



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**TEMA: PARÁMETROS PARA LA ELABORACIÓN DEL
MANUAL DE FISCALIZACIÓN PARA EDIFICACIONES
PATRIMONIALES EN LA CIUDAD DE QUITO.**

AUTOR: DELGADO AMAYA, CRISTIAN RENÉ

DIRECTOR: ING. ROBALINO, CAROLINA

SANGOLQUÍ

2016



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACION

Certifico que el presente proyecto titulado “Parámetros para la elaboración del manual de fiscalización para edificaciones patrimoniales en la ciudad de Quito” ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor Sr. **Cristian Rene Delgado Amaya** para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 19 de Agosto de 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Carolina Robalino', is written over a horizontal line.

ING. CAROLINA ROBALINO.

DIRECTORA DEL PROYECTO



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

CRISTIAN RENÉ DELGADO AMAYA

Yo, **CRISTIAN RENE DELGADO AMAYA**, con cédula de identidad N° 1722496849, declaro que este trabajo de titulación **“PARÁMETROS PARA LA ELABORACIÓN DEL MANUAL DE FISCALIZACIÓN PARA EDIFICACIONES PATRIMONIALES EN LA CIUDAD DE QUITO”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 19 de Agosto del 2016



CRISTIAN RENÉ DELGADO AMAYA

C.C:1722496849



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, **CRISTIAN RENÉ DELGADO AMAYA**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución la presente trabajo de titulación “PARÁMETROS PARA LA ELABORACIÓN DEL MANUAL DE FISCALIZACIÓN PARA EDIFICACIONES PATRIMONIALES EN LA CIUDAD DE QUITO” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 19 de Agosto del 2016

Una firma manuscrita en tinta azul que se extiende sobre una línea horizontal negra.

CRISTIAN RENE DELGADO AMAYA

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto principalmente a mis padres, Milton Delgado y Monica Amaya quienes me han acompañado arduamente en el proceso de mi realización profesional y han sido los escultores de mi persona y mi espíritu.

A mis hermanos Jhonatan y Diego David de quienes diariamente aprendo y son motivación para seguir hacia adelante.

Cristian René Delgado Amaya

AGRADECIMIENTO

Agradezco sobre todo a Dios por haberme brindado la fortaleza que necesité día a día; por colmarme de sus bendiciones y acompañarme en el camino de mi diario vivir.

A mis padres que han sido el refugio al cual he podido regresar diariamente después de días buenos y no tan buenos. Son el ejemplo más grande a seguir, gracias por hacer que todo sea más fácil.

A mis hermanos Jhonatan y Diego David que han estado ahí brindándome su ayuda en el momento preciso.

A las personas que pesar de ya no estar presentes, me guiaron y acompañaron espiritualmente en mis pasos, Abuelitos, tíos. Gracias

A la Ingeniera Carolina Robalino, por compartirme sus conocimientos y ayudarme en toda la realización de este proyecto.

A mis amigos, por los momentos compartidos dentro y fuera de las aulas, Cris hermano de la vida gracias por todo.

Al departamento de fiscalización del IMP (Instituto Metropolitano del Patrimonio), por proporcionarme lo necesario para poder desarrollar esta investigación.

Y a todas las personas que me incentivaron, ayudaron y me motivaron para seguir adelante con este objetivo.

Cristian René Delgado Amaya

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACION.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
LISTADO DE TABLAS.....	xiii
LISTADO DE FIGURAS	xiv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1
1.1. INTRODUCCION	1
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
CAPÍTULO 2 EDIFICACIONES PATRIMONIALES EN QUITO.....	4
2.1. HISTORIA.....	4
2.2. IMPORTANCIA.....	5
2.3. UBICACIÓN.....	6
2.4. INVENTARIO.....	10
2.5. PROBLEMÁTICA.....	23

2.5.1. CONCEPTUALIZACIÓN	23
2.6. ANÁLISIS DEL ESTADO DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES	25
2.7. AFECTACIONES SOBRE LA ACCIÓN DE LA NATURALEZA	25
2.8. AFECTACIONES SOBRE LA ACCIÓN DEL TIEMPO.....	26
2.9. AFECTACIONES SOBRE LA ACCIÓN DEL HOMBRE.....	27
2.10. MÉTODOS CONSTRUCTIVOS EN TIERRA, MADERA, Y MAMPOSTERÍA.....	28
2.10.1 ESTRUCTURAS DE TIERRA	29
2.10.2 ESTRUCTURAS DE MADERA	32
2.10.3 ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN	34
2.10.4 ESTRUCTURA DE MAMPOSTERÍA CASO LATINOAMÉRICA	36
2.10.5 ESTRUCTURA DE MAMPOSTERÍA CASO ITALIA	40
CAPÍTULO 3 MÉTODO DE ANÁLISIS DEL ESTADO DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES	43
3.1. INTRODUCCIÓN	43
3.2. MATERIALES QUE CONFORMAN LAS EDIFICACIONES PATRIMONIALES.....	44
3.3. PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES.....	44
3.4. CRITERIOS DE INTERVENCIÓN EN EDIFICACIONES PATRIMONIALES ESTIPULADOS EN LA CARTA DE VENECIA.	46

3.5. PASOS PARA EVALUAR EL ESTADO DE UNA EDIFICACIÓN PATRIMONIAL	47
3.5.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS DAÑOS	47
3.5.2. DIAGNÓSTICO DE LOS DAÑOS	48
3.5.3. TRATAMIENTO DE LOS DAÑOS.....	48
3.5.4. CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LOS DAÑOS	48
3.6. MÉTODOS PARA EVALUAR EL ESTADO DE UNA EDIFICACIÓN PATRIMONIAL	48
3.6.1. PENETRÓMETRO PILODYN	49
3.6.1.1. EMPLEO DEL PENETRÓMETRO	49
3.6.2. RESISTÓGRAFO.....	51
3.6.3. PRUEBAS DE ULTRASONIDOS EN MADERA.....	52
3.6.4. PRUEBAS EN MUROS PARA EDIFICACIONES PATRIMONIALES EN LABORATORIO	53
3.6.5. ENSAYO DE GATOS PLANOS	54
3.6.6. TÉCNICAS DILATOMÉTRICAS.....	55
CAPÍTULO 4 FISCALIZACIÓN.....	58
4.1 CONCEPTO	58
4.2 OBJETIVOS DE LA FISCALIZACIÓN DE OBRAS.....	58
4.3 ACTIVIDADES DEL FISCALIZADOR.....	59
4.4 FISCALIZACIÓN DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES	60

4.5 INSTRUMENTOS PARA LA FISCALIZACIÓN DE EDIFICACIÓN PATRIMONIALES.....	62
4.6 DOCUMENTOS PARA LA FISCALIZACIÓN.....	65
CAPÍTULO 5 CONTROL DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES	66
5.1 EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES.....	66
5.1.1 CIMENTACIONES	66
5.1.2 SOBRECIMENTOS.....	67
5.1.3 PATOLOGÍAS FRECUENTES EN LAS CIMENTACIONES	68
5.1.3.2 HUMEDADES	71
5.1.3.3 ALTERACIONES EN ROCAS	72
5.1.4 MUROS.....	72
5.1.5 PATOLOGÍAS FRECUENTES EN MUROS.....	74
5.1.5.1 HUMEDAD	74
5.1.5.2 LESIONES ESTRUCTURALES	76
5.1.6 PATOLOGÍAS FRECUENTES EN ENTREPISOS O FAJARDOS	77
5.1.6.1 HUMEDAD	78
5.1.6.2 LESIONES MECÁNICAS	79
5.1.7 LAS CUBIERTAS.....	80
5.1.8 LOS ACABADOS	80
5.2 PATOLOGÍAS ENCONTRADAS EN INMUEBLES DE QUITO	85

CAPÍTULO 6	PARAMETROS DE FISCALIZACIÓN DE	
EDIFICACIONES PATRIMONIALES		108
6.1	INTRODUCCIÓN	108
6.2	ANÁLISIS PREVIO A LA INTERVENCIÓN DEL INMUEBLE	108
6.2.1	HISTORIA DEL INMUEBLE	108
6.2.2	OCUPACIÓN PREVIA DEL INMUEBLE	109
6.2.3	OCUPACIÓN QUE TENDRÁ EL INMUEBLE	109
6.3	INSPECCIÓN INICIAL DEL ESTADO TÉCNICO DEL INMUEBLE Y DAÑOS POR REHABILITAR	109
6.3.1	ALGUNAS OPCIONES Y MÉTODOS PARA REMEDIAR PATOLOGÍAS EN EDIFICACIONES PATRIMONIALES	113
6.3.2	INTERVENCIÓN EN MUROS DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES	113
6.3.3	TRATAMIENTO PARA MADERA EN EDIFICACIONES PATRIMONIALES	116
6.4	ESPECIFICACIÓN DE LOS TÉRMINOS CONTRACTUALES	117
6.5	ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN DEL INMUEBLE	121
6.6	DURANTE LA INTERVENCIÓN	122
6.6.1	INSPECCIONES	122
6.6.2	MEDICIONES	122
6.6.3	PLAZOS	123
6.6.4	PLANILLAS	123

6.6.5 CONTROL DE LABORATORIO.....	124
6.6.6 PERSONAL EN LA OBRA.....	126
6.6.7 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN FISCALIZACIÓN DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES.....	126
CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	129
7.1 CONCLUSIONES.....	129
7.2 RECOMENDACIONES.....	132
7.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	134

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1	Actualización Inventario Continuo Núcleo Central Antiguo 1990...	11
Tabla 2	Actualización Inventario Religioso Funerario 1990.....	13
Tabla 3	Inventario selectivo área urbana.....	13
Tabla 4	Actualización Inventario Parroquias Rurales Patrimoniales 1990.	16
Tabla 5	Patologías y procedimientos de remediación de las mismas	110

