de las tierras altas que se utiliza comúnmente en las techumbres de la región de Cuzco. Sus cañas son delgadas y tienen el centro relleno.
- 28 El término "estilo español" se utiliza para describir las tejas de forma semicilíndrica, colocadas en hiladas alternas, de manera que sus lados convexos sean adyacentes y se sujeten a tejas cuyos lados convexos están hacia abajo.

## CAPÍTULO 7

# Conclusiones

### 7.1 Conclusiones después del estudio

Los datos reunidos para elaborar el presente informe de estudio se están utilizando para desarrollar el análisis numérico de elementos finitos, los análisis sísmicos, y los ensayos experimentales complementarios de las cuatro edificaciones históricas de tierra tipo. Si bien el trabajo aún está en proceso de desarrollo, es posible proponer algunas conclusiones generales en relación a la metodología de la inspección estructural y la información recopilada, así como algunas conclusiones preliminares relativas al comportamiento estructural observado en las edificaciones tipo.

#### 7.1.1 Conclusiones relativas a la metodología de la inspección estructural

- La fichas de inspección estructural que se desarrollaron para el proyecto deberán ser revisadas según se considere necesario para incluir cualquier dato faltante que pudiese necesitarse para el análisis numérico de elementos finitos, los análisis sísmicos, y el desarrollo de los correspondientes ensayos estáticos y dinámicos. Las fichas modificadas deberán difundirse entre los especialistas peruanos para su uso como herramientas para estudiar estructuralmente otras edificaciones de tierra. Con el tiempo, las fichas se podrían volver a modificar para sugerir y priorizar intervenciones de estabilización sismorresistente.
- Se requiere de una documentación más completa para comprender con mayor detalle las edificaciones y sus componentes estructurales. Las plantas, elevaciones, secciones, y en particular los detalles arquitectónicos acotados que ilustran las conexiones estructurales entre las cubiertas, muros y cimientos ofrecen datos estructurales críticos al proyecto. Las conclusiones relacionadas a la metodología de la documentación y sus usos son las siguientes:
  - El proceso de prospección, que metodológicamente abrió calas en las edificaciones sin dañarlas, fue necesario para el desarrollo de los detalles constructivos acotados. Para determinar las áreas de una edificación en donde han de realizarse las calas, es necesario establecer un equilibrio entre el tipo de datos que se desean obtener y lo que es factible de obtener sin poner en riesgo la integridad de la edificación. Los ingenieros y demás profesionales que vayan a utilizar los datos resultantes deberán involucrarse en el proceso de selección e identificación de las calas, proporcionando una lista detallada de las áreas críticas que deban explorarse, el tipo de datos a ser recopilados, incluyendo todos los requerimientos en torno a la

**FIGURA 7.1 (IZQUIERDA)**

Calas de prospección: obrero realizando una cala en el segundo piso de la Casa Arones.  
Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 7.2 (DERECHA)**

Calas de prospección: ingenieros del grupo de trabajo inspeccionando el área abierta en el piso de la Casa Arones.  
Imagen: Sara Lardinois.



**FIGURA 7.3**

Calas de prospección: el grupo de trabajo mientras documenta las conexiones estructurales de la cubierta de la Catedral de Ica, aprovechando las áreas descubiertas luego del colapso de algunas secciones de la cubierta.  
Imagen: Mirna Soto, para el GCI.



**FIGURA 7.4**

Calas de prospección: el arquitecto supervisor grava un video narrado sobre los hallazgos de una cala en la cimentación de la iglesia de Kuño Tambo.  
Imagen: Claudia Cancino.

cantidad y exactitud del registro de las dimensiones, así como el formato de presentación de la documentación compilada: dibujos, fotografías o video. De manera ideal, los usuarios de la información levantada podrían estar presentes en el sitio al momento de ejecución de las calas de prospección (Figs. 7.1-7.4).

- Tanto los planos arquitectónicos como los dibujos de prospección están resultando ser útiles para la creación del análisis numérico de cada edificación tipo. Sin embargo, los dibujos de prospección sólo ilustran partes específicas de la edificación, y dado que no es viable realizar calas en toda la edificación, han surgido algunas dudas sobre lo que resulta apropiado asumir en relación a la construcción de toda la edificación. De manera similar, aún en aquellas partes donde se han hecho calas en una edificación, no siempre es posible obtener las dimensiones de cada una de las conexiones, como por ejemplo, el tamaño de las espigas. Esta situación

ha llevado a preguntas sobre que es apropiado asumir. Cuando ha sido posible, se han hecho suposiciones basadas en el conocimiento que tiene el grupo de trabajo respecto a tecnologías constructivas históricas en el Perú. La lista de información crítica, anteriormente mencionada, debería también describir el rango apropiado de suposiciones que se pueden hacer cuando se necesite información adicional que no fuese posible obtener, y los factores de riesgo asociados al hacer este tipo de suposiciones.