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Localización del área de estudio.....	6
Figura 2 Núcleo Central y sus 16 barrios	7
Figura 3 Barrios correspondientes al área 2	8
Figura 4 Barrios correspondientes al área 3	9
Figura 5 Porcentaje de edificaciones Patrimoniales en barrios de Quito	12
Figura 6 Porcentaje de inmuebles patrimoniales urbanos del D.M.Q actualizados en 2012	15
Figura 7 Porcentaje de inmuebles patrimoniales urbanos del D.M.Q preseleccionados en 2014	15
Figura 8 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Norcentral 2012	18
Figura 9 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Norcentral estudio 2014	18
Figura 10 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Sur Oriente Otambaro 2012.....	19
Figura 11 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Sur Oriente Otambaro estudio 2014	19
Figura 12 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Los Chillos 2012	20
Figura 13 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Los Chillos estudio 2014	20
Figura 14 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Sur Oriente 2012.....	21

Figura 15 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Sur Oriente estudio 2014	21
Figura 16 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Sur Occidente 2012	22
Figura 17 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Sur Occidente estudio 2014.....	22
Figura 18 Construcción de loza en edificio del centro histórico Quito.....	36
Figura 19 Catedral del Cusco.....	37
Figura 20 Refuerzos en hormigón armado, frecuentemente usados para campanarios	39
Figura 21 Penetrómetro Pilodyn.....	49
Figura 22 Empleo del penetrómetro Pilodyn 6J.	50
Figura 23 Resistógrafo.....	51
Figura 24 Dimensiones de la aguja.....	52
Figura 25 Ensayo de Ultrasonido en madera.....	53
Figura 26 Ensayo de gato plano simple	55
Figura 27 Perspectiva general del uso de la técnica dilatómetrica.....	57
Figura 28 Cinta métrica o flexometro	62
Figura 29 Clinómetro de Mano.....	63
Figura 30 Calculadora de mano	63
Figura 31 Brújula de Mano	64
Figura 32 Libreta de apuntes	64
Figura 33 Instrumentos de seguridad.....	65
Figura 34 Tipos de cimientos de cal y canto	67

Figura 35 Tipos de sobrecimientos	68
Figura 36 Tipos de Asentamientos.....	70
Figura 37 Deterioro de cimientos por humedad capilar.....	71
Figura 38 Erosión de la piedra por factores medio ambientales	72
Figura 39 Proceso de elaboración del adobe.....	73
Figura 40 Aparejos más difundidos.....	73
Figura 41 Biodeterioro, causado por humedad	75
Figura 42 Humedad descendente.....	75
Figura 43 Humedad ascendente o por capilaridad,.....	76
Figura 44 Cabeza de viga con pudrición severa,	78
Figura 45 Madera afectada por termitas.	79
Figura 46 Vigas deformadas, por lesiones mecánicas,.....	79
Figura 47 Ruptura de una viga, por sobre peso,	80
Figura 48 Vista de las dos capas de revoque, grueso y fino,	82
Figura 49 Piso de ladrillo pastelón,	84
Figura 50 Reproducción de baldosas hidráulicas “mosaico”,	85
Figura 51 Preparación de mezcla para inyección en muro	114
Figura 52 Inyección en muros de adobe	114
Figura 53 Elaboración y colocación de una llave de madera	115
Figura 54 Cosido de un muro de adobe	116
Figura 55 Tratamiento a elementos de madera	116

RESUMEN

Quito está formado por un gran número de inmuebles patrimoniales los mismos que han ido aumentando conforme se ha ido actualizando los inventarios año tras año, gracias a estos inmuebles el distrito metropolitano fue nombrado patrimonio cultural de la humanidad en 1978. Con el paso del tiempo estos se han visto afectados tanto de manera arquitectónica como estructural debido a agentes naturales, ambientales, de tiempo y hasta por el mismo hombre en ocasiones hasta de manera irreversible. Es por esta razón que es de suma importancia que en el proceso de fiscalización se tenga una herramienta que aporte con seguridad, y un proceso óptimo con parámetros que toman en cuenta las diversas patologías que va presentado cada inmueble y con el respectivo procedimiento que se llevará para repararlas. Además de tomar en cuenta las correctas actividades tanto del fiscalizador como también del contratista respetando los términos contractuales al revisar cada una de las cláusulas que contiene los contratos que maneja el IMP (Instituto Metropolitano del Patrimonio) durante la rehabilitación de la estructura para una segura culminación de los inmuebles respetando la morfología de la estructura y sobretodo aportando seguridad y confiabilidad para las personas que las habitan.

PALABRAS CLAVES:

- **EDIFICACIONES PATRIMONIALES,**
- **PATOLOGÍAS,**
- **FISCALIZACIÓN,**
- **REHABILITACIÓN,**
- **TÉRMINOS CONTRACTUALES**

ABSTRACT

Quito is formed of a large number of heritage buildings, these have been increased as has been updated inventories year after year, thanks to these properties the metropolitan district was named cultural heritage of humanity in 1978. Over the years these have been affected both architectural and structurally, caused by environmental, weather and even by the same people and sometimes in irreversibly. For this reason it's important to have during the control process a tool that provides security and optimum process parameters, taking into account the various pathologies that presented in each property and the respective procedure to be carried to repair them. Besides taking into account the correct activities of both the auditor as well as the contractor in compliance with the contractual terms by reviewing each of the clauses contained in the contracts handled by the IMP (Instituto Metropolitano del Patrimonio) for the rehabilitation of the structure for safe completion property respecting the morphology of the structure and providing safety and reliability especially for people who live there.

KEYWORDS:

- **HERITAGE BUILDINGS,**
- **PATHOLOGY,**
- **SUPERVISION,**
- **REHABILITATION,**
- **CONTRACTUAL TERMS**

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1. INTRODUCCION

Quito, siendo una ciudad reconocida por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y la Cultura - UNESCO, en su segunda sesión celebrada en Washington el 8 de septiembre de 1978, como **“PATRIMONIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD”**; ha estado muy comprometida con su patrimonio urbano - arquitectónico. Consciente de ello, en 1992 a 1998 realiza un exhaustivo registro de los bienes culturales inmuebles, tanto en su núcleo central, como en sus parroquias urbanas y poblados históricos - rurales del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (Carrión, 2016).

Gracias a la Ordenanza Metropolitana 0260 de Áreas Históricas aprobada el 4 de junio del 2008 se logra establecer la responsabilidad de realización del Inventario de Bienes Patrimoniales y que se recoge en dos de sus artículos 4 y 19. (Loor, 2015)

La ciudad de Quito, edificada en un área delimitada desde los inicios de la fundación española en 1470 hasta la segunda década del siglo XX, comprende aproximadamente 308 manzanas. En esta zona se construyeron, a través de los siglos, un número muy significativo de edificios de interés arquitectónico e histórico representativos de la arquitectura colonial (civil y religiosa) de los siglos XVI, XVII y XVIII, enmarcados por un conjunto de edificios residenciales de fines del siglo XIX y principios del siglo XX. (Arregui, 2010)

La belleza arquitectónica de este conjunto, el valor histórico y patrimonial que representa para la nación ecuatoriana y el valor cultural de los monumentos que lo integran sirvieron para que la UNESCO declarara a la

ciudad de Quito como Patrimonio de la Humanidad, en el año de 1978. (Arregui, 2010)

Las edificaciones patrimoniales y monumentales, entre las que destacan iglesias, conventos, museos y otros edificios, junto con la infraestructura del área, son riqueza y capital existente que confieren al centro un potencial de desarrollo de gran valor, el cual tendría como pilar principal el turismo cultural. (Arregui, 2010)

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La principal justificación para el proyecto, es el obtener una herramienta con la cual se pueda optimizar la fiscalización de las edificaciones patrimoniales en Quito; donde consten los principales procesos para rehabilitar y remediar los daños que estas presenten por las diversas causas que las generan.

Con una correcta fiscalización de Edificaciones Patrimoniales se puede garantizar la segura vida útil de estas, además que genera seguridad para las personas que las utilizan, y es la manera más efectiva de mantener en buen estado el Patrimonio Cultural de Quito.

El problema de la vivienda por régimen de propiedad altamente bipolarizado (el 78.5% de los residentes no son propietarios) y por su calidad caracterizada por la degradación, deterioro, insolencia de su infraestructura y equipamiento. Dichos elementos afectan la conservación del patrimonio edificado. Además, el peso significativo de residentes inquilinos en el centro histórico, limita de algún modo la propensión a realizar inversiones para la conservación y/o rehabilitación del patrimonio (Carrion, Cifuentes, & Pino)

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Realizar una investigación sobre la fiscalización de edificaciones patrimoniales en Quito

1.3.2 Objetivos Específicos

- Saber la cantidad de edificaciones patrimoniales que existen en el Distrito Metropolitano de Quito, y el proceso de recuperación que se lleva a cabo para estas edificaciones.
- Hacer un análisis de campo de las patologías más frecuentes encontradas en el centro histórico y los daños que pueden causar a la estructura.
- Realizar un análisis de los métodos que son utilizados para fiscalizar las edificaciones patrimoniales al igual que materiales con los cuales están compuestas, y técnicas con las que se trabajan.

CAPÍTULO 2

EDIFICACIONES PATRIMONIALES EN QUITO

2.1. HISTORIA

El 5 de marzo de 1987 se produjo en el Ecuador un desastre natural de grandes proporciones originado por una serie de sismos cuyos epicentros estuvieron localizados en la región nororiental del país (Crespo, 2004)

Los sismos dañaron discretamente edificaciones de las áreas urbanas y rurales de la provincias de Pichincha, Imbabura y Carchi, que incluyen las ciudades de Quito e Ibarra. Además originaron grandes avalanchas en zonas rurales de población dispersa ubicadas en la provincia de Napo. (Crespo, 2004)

Como resultado del flagelo, se estima que unas 1.000 personas perdieron la vida; más de 5.000 tuvieron que ser evacuadas de las zonas más afectadas y reubicadas en refugios temporales. Unas 3.000 viviendas fueron destruidas completamente y otras 12.500 unidades necesitaron reparaciones importantes. (Crespo, 2004)

El primer sismo se produjo a las 20:54 horas del 5 de marzo y tuvo una magnitud de 6.1 en la escala de Richter; el segundo ocurrió a las 23:10 horas el mismo día y acusó una magnitud de 6.8. La profundidad del foco fue en ambos casos inferiores a 10 kilómetros; y en las dos ocasiones, el epicentro fue localizado a unos 90 kilómetros al noreste de Quito. (Crespo, 2004)

Si bien el epicentro fue ubicado en las cercanías del volcán El Reventador, el análisis de la información científica-instrumental y visual permitió descartar que su origen fuera volcánico sino, más bien, producto de la energía acumulada por la interacción de las placas de Nazca y Sudamericana. Los sismos afectaron seriamente el patrimonio histórico y cultural especialmente en provincias de Pichincha e Imbabura. (Crespo, 2004)

En Quito, ciudad declarada por la UNESCO Patrimonio Cultural de la Humanidad (1978), cerca de 15 monumentos de singular importancia fueron afectados en grado diverso. Templos y conventos construidos durante y después de la Colonia sufrieron serios daños y algunos de ellos estuvieron a punto de sufrir colapsos totales. Como resultado de los temblores sufrieron perjuicios los componentes estructurales-bóvedas, arcos, pilastras, muros y torres- edificados mediante procedimientos tradicionales en mampostería de adobe, piedra y ladrillo. (Crespo, 2004)

Paralelamente, pero con menor incidencia y con menor gravedad, también fueron afectados numerosas edificaciones urbanas de varios pisos de hormigón armado de construcción más bien reciente, destinados a vivienda y oficinas. Los daños fueron de diversa naturaleza y consistieron mayormente en fisuramiento de mampostería y rotura y desprendimiento de recubrimientos frágiles. Estos resultados indujeron a identificar como causa principal la excesiva flexibilidad lateral de las estructuras debido a la falta de sistemas rígidos apropiados para el control de los desplazamientos transversales y derivas de piso. (Crespo, 2004)

2.2. IMPORTANCIA

La principal importancia de este tema es que el Instituto Metropolitano de Quito IMP no posee una herramienta de este tipo en la actualidad, la cual podría ser de gran ayuda para establecer un método para fiscalizar las edificaciones patrimoniales en Quito, como se ha visto anteriormente nuestro centro histórico está formado en gran parte de ellas, es por eso que es de suma importancia para el gobierno mantenerlas en buen estado. Para ello actualmente se ha puesto en marcha el proyecto 'recupera tu casa' que se enfoca exclusivamente a la rehabilitación o mejora de inmuebles de usos residenciales y complementarios a la actividad residencial, siempre y cuando estén ubicados en las áreas históricas del Distrito.

Para lo descrito es necesario establecer parámetros básicos y procedimientos para ponerlos en un manual de cuales se pueden basar para direccionar la rehabilitación de las estructuras.

2.3. UBICACIÓN

El estudio se centra en la ciudad de Quito $0^{\circ}13'07''S$ $78^{\circ}30'35''O$, formalmente San Francisco de Quito, es la capital y la segunda ciudad más poblada de la República de Ecuador y de la Provincia de Pichincha. (Yajamin-Valencia, 2008)

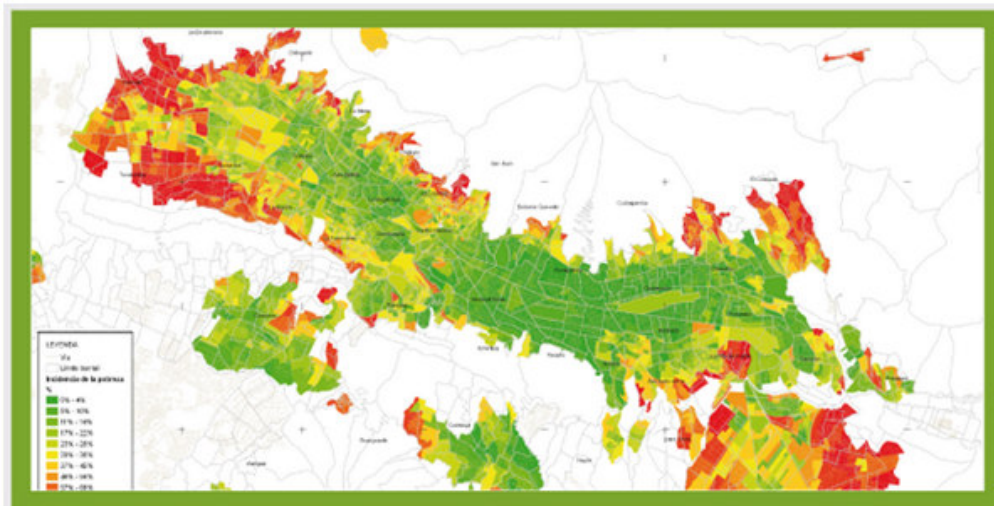


Figura 1 Localización del área de estudio
Fuente:(IMP, 2015)

Clasificación territorial del Patrimonio.- El patrimonio urbanístico y arquitectónico se clasifica de la siguiente manera (IMP, 2015):

Área 1: Centro Histórico de Quito (Núcleo Histórico, área circundante);

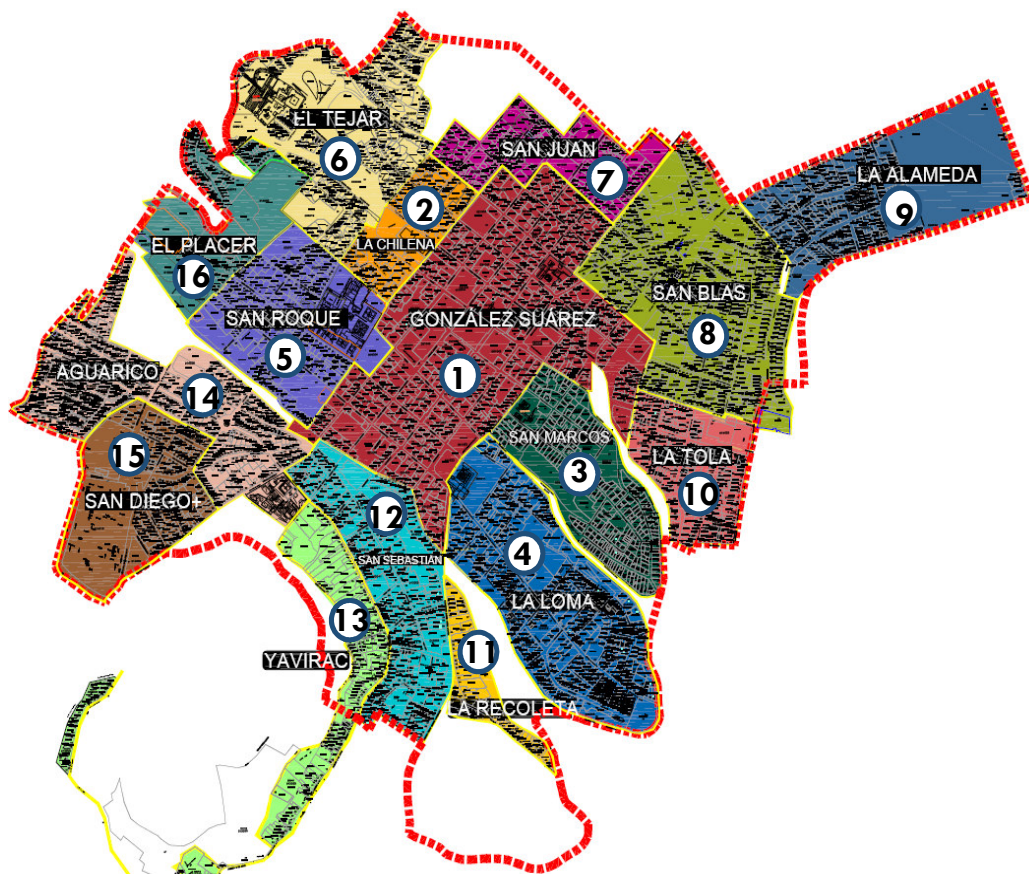


Figura 2 Núcleo Central y sus 16 barrios
Fuente:(IMP, 2015)

Área 3: Núcleos históricos, edificaciones inventariadas y sus entornos, ubicados en las parroquias urbanas de Guápulo, Cotocollao y Chillogallo; Núcleos históricos, edificaciones inventariadas y sus entornos ubicados en las parroquias suburbanas – rurales (IMP, 2015).