- Además de proporcionar datos estructurales críticos para el proyecto, la metodología de prospección parece aportar otros resultados valiosos y de mayor alcance. Este método de investigación y estudio podría difundirse entre otros profesionales peruanos que estén trabajando en el campo de la conservación de sitios hechos de tierra.
- Tras haber realizado algunas pruebas en campo, se encontró que la termografía tiene un potencial para la investigación no destructiva de sitios de tierra. Específicamente, la termografía fue capaz de revelar información estructural que no era posible obtener confiando únicamente en la observación visual; complementando así la información obtenida mediante un número limitado de calas. Muchos otros métodos de investigación no destructivos están disponibles y podrían ofrecer opciones viables para la inspección de edificaciones de tierra. El radar de penetración terrestre, la radiografía portátil y el ultrasonido son algunas de las técnicas que podrían estudiarse en mayor detalle para su posible uso en éste u otros proyectos. La disponibilidad y experiencia en el uso de estos instrumentos pareciera ser un factor restrictivo en el Perú; sin embargo, de resolverse, sería interesante observar qué tipos de información producirían estos métodos de investigación en las edificaciones de tierra (Fig. 7.5).

### 7.1.2 Conclusiones relativas a los datos estructurales

- Las edificaciones tipo seleccionadas resultaron ser estructuralmente más complejas de lo anticipado. Como resultado, se han identificado ciertas áreas de incertidumbre en los datos estructurales reunidos, lo que ha hecho necesario hacer ciertas suposiciones sobre cada una de las edificaciones:

**FIGURA 7.5**

Las calas fueron complementadas con imágenes termográficas que revelaron información estructural que no hubiese sido posible obtener confiando solamente en la inspección visual.

Imagen: Mirna Soto, para el GCI.



- **Hotel Comercio:** A través de calas se registraron la ubicación, dimensiones y espaciamiento de los pies derechos de madera de los paneles de quincha, las riostras diagonales, y las vigas y viguetas de los entresijos y cubierta; sin embargo, se descubrió que estos elementos no eran uniformes. Al preparar el análisis numérico de toda la edificación, las dimensiones de los pies derechos, la distancia entre ellos y la presencia de riostras diagonales se han tenido que estandarizar en base a suposiciones.
  - **Catedral de Ica:** El espaciamiento entre las cerchas de madera de la bóveda de cañón y de las cúpulas es irregular. Como en el caso del Hotel Comercio, el espaciamiento se estandarizará con el fin de desarrollar el análisis numérico. Dada la complejidad y la escala de la catedral, el proyecto centrará sus estudios en la crujía central de la iglesia, incluyendo sus muros laterales, pilares, bóvedas de cañón, y cúpula central, para luego extrapolar los resultados obtenidos al resto de la estructura.
  - **Iglesia de Kuño Tambo:** A pesar que los muros no presentan superficies planas, con el objetivo de construir el análisis numérico, el proyecto asumió lo contrario. Los muros tienen un espesor variable de acuerdo a su altura; no obstante, este espesor se uniformizó para el desarrollo del modelo numérico, utilizando las dimensiones de espesor como aparecen en las plantas que se tomaron en una sola cota vertical de los muros. Idealmente, habría sido preferible que se hubieran preparado diferentes plantas que ilustrasen el espesor de los muros a diferentes alturas; pero en virtud de que estos datos no se recolectaron, se han hecho las suposiciones ya expuestas anteriormente. Al igual que los muros, los pisos tampoco son parejos, así que se estandarizó la altura del piso en cada uno de los diferentes sectores al momento del modelado numérico.
  - **Casa Arones:** Luego de haber revisado la información histórica existente y haber llevado a cabo numerosas calas de prospección, la secuencia constructiva de la Casa Arones aún no es clara. Para los fines del proyecto, se ha supuesto que la construcción original incluía los arcos de mampostería de piedra de los lados norte y sur del patio, y que las galerías de madera en los lados este y oeste del patio se agregaron posteriormente.
- Las conexiones entre los diferentes elementos, como cubierta–muro, piso–muro, muro–muro (en uniones en "L" o en "T"), y cimentación–muro son críticas y deben ser muy bien documentadas y entendidas. Siempre que resulte posible deberán hacerse calas para investigar estas conexiones. Algunos métodos no destructivos de investigación, como la termografía, han probado ser efectivos en la obtención parcial de información; sin embargo, no son capaces de dar información más detallada, como el tamaño o número de clavos, o espigas.
  - Asimismo debe prestarse especial atención al deterioro y descomposición de los materiales. Deben desarrollarse criterios que permitan cuantificar el estado de los materiales en el estudio de la capacidad de resistencia de la edificación. Deberán considerarse las condiciones de deterioro de la madera por el efecto de insectos xilófagos en zonas costeras en el Hotel Comercio y la Catedral de Ica, particularmente cuando se analicen las conexiones estructurales entre los diferentes elementos de madera.
  - Las características mecánicas y físicas del material utilizado en la construcción de edificaciones de tierra también juegan un papel importante

al considerar las medidas que hayan de adoptarse para el control del deterioro de un edificio. Las propiedades de los materiales, tales como sus módulos de elasticidad, corte, y coeficiente de Poisson (incluyendo las fuerzas de compresión y tensión) deberán tomarse en cuenta al desarrollar el análisis numérico. Esta información puede obtenerse a través de la colección de datos en campo y mediante pruebas experimentales.

### **7.1.3 Conclusiones relativas al diseño y el comportamiento estructural**

Si bien las cuatro edificaciones estudiadas en el presente estudio constructivo representan tipologías estructurales muy diferentes, algunas observaciones generales en relación a su diseño y comportamiento estructural pueden derivarse de este estudio. Estas observaciones estarán sujetas a revisión una vez concluidas las pruebas experimentales, los análisis numéricos y sísmicos. Las observaciones generales son las siguientes:

- Al estudiar una edificación es necesario definir y comprender el sistema estructural con exactitud y como fue diseñado originalmente para resistir las cargas verticales resultantes de su propio peso y de las fuerzas diagonales resultantes de las cargas de bóvedas y cubiertas inclinadas.
- Tanto en la costa como en los Andes, por lo regular, las edificaciones residenciales han estado sujetas a más modificaciones que las edificaciones religiosas, las cuales por lo general están relacionadas con la reparación o reconstrucción tras el daño o deterioro sísmico. Si bien la tierra es el material de construcción predominante en los muros de las cuatro edificaciones, otros materiales se han introducido con las modificaciones llevadas a cabo. Por ejemplo:
  - El Hotel Comercio y la Casa Arones han sido objeto de múltiples modificaciones relacionadas a los cambios de uso. Existe una variedad de materiales en los muros, entre los que se cuentan, mampostería de adobe, ladrillo cocido y piedra. En algunos casos, sobre todo en las áreas modificadas, hay presencia de estos tres materiales en un mismo muro. Debido al efecto en el comportamiento estructural de la edificación, todos estos materiales deberán identificarse, someterse a pruebas experimentales e incorporarse al análisis numérico.
  - En la Catedral de Ica y la Iglesia de Kuño Tambo, la tierra continúa siendo el material predominante en los muros (y de la cubierta en el caso de la Catedral de Ica). Cuando se han realizado modificaciones o ampliaciones, se han utilizado materiales similares o compatibles.
- Con la excepción de la Iglesia de Kuño Tambo, cuyo sobrecimiento se asienta por lo general en roca sólida, la profundidad de la cimentación de las edificaciones tipológicas varían de superficiales a poco profundas. A pesar de esto, ninguno de los edificios mostró anomalías o agotamiento que pudiese atribuirse a problemas de asentamiento de la cimentación. Debe señalarse que las edificaciones tipo son esencialmente estructuras bajas, de una altura que varía entre una y dos plantas, cuyo peso propio o carga muerta que transfieren al suelo a través de la cimentación es muy bajo en comparación a las cargas de diseño de construcciones nuevas.

- Al evaluar una edificación, resulta importante identificar los elementos estructurales, ya sean originales o posteriores, que mejoran la resistencia sísmica del sistema estructural. En el curso del estudio constructivo, se identificaron los siguientes elementos y sistemas sismorresistentes:
  - **Hotel Comercio:** El uso de una construcción ligera de quincha en los muros del segundo y tercer piso, que probablemente actúan como un diafragma flexible.
  - **Catedral de Ica:** Los muros gruesos de mampostería de adobe con una relación de esbeltez de 3 se consideran estables durante un terremoto y presentan una baja probabilidad de volteo lateral. Asimismo, las cúpulas nervadas y las bóvedas de cañón construidas originalmente con cerchas de madera y cobertura de caña revocada actúan como un sistema de cubierta ligero.
  - **Iglesia de Kuño Tambo:** Los tirantes de madera que unen los largos y gruesos muros de adobe y los contrafuertes exteriores potencialmente reducen la posibilidad de volteo lateral de los muros.
  - **Casa Arones:** La estabilidad lateral de los muros de fachada mejora cuando la mampostería de adobe está trabada en las esquinas y a los tirantes de madera.