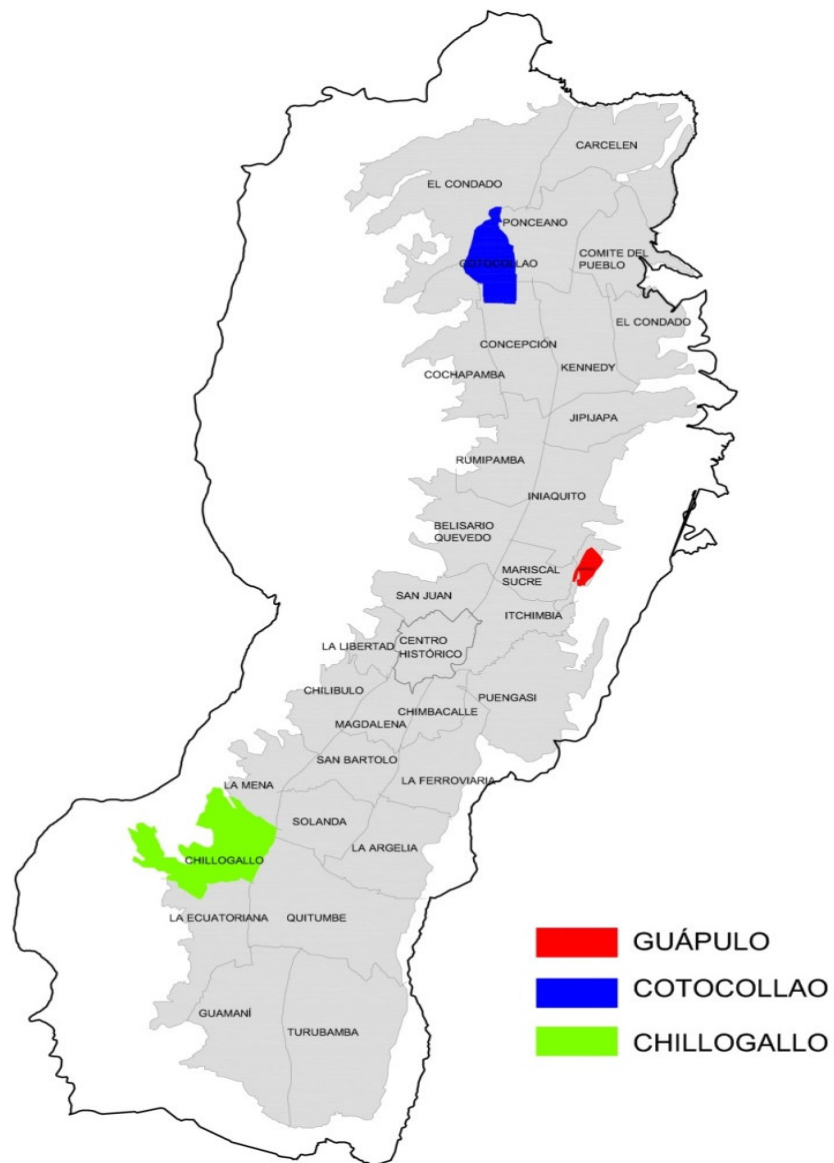


Figura 4 Barrios correspondientes al área 3
Fuente:(IMP, 2015)

2.4. INVENTARIO

Es el instrumento de planificación y gestión que contiene el registro, reconocimiento, evaluación física y registro de intervenciones de los bienes patrimoniales, e información sobre las características urbanas, ambientales, culturales, arquitectónicas, constructivas, de ocupación, y uso, así como de su estado de conservación (Consejo metropolitano de Quito, 2008).

Todos los bienes con protección dentro de las áreas de valor patrimonial, serán catalogados en correspondencia con los grados de protección señalados en este código, y de acuerdo a los parámetros definidos como instrumentos de clasificación y control de los bienes patrimoniales (Consejo metropolitano de Quito, 2008)

Está conformado por tres tipos de inventario de arquitectura patrimonial:

Monumental.- Es el registro de las edificaciones civiles y religiosas, del más alto valor patrimonial, tanto las que llegan al nivel y la categoría de monumentos arquitectónicos, como aquellas llamadas de interés especial, que son las que basan su valoración sobre todo en la significación histórico-cultural que representan; estas edificaciones tienen protección absoluta. (Consejo metropolitano de Quito, 2008)

Continuo.- Es el registro de todos y cada uno de los predios edificados en el área delimitada del Centro Histórico de Quito; y, (Consejo metropolitano de Quito, 2008)

Selectivo.- Es el registro de predios edificados ubicados en áreas sin una homogeneidad global en su caracterización urbano arquitectónica, seleccionados mediante criterios de valoración preestablecidos y que comprende el conjunto de edificaciones seleccionadas de 13 barrios urbanos de Quito por fuera del Centro Histórico, que conforman el área 2 y que constan en el Art. ... (15) de este título; el conjunto de edificaciones seleccionadas correspondientes a los Núcleos Históricos de las parroquias urbanas de Chillogallo, Guápulo y Cotocollao; el conjunto de edificaciones seleccionadas

de los Núcleos Históricos de las 33 parroquias suburbanas, más un barrio suburbano (El Tingó) del Distrito Metropolitano de Quito; y el conjunto de edificaciones y entornos seleccionados de las llamadas "haciendas circunquiteñas", esto es de aquellas haciendas ubicadas en el área de influencia de Quito. (Consejo metropolitano de Quito, 2008)

A continuación se presenta la actualización del inventario hecho el año 1990, esta información fue proporcionada por el Instituto Metropolitano de Patrimonio

Tabla 1
Actualización Inventario Continuo Núcleo Central Antiguo 1990

BARRIOS	MANZANAS	INMUEBLES PROTEGIDOS	ACTUALIZACIÓN INVENTARIO ANTIGUO 1990				DIFERENCIA DE LA ACTUALIZACIÓN
			ABSOLUTA	PARCIAL	SIN PROTECCIÓN	TOTAL VALORADO 2014	
LA RECOLETA	2	78	6	63	5	74	4
LA CHILENA	7	116	0	74	6	80	36
SAN MARCOS	14	281	15	170	20	205	76
LA ALAMEDA	18	328	1	178	19	198	130
EL TEJAR	23	351	1	190	36	227	124
LA TOLA	9	257	1	219	36	256	1
YAVIRAC	5	192	0	84	18	102	90
AGUARICO	44	600	4	308	47	359	241
SAN ROQUE	12	230	6	188	4	198	32
EL PLACER	12	133	2	86	6	94	39

CONTINÚA



SAN DIEGO	11	199	2	142	9	153	46
SAN JUAN	10	155	3	99	3	105	50
SAN SEBASTIAN	17	332	13	214	19	246	86
LA LOMA	31	554	10	413	28	451	103
SAN BLAS	31	588	6	265	29	300	288
GONZALEZ SUAREZ	57	605	35	320	4	359	346
TOTAL	303	4999	105	3013	289	3407	1592

Fuente: (IMP, 2015)

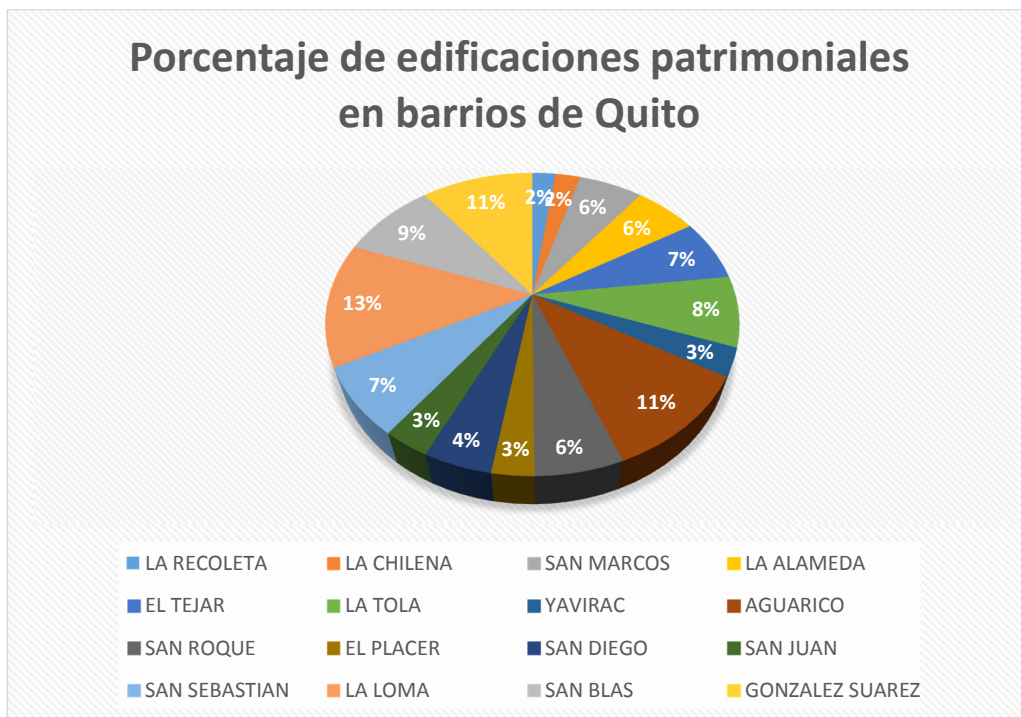


Figura 5 Porcentaje de edificaciones Patrimoniales en barrios de Quito
Fuente (IMP, 2015)

Religioso Funerario

Tabla 2

Actualización Inventario Religioso Funerario 1990

TIPO	INVENTARIO 1990 ACTUALIZADAS 2014	FUNERARIO INMATERIAL
RELIGIOSA-FUNERARIO	35	24
MONUMENTAL (CLAUSTROS) E INSTITUCIONAL	320	
ARQUITECTURA CIVIL	3407	
TOTAL	3765	24

Fuente: (IMP, 2015)

Tabla 3

Inventario selectivo área urbana

Actualización, valoración y catalogación de cada bien inmueble Arquitectura Civil

INVENTARIO SELECTIVO BARRIOS URBANOS D.M.Q.				
BARRIOS URBANOS PATRIMONIALES INVENTARIADOS 1990 Ordenanza 3050 IR 0 342 del 22/12/1993	N°	BARRIOS	Inmuebles Patrimoniales 1990 Actualizados 2012	Inmuebles Preseleccionados Registrados y en Estudio 2014
	1	AMÉRICA	28	53
	2	SAN JUAN	32	
	3	BELISARIO QUEVEDO BAJO	36	101
	4	CHIMBACALLE	13	229

CONTINÚA



5	COLÓN	14	63	
6	EL EJIDO	17	20	
7	LA ALAMEDA	18		
8	LA FLORESTA	10	290	
9	MANUEL LARREA	45	95	
10	MARISCAL SUCRE	190	453	
11	SANTA CLARA DE SAN MILLAN	10	43	
12	UNIVERSITARIO	18	9	
13	6 DE DICIEMBRE-LA PAZ Y EL BATAN	8	6	
14	VILLAFLORA	1	23	
15	MAGDALENA		107	
	TOTAL BARRIOS ANTIGUOS	440	1492	
TOTAL INMUEBLES ACTUALIZADOS POR CONSULTORIA EXTERNA FAU			440	
TOTAL	INMUEBLES	PRESELECCIONADOS	Y	1492
REGISTRADOS CONSULTORIA EXTERNA				
TOTAL DE INMUEBLES REGISTRADOS			1932	

Fuente: (IMP, 2015)