# Bibliografía

- Cancino, Claudia, Stephen Farneth, Philippe Garnier, Julio Vargas Neumann, y Frederick A. Webster. 2011. *Damage Assessment of Historic Earthen Buildings After the August 15, 2007 Pisco, Peru Earthquake*. Los Angeles: Getty Conservation Institute.
- Corrales Pérez, María del Carmen. 2010. Hotel Comercio. Informe sin publicar preparado por el ex-Instituto Nacional de Cultura, Lima, Perú.
- Esquivel Coronado, Jessica. 2001. El Barrio de Nueva Alta-Historia e Interpretación. Tesis para obtener el grado de Arquitecto, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Peru.
- Esquivel Coronado, Jessica. s.f. La Parroquia de Hospital de los Naturales en el Cusco Colonial (1572–1821). *Urbana en Línea* 18. <http://www.andrespulido.com/uel/inicio.htm>.
- Facultad Pontificia y Civil de Teología de Lima. 1982. *Tercer Concilio Limense, 1582-1583*. Versión castellana original de los decretos con el sumario del Segundo Concilio Limense. Edición conmemorativa del IV Centenario de su Celebración, con una Introducción del P. Enrique T. Bartra, S. J. Lima: Facultad Pontificia y Civil de Teología de Lima.
- Fraser, Valerie. 1990. *The Architecture of Conquest: Building in the Viceroyalty of Peru, 1535–1635*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gálvez, José. 1943. *Calles de Lima y meses del año*. Lima: International Petroleum Company.
- Hardy, Mary, Claudia Cancino, y Gail Ostergren, ed. 2009. *Proceedings of the Getty Seismic Adobe Project 2006 Colloquium*. Los Angeles: Getty Conservation Institute. [http://www.getty.edu/conservation/publications\\_resources/pdf\\_publications/gsap.pdf](http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/gsap.pdf)
- Harth-Terré, Emilio. 1948 [2003]. Los artífices vascos en el Perú Virreinal. En *VIIème Congrès d'Etudes Basques = Eusko Ikaskuntzaren VII. Kongresua = VII Congreso de Estudios Vascos*. 451-54. Donostia [San Sebastián]: Eusko Ikaskuntza. <http://www.euskomedia.org/PDFAnlt/congresos/07451454.pdf>
- ICOMOS. 2003. *ICOMOS Charter: Principles for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage*. [http://iscarsah.icomos.org/content/principles/ISCARSAH\\_Principles\\_English.pdf](http://iscarsah.icomos.org/content/principles/ISCARSAH_Principles_English.pdf)
- Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (ININVI). 1987. *Adobe: Norma técnica de edificación E-080, julio 1987*. 3ra ed. Lima: Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda.

- Jurado, Carolina. 2004. Las reducciones toledanas a pueblos de indios: Aproximación a un conflicto: El Repartimiento de Macha (Charcas), siglo XVI. *Cahiers des Amériques latines* 47: 123-37. <http://www.iheal.univ-paris3.fr/IMG/CAL/cal47-etudes3.pdf>
- Lecca, Jaime, y Michel Piaget. 1974. Iglesias de las Haciendas de San José y San Javier de Nazca. Tesis de bachillerato, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Málaga Medina, Alejandro. 1974. Las reducciones indígenas en el Perú (1532-1600). *Historia y cultura* 8: 141-72.
- Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción. 2000. *Adobe: Norma técnica de edificación E.080*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción / Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción [SENCICO].
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. 2003. *Norma técnica de edificación E.030: Diseño sismorresistente*. Lima: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento / Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción (SENCICO). [http://www.igp.gob.pe/web\\_page/images/documents/ltorres/norma\\_tecnica\\_edificaciones.pdf](http://www.igp.gob.pe/web_page/images/documents/ltorres/norma_tecnica_edificaciones.pdf)
- Miranda Cárdenas, Juan Carlos y Gonzalo Paiva Villafuerte. s.f. Restauración y puesta en valor de la Casa Oblitas. Tesis para obtener el grado de Arquitecto, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Perú.
- Mitma Montes, Grover J., y Jorge E. Alva Hurtado. 2005. Microzonificación de la ciudad de Ica frente a sismos e inundaciones. [http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/redacis/redacis27\\_a.pdf](http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/redacis/redacis27_a.pdf)
- Negro, Sandra. 2001. La arquitectura religiosa rural al sur de Lima durante el barroco final en el Perú. En *Barroco iberoamericano: Territorio, arte, espacio y sociedad*. ed. Ana María Aranda. Sevilla: Giralda. <http://www.upo.es/depa/webdhuma/areas/artes/3cb/documentos/073f.pdf>
- Rostworowski de Díez Canseco, María. 1962. *Nuevos datos sobre tenencia de tierras reales en el Incario*. Madrid: Corrales.
- Rowe, John H. 1981. Una relación de los adoratorios del antiguo Cuzco. *Histórica* 5 (2): 209-261.
- Tolles, E. Leroy, Edna E. Kimbro, y William S. Ginell. 2002. *Planning and Engineering Guidelines for the Seismic Retrofitting of Historic Adobe Structures*. GCI Scientific Program Reports. Los Angeles: Getty Conservation Institute. [http://www.getty.edu/conservation/publications\\_resources/pdf\\_publications/seismic\\_retrofitting.pdf](http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/seismic_retrofitting.pdf)
- Tolles, E. Leroy, Edna E. Kimbro, Frederick A. Webster, y William S. Ginell. 2000. *Seismic Stabilization of Historic Adobe Structures: Final Report of the Getty Seismic Adobe Project*. GCI Scientific Program Reports. Los Angeles: Getty Conservation Institute. [http://www.getty.edu/conservation/publications\\_resources/pdf\\_publications/seismicstabilization.pdf](http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/seismicstabilization.pdf).
- United States Geological Survey (USGS). 2012. Historic World Earthquakes, Peru. [http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/historical\\_country.php#peru](http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/historical_country.php#peru).

- Vargas Ugarte, S. J., Rubén. 1963. *Los jesuitas del Perú y el arte*. Lima, Perú: Librería e Imprenta Gil.
- Vargas Ugarte, S. J., Rubén. 1951. *Concilios Limenses (1551-1772)*. Tomo 1. Lima [Perú]: Tip. Peruana S.A.
- Vega, Garcilaso de la, y José Durand. 1959. *Comentarios reales de los Incas*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Villa Esteves, Deolinda Mercedes. 2010. Información Histórica sobre la Catedral de la ciudad de Ica, antiguo templo de la Compañía de Jesús, distrito departamento y región Ica. Lima, Perú: Instituto Nacional de Cultura.
- Villacorta Santamato, Luis Andrés. 1987. *Iglesias Rurales en el Valle de Lima durante la Colonia (1534-1821)*. Tesis de Bachillerato, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Villacorta Santamato, Luis Andrés. 2005. Reducciones Indígenas en el Valle de Lima. *Arkinka* 121: 36-45.
- Villanueva Urteaga, Horacio, ed. 1982. *Cuzco 1689: Informes de los párrocos al obispo Mollinedo: Economía y sociedad en el sur andino*, Archivos de historia andina 2. Cusco: Centro de Estudios Rurales Andinos "Bartolomé de las Casas".
- Zuidema, R. Tom, y Deborah Poole. 1982. Los límites de los cuatro suyus incaicos en el Cuzco. *Bulletin de l'Institut français d'études andines* 11 (1-2): 83-89. [http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/11\(1-2\)/83.pdf](http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/11(1-2)/83.pdf)

### Archivos

- Archivo Arzobispal del Cusco. Libro de Fábrica e Inventario de Bienes y Alhajas perteneciente al Repartimiento de Quispicanchi. Año 1689.
- Archivo Arzobispal del Cusco. Libro de Fábrica y Cofradía. Rondocan. Año 1767–1783: Registro realizado en el periodo del cura Manuel de la Sota.
- Archivo Arzobispal del Cusco. Libro de Fábrica y Cofradía. Rondocan 1830–1832.
- Archivo Regional del Cusco. Grupo Documentario Cabildos de Cusco. Leg° 83. C 16 Año 1816–1817.
- Archivo Regional del Cusco Grupo Documentario Tesorería Fiscal. Libro de Matriculas de la Provincia de Quispicanchi. Año 1830–1838. Libro 01.
- Archivo Parroquial de Acomayo. Sección Colonia. Libro de Fábrica de la Viceparroquia de Cunutambo. Leg. IX 1, 1,7 1681.







The Getty Conservation Institute