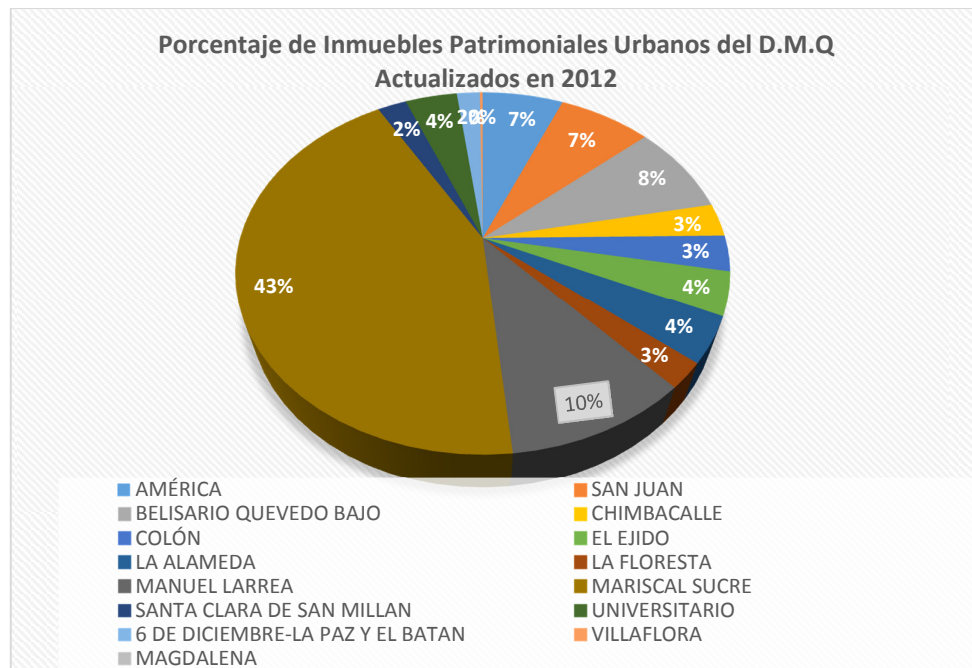


Figura 6 Porcentaje de inmuebles patrimoniales urbanos del D.M.Q actualizados en 2012
Fuente: (IMP, 2015)

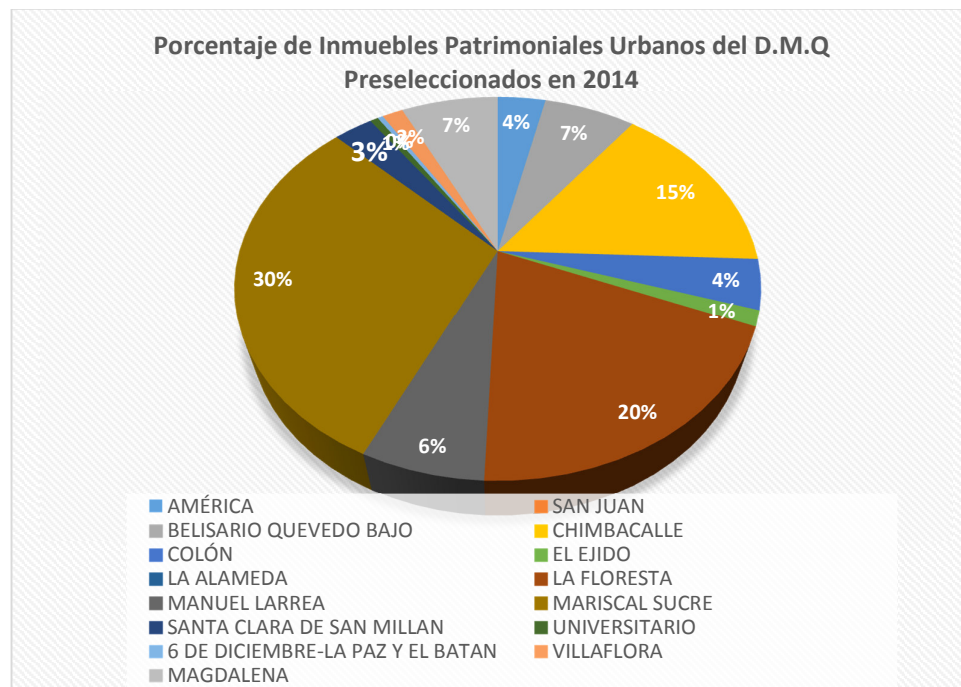


Figura 7 Porcentaje de inmuebles patrimoniales urbanos del D.M.Q preseleccionados en 2014
Fuente: (IMP, 2015)

Tabla 4
Actualización Inventario Parroquias Rurales Patrimoniales 1990

N°	PARROQUIAS	INMUEBLES	
		PATRIMONIALES 1990 ACTUALIZADOS 2012	PRESELECCIONADOS REGISTRADOS Y EN ESTUDIO 2014
NOR CENTRAL			
1	ATAHUALPA	5	4
2	CHAVEZPAMBA	4	4
3	PERUCHO	3	15
4	PUELLARO	3	23
5	SAN JOSÉ	10	55
SUR ORIENTE OTAMBARO			
1	Checa	12	8
2	Quinche	18	105
3	Guayllabamba	11	25
4	Puembo	18	35
5	Pifo	22	21
6	Yaruqui	11	25
7	Tababela	6	10
LOS CHILLOS			
1	Conocoto	15	63
2	Guangopolo	23	27
3	Pintag	6	47
4	Alangasi	8	24
5	La Merced	7	25
6	Amaguaña	9	35
SUR ORIENTE			
1	Calderón	6	35
2	Llano Chico	1	23
3	Nayón	5	28
4	Zambiza	7	18

CONTINÚA



5	Cumbaya	8	55
6	Tumbaco	9	35
7	Lloa	22	15
SUR OCCIDENTE			
1	Nanegal	6	40
2	Nanegalito	12	25
3	Pacto	21	25
4	Gualea	4	28
5	Nono	8	20
6	Calacali	13	87
7	San Antonio	6	75
8	Pomasqui	3	45
SUBTOTAL		322	1105
PARROQUIAS URBANAS			
1	Chillogallo	10	82
2	Guápulo	6	101
3	Cotocollao	10	37
SUBTOTALES		26	220
TOTALES		348	1325
Total inmuebles actualizados realizado por Consultoría Externa FAU		344	
Total inmuebles preseleccionados y registrados Consultoría externa		1325	
Total de inmuebles registrados.		1669	

Fuente: (IMP, 2015)

A continuación se muestra gráficamente el porcentaje en barrios rurales del Distrito Metropolitano de Quito del año 2012 y del estudio actualizado año 2014

- Zona Norcentral

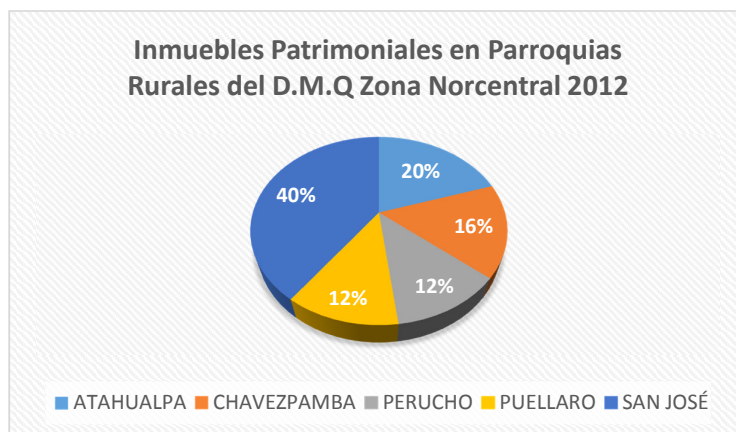


Figura 8 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Norcentral 2012

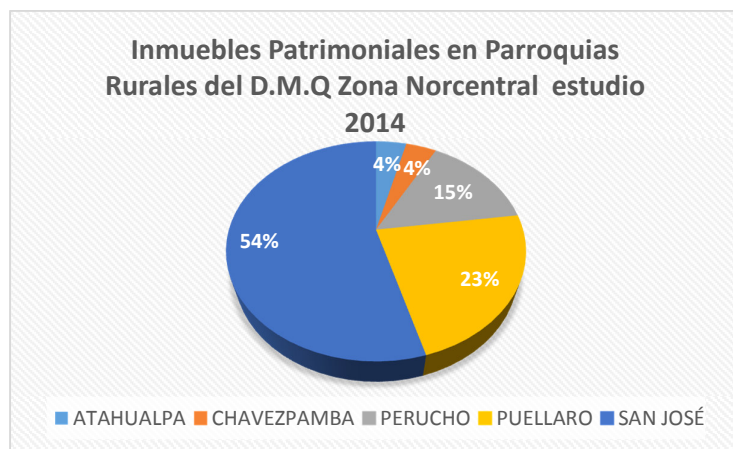


Figura 9 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Norcentral estudio 2014

- Zona Sur Oriente Otambaro

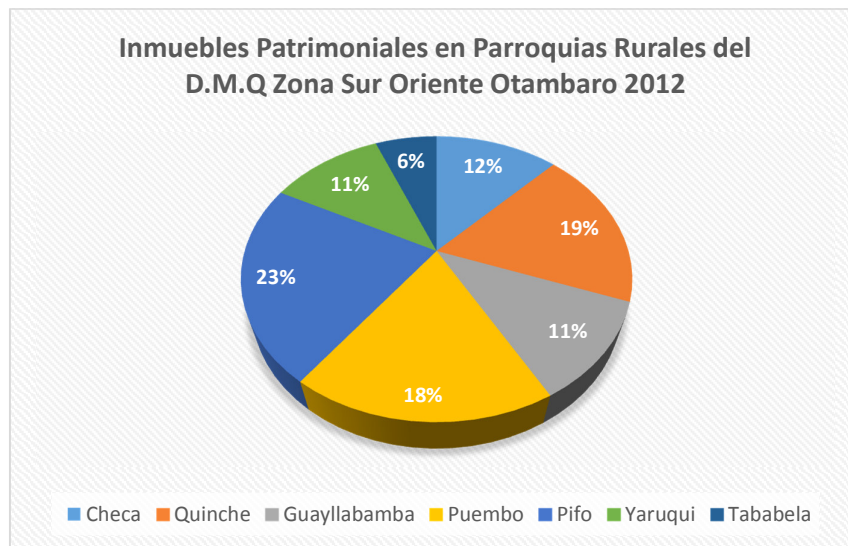


Figura 10 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Sur Oriente Otambaro 2012

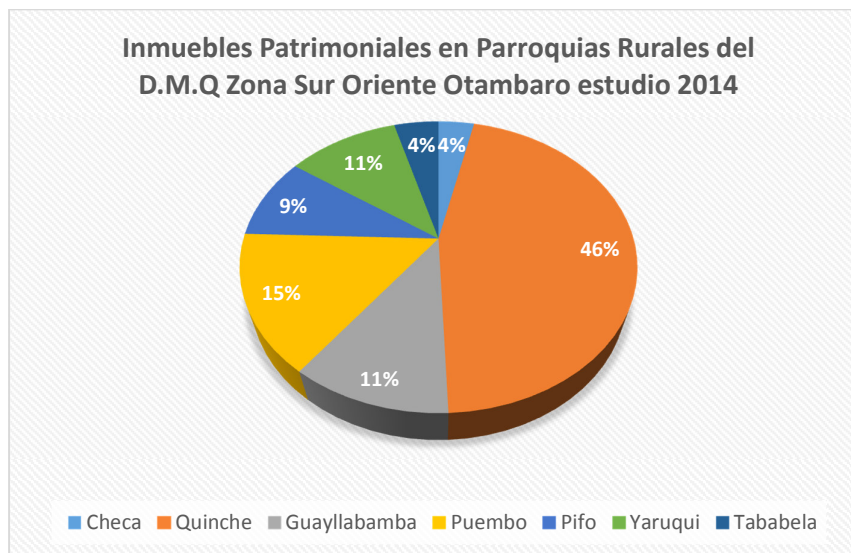


Figura 11 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Sur Oriente Otambaro estudio 2014

- Zona Los Chillos

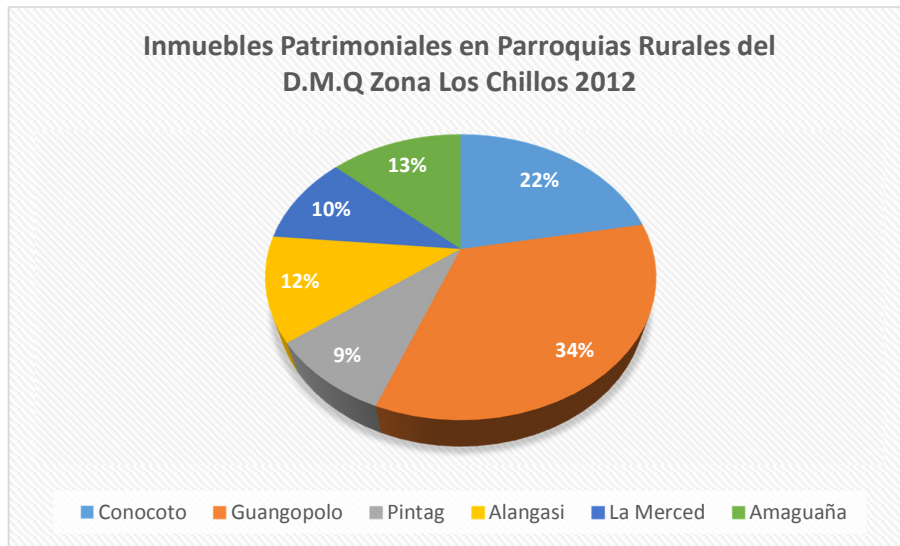


Figura 12 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Los Chillos 2012

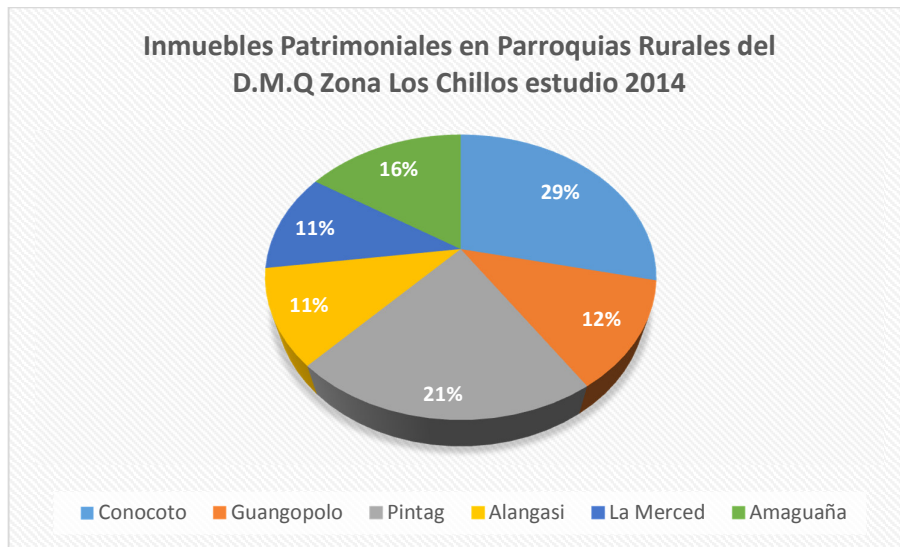


Figura 13 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Los Chillos estudio 2014

- Zona Sur Oriente

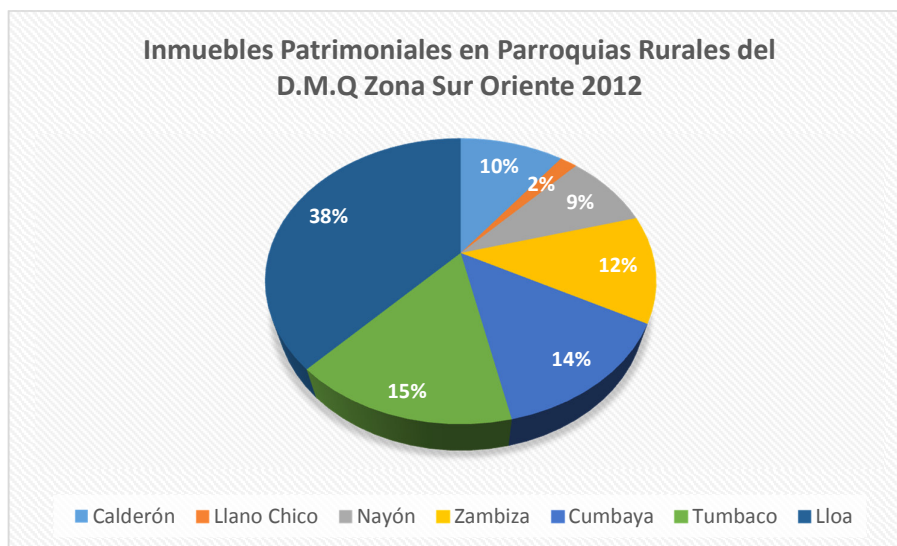


Figura 14 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Sur Oriente 2012

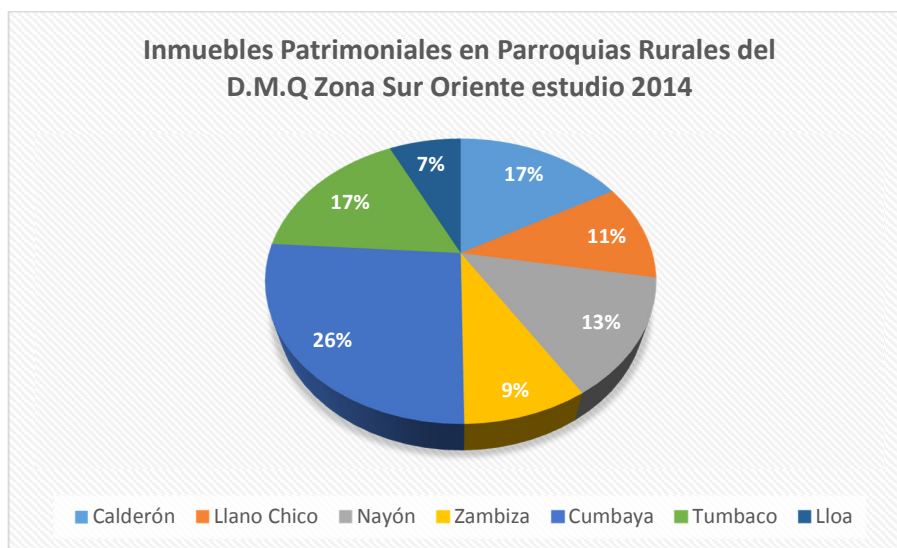


Figura 15 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Sur Oriente estudio 2014

- Zona Sur Occidente

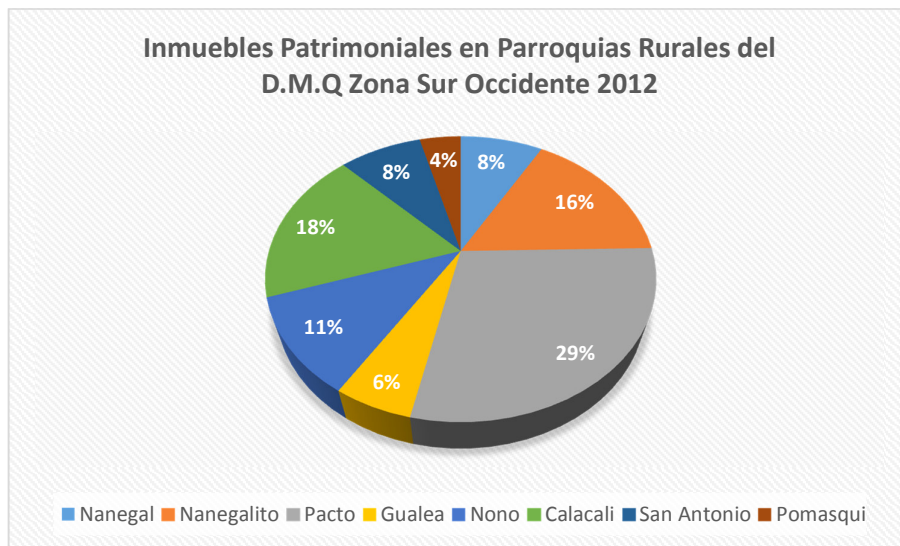


Figura 16 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Sur Occidente 2012

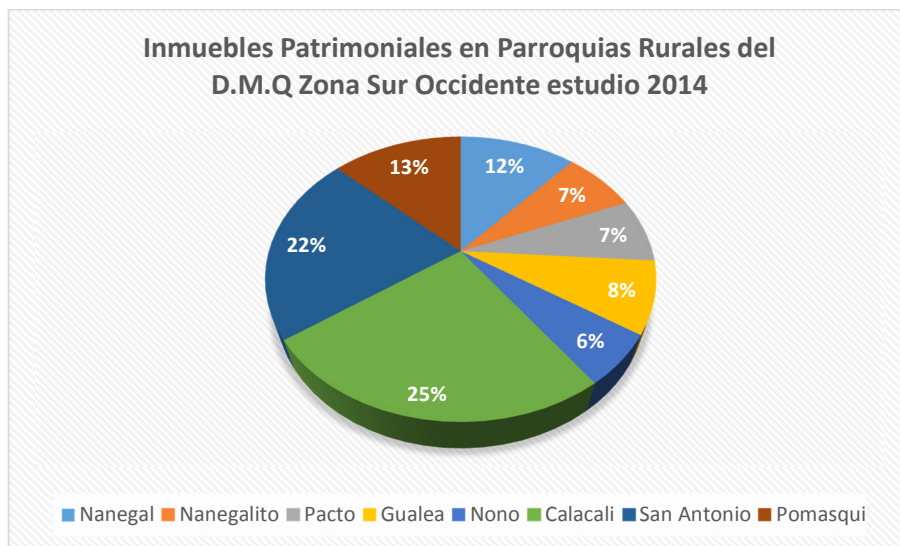


Figura 17 Inmuebles Patrimoniales en Parroquias Rurales del D.M.Q Zona Sur Occidente estudio 2014

2.5. PROBLEMÁTICA

De manera casi generalizada, el componente o los componentes de la estructura urbana que se pretenden conservar como parte del Patrimonio Cultural Edificado en el caso Quito “Centro Histórico”, soporta una serie de conflictos de diferente índole, los cuales de manera estructural y de edificación son tratados por el Instituto Metropolitano del Patrimonio . Por tanto, es necesario dejar consignado que aquellos conflictos atentatorios a la conservación (agentes degradantes) serán los que se tome en cuenta en esta capitulo. (Carrion, Cifuentes, & Pino)

2.5.1. CONCEPTUALIZACIÓN

Es indispensable partir, en términos amplios, del primer nivel de conflictos que soportan las áreas a conservar. Estos se sitúan entre la necesidad de conservar, para el caso del patrimonio Cultural edificado de Quito y la presencia permanente de los agentes degradantes de ese patrimonio.

Una sociedad cualquiera requiere mantener e inclusive recuperar, su patrimonio cultural, en su concepción más amplia, más aun tratándose de Quito, que por su gran valor histórico y arquitectónico la ha llevado a ser una de las ciudades más visitadas por turistas y que lastimosamente no está libre de problemas de inclemencia de tiempo, mal mantenimiento, mal uso entre otros.

Como referente indispensable de sus orígenes y de su evolución. Hoy en día, todos los pueblos del mundo han reconocido que el soporte o sustento de su desarrollo y de su proyección histórica descansa en todas y cada una de las manifestaciones testimoniales del pasado. Más aun, por la trascendencia, no solo local, de los bienes patrimoniales de una u otra sociedad que van adquiriendo el reconocimiento de bienes patrimoniales de la humanidad. (Carrion, Cifuentes, & Pino)

Son estos reconocimientos los que en buena medida, han incentivado un significativo avance en la doctrina conservacionista con métodos y procedimientos tendientes al control y anulación de las acciones de los agentes degradantes sobre el medio. En Quito de la misma manera como hay una variedad de tipos de edificaciones, existen también bastantes sistemas de conservación, desde la parte estructural, arquitectónica, restauración entre otros; esto depende de la rehabilitación que se vaya a realizar, es claro que siempre habrá diferencias entre una edificación y otra y el control está a cargo siempre del fiscalizador. Consecuentemente, ha adquirido reconocimiento universal la necesidad social de conservar el patrimonio cultural y, como parte de aquel, el edificado (Carrion, Cifuentes, & Pino).

Al mismo tiempo, resulta indispensable reconocer que el propósito de conservar los bienes patrimoniales no es, ni puede ser, una actitud voluntarista y aislada, peor interesada de algún grupo social en particular. Cuando esta situación se presenta es obligación general, más aun del Estado, a través de sus organismos competentes, introducir correctivos e impulsar acciones conducentes a la socialización de los principios y las prácticas de la conservación patrimonial. En este sentido, rezan varias de las recomendaciones internacionales. (Carrion, Cifuentes, & Pino)

Consecuentemente en nuestro país aún persisten serias restricciones en la posibilidad de alcanzar una consecuente toma de conciencia a favor de la conservación patrimonial; se advierte todavía el peso de las concepciones elitistas y la presencia de actitudes burocráticas frente a la pretendida defensa patrimonial a pesar que a paso lento se ha venido dando programas para la rehabilitación de estas estructuras, y por medio de las cuales se logra ir rehabilitándolas. (Carrion, Cifuentes, & Pino)

Existe una desatención prolongada y preocupante que de continuar así, la calidad y autenticidad de nuestro patrimonio edificado ira disminuyendo cada vez más. La degradación es permanente, mientras que las acciones de

conservación existen, pero no son tomadas en cuenta de una forma ineludible, sino tan solo como una opción. Una referencia sobre lo que ocurre con cada agente, se presenta en el capítulo a continuación. (Carrion, Cifuentes, & Pino)

2.6. ANÁLISIS DEL ESTADO DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES

Con el fin de conservar y restaurar el patrimonio edificado de la ciudad de Quito es preciso tener una idea previa de cuál es el daño que se procederá a remediar; el Instituto Metropolitano del Patrimonio es el encargado de realizar las respectivas indagaciones tanto históricas, ocupacionales, y de afectación que tiene el inmueble el cual va a ser reparado.

Además de la conservación del patrimonio de Quito se contribuye a mejorar la calidad de vida y las condiciones de habitabilidad de los residentes del Centro histórico.

2.7. AFECTACIONES SOBRE LA ACCIÓN DE LA NATURALEZA

El 5 de marzo de 1987 se produjeron una serie de movimientos sísmicos, alcanzando el mayor de ellos 6.8 grados en la escala de Richter. Su epicentro se localizó a 90 kilómetros al nororiente de Quito y afecto directamente a edificaciones de áreas urbanas y rurales de provincias de Pichincha, Imbabura y Carchi. El impacto destructivo que causó este fenómeno natural en el patrimonio edificado de la capital fue de gran magnitud. Todos los monumentos arquitectónicos religiosos sufrieron averías, y ventajosamente en ningún caso fueron de carácter irreversible. (Carrion, Cifuentes, & Pino)

La presencia de este agente degradante –la naturaleza- permitió constatar la existencia de varios “vacíos”, imputables básicamente al defectuoso manejo de las políticas de conservación patrimonial en el medio. Algunos de los “vacíos” fueron los siguientes:

- Carencia total de recursos humanos preparados; de equipo técnico apropiado; y de recursos financieros para afrontar la situación de emergencia.
- Incapacidad manifiesta de los organismos responsables para dar respuestas y arbitrar medidas de seguridad oportunas, tanto para personas como para control de la degradación.
- Presencia de un voluntariado profesional no aprovechado, por la falta de preparación en los niveles de decisión.
- Ausencia de métodos y de instrumentos de trabajo para medir el impacto del sismo. Hasta la presente fecha, incluida la arquitectura no monumental, se desconoce la afectación real del mismo sobre toda la estructura construida.
- Imposibilidad de definir el tipo de ayuda extrema en una situación tan grave.

En resumen, vivimos desprotegidos totalmente frente a la acción degradante de la naturaleza. (Carrion, Cifuentes, & Pino)

2.8. AFECTACIONES SOBRE LA ACCIÓN DEL TIEMPO

El tiempo es el agente que, silenciosamente y de manera permanente, actúa en deterioro del patrimonio edificado. Las técnicas improvisadas que realizan los ocupantes de los inmuebles en ocasiones resultan más perjudiciales debido a que la técnica con la cual se realizó la construcción es completamente diferente a la usada actualmente. No se existe alguna manera de corregir estos daños hasta la presente fecha, los organismos competentes no han definido política alguna que posibilite actuaciones oportunas tendientes a frenar la degradación por esta causa (Carrion, Cifuentes, & Pino).

Lamentablemente las intervenciones que hoy en día se llevan a cabo se dan cuando los elementos o el conjunto de bien patrimonial han alcanzado un grado tal de deterioro que su recuperación resulta bastante complicada de lo que habría sido si se hubiera tratado de una manera anticipada y con un mantenimiento continuo (Carrion, Cifuentes, & Pino).

Las alteraciones del patrimonio se han transformado en la respuesta generalizada y, más grave aún, han sido aceptadas y refrendadas por los organismos facultados legalmente por actuar a favor de la conservación patrimonial, una de cuyas responsabilidades irrenunciables radica en garantizar la autenticidad de lo edificado (Carrion, Cifuentes, & Pino).

El área Patrimonial de Quito, excluyendo los catorce monumentos religiosos clasificados, en mayor o menor grado, ha soportado intervenciones poco exitosas tomando en cuenta el hecho que al momento de rehabilitarlos sus daños son bastante severos. Los bienes patrimoniales civiles, menos de diez casas que fueron construidas de la república, conservan apenas algún rasgo de autenticidad. (Carrion, Cifuentes, & Pino)

Ocurre que, al no existir ningún tipo de acción preventiva, los organismos competentes actúan para legalizar las alteraciones y se acude a ellos cuando el nivel de degradación ha alcanzado la irreversibilidad, o sea, se ha permitido su pérdida definitiva lo cual al darse de forma masiva el deterioro y disminución del Centro Histórico sería lamentable y perjudicial no solo para las personas que lo habitan, más bien para todo el País. La situación descrita antes, como se comprenderá, es inaceptable y, sin dilatación se requiere urgentemente la formulación de procedimientos adaptables a nuestra realidad para prevenir la acción destructiva del tiempo. Existen ejemplos exitosos, recomendados internacionalmente, en los que, inclusive, se destaca la participación directa de la comunidad -los usuarios permanentes- , como muestra de la difusión masiva de técnicas sencillas y de bajo costo lo cual resulta interesante y sería una opción optima, obviamente dándoles las indicaciones necesarias para una correcta utilización de técnicas constructivas para Edificaciones Patrimoniales (Carrion, Cifuentes, & Pino).

2.9. AFECTACIONES SOBRE LA ACCIÓN DEL HOMBRE

Esta es conocida como la más degradante, requiere antes de señalar detalles, una precisión indispensable para posibilitar una comprensión

adecuada. Lo causal no se ubica en la individualidad del sujeto (propietario, arrendatario) o en el grupo de sujetos (vendedores ambulantes, pequeños artesanos) sino, fundamentalmente, en el hombre, entendido como agente directo de intermediación entre los intereses económicos e ideológicos que entran en disputita. (Carrion, Cifuentes, & Pino)

Unos, por la apropiación del territorio y sus realizaciones; y, otros, con el propósito deliberado de alcanzar presencia como parte del prestigio social. Unos y otros se sitúan frente al interés mayoritario que procura satisfacer sus demandas básicas de alojamiento y de supervivencia, en torno a su participación en actividades económicas de baja composición de capital. (Carrion, Cifuentes, & Pino)

Estos aspectos sustentan el segundo nivel de conflictos. En lo específico se nos presentan dos situaciones contrarias: la primera, se refiere a la concepción misma de la conservación; y, la segunda, a la caracterización de la acción degradante por parte de los actores sociales. (Carrion, Cifuentes, & Pino)

2.10. MÉTODOS CONSTRUCTIVOS EN TIERRA, MADERA, Y MAMPOSTERÍA

Debido al paso del tiempo como también a los factores ambientales, mucho de este patrimonio cultural es vulnerable a las cargas dinámicas y a su principal amenaza, los terremotos, lo cual hace que el colapso total o de una parte de la estructura sea impredecible, ya que muchas de estas construcciones no están sujetas a un continuo y adecuado mantenimiento y una gran parte presenta problemas estructurales serios, los que amenazan la seguridad de los edificios y de las personas (Sánchez M. I., 2013).

La experiencia ganada por países que se han dedicado al estudio de este campo de la ingeniería civil y las recientes directrices para la ingeniería de conservación, ha permitido desarrollar, cada vez más, medidas reparadoras

adecuadas, seguras y económicas. El análisis sísmico y la vulnerabilidad de las estructuras históricas son los aspectos claves para su conservación, para la seguridad de la población y los intereses económicos que envuelven, ya que al ser el turismo una de las más importantes industrias de estos últimos años, por ende factor importante de la economía, es una razón más para la necesidad de la preservación del patrimonio histórico (Sánchez M. I., 2013).

Desafortunadamente las construcciones históricas han sufrido daños severos, parciales o totales.

Estas pérdidas no son cuantificables económicamente, así como tampoco lo son las vidas que se pierden en el colapso de un edificio durante un sismo. Además el patrimonio histórico no puede ser reinstalado después de un terremoto (Sánchez M. I., 2013).

El estudio de las construcciones históricas debe llevarse a cabo con un enfoque basado en el uso de la tecnología moderna y la ciencia. Es responsabilidad de los especialistas seleccionar y dirigir los medios técnicos necesarios para llegar a la comprensión necesaria de la morfología y el comportamiento estructural de la construcción y caracterizar las necesidades de su reparación. Las exigencias modernas para una intervención incluyen ser reversibles, discreción, reparación mínima y respeto por la construcción original, además de las obvias exigencias funcionales y estructurales (Sánchez M. I., 2013).

2.10.1 ESTRUCTURAS DE TIERRA

Muchas de las edificaciones del período colonial español, fueron construidas en mampostería de adobe y/o tapia pisada. Los materiales para la construcción de las iglesias y de las casas de la época se limitaban a lo que estaba disponible en la región y trabajados por los artesanos locales (Sánchez M. I., 2013).

Por su antigüedad, las funciones que cumplieron y su diseño, los edificios de adobe y tapia son considerados como edificios de gran valor histórico y legado cultural para su pueblo (Sánchez M. I., 2013).

En estas estructuras, la alta vulnerabilidad sísmica ha sido claramente identificada y muchas de éstas han sido reparadas y reconstruidas varias veces en el mismo sitio, después de un terremoto (Sánchez M. I., 2013).

En diversos terremotos ocurridos en todo el mundo, las estructuras construidas con este material, han demostrado tener un mal comportamiento, colapsando en forma muy rápida, incluso por sismos moderados, provocando pérdidas de vidas humanas y económicas, además de las culturales y patrimoniales (Yamin, Rodriguez, Fonseca, Reyes, & Phillips, 2003).

Las edificaciones de tierra se han desarrollado básicamente a partir de la transmisión de conocimientos de origen popular. Se sabe que, después del siglo XVIII, se comenzaron a desarrollar cálculos estructurales para este tipo de construcciones y de éstos surgieron análisis, identificación y búsqueda de explicación de las fallas de los materiales o sistemas constructivos preexistentes, es decir, de la experiencia empírica. Los problemas que han sufrido los edificios por la acción del paso del tiempo y la consecuente fatiga y deterioro de sus componentes, o bien, los embates de eventos dañinos como terremotos o huracanes, son fuente inestimable de información y la evidencia de los fenómenos naturales (Guerrero, 2007).

Según Guerrero (2007), bajo el término arquitectura de tierra se engloba toda la serie de estructuras en las que el suelo natural es acondicionado mediante procedimientos de humidificación, transformación y secado al sol, para edificar elementos constructivos que hagan posible la habitabilidad de los espacios. La base de este proceso radica en la capacidad de las partículas que integran la tierra, de ser alteradas mediante mecanismos sencillos que

permiten modificar la forma del conjunto y que le confieren solidez y estabilidad físico-química dentro de rangos de equilibrio específicos.

El adobe constituye la técnica de mayor nivel de difusión, tanto por la semejanza que presenta con el resto de los sistemas constructivos mampuestos, como por la posibilidad de prefabricar, almacenar y transportar las piezas para su uso posterior (Sánchez M. I., 2013).

Esta técnica se basa en piedras macizas o unidades de barro sin cocer. Las dimensiones de las piezas son muy variables y responden tanto a la tradición como a criterios constructivos. Los ladrillos se elaboran colocando el barro humedecido en un punto cercano a la plasticidad en moldes de madera con las dimensiones deseadas. Pasados unos días y una vez contraídos con el secado, se retiran los moldes y los adobes se dejan al aire libre desde 15 días hasta 1 mes sin la acción directa del sol. El mortero de pega se hace del suelo del terreno siempre y cuando éste proporcione una buena cohesión. Si la cohesión no es suficiente, se agrega cal. En algunos casos al mortero se le adiciona paja para mejorar su resistencia a la tracción. En general las juntas son del orden de 2 cm de espesor. Frecuentemente para mejorar las condiciones del suelo se adicionaban otros materiales como fibras naturales (paja y estiércol de caballo), cal e incluso sangre de toro (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2005).

La técnica conocida como tapia, tapial, tapia pisada o tierra apisonada, presenta ciertas diferencias respecto al adobe. Se trata de un sistema en el que la transformación del suelo y la edificación constituye el mismo proceso, por lo que la selección de la materia prima y la organización del trabajo son piezas clave. Se tienen evidencias de construcciones de tapia desde hace milenios en regiones tan distantes como la India, China, Egipto, Siria, Líbano, Bolivia y Perú (Guerrero, 2007).

El bahareque, bajareque, quincha, enjarre o embarrado, es un sistema mixto, en que la mayor parte de los esfuerzos constructivos que recibe la tierra son absorbidos por una estructura hecha de materia vegetal que le sirve de esqueleto (Guerrero, 2007).

Este tipo de construcciones están hechos con materiales poco adecuados para la construcción en áreas sísmicas pues es masivo, débil y frágil. Debido a su gran masa, los muros atraen grandes fuerzas de inercia durante un sismo, que no son capaces de absorber adecuadamente pues la resistencia de los muros es muy baja. La resistencia a la tracción de los muros de adobe es mínima y la resistencia a la compresión y al corte son de apenas 2 y 0.25 respectivamente. Por otro lado el mortero, no es capaz de deformarse sin perder integridad y las uniones en las esquinas, al carecer de refuerzo, son débiles y se separan fácilmente de los muros, (Blondet, Villa, & Loaiza., 2003).

Así, podemos concluir que las construcciones históricas de tierra han sido capaces de soportar los diversos eventos sísmicos a lo largo de los siglos. La reducción de la vulnerabilidad sísmica de edificios históricos y culturales de este material, involucra consideraciones adicionales a los procesos de rehabilitación de edificios convencionales, tales como mantener lo más inalterado posible las características históricas y culturales de éstas (Yamin, Rodriguez, Fonseca, Reyes, & Phillips, 2003).

2.10.2 ESTRUCTURAS DE MADERA

La madera es un material muy usado en construcciones históricas en Asia Oriental, Europa y en América también pueden verse algunas estructuras de valor patrimonial de este material. La madera ha sido esencial para la construcción, pero no tan respetado como la mampostería, un material arquitectónico.

El reconocimiento del valor de las estructuras históricas de madera es el primer paso para su conservación. El segundo es un adecuado análisis estructural. Aquí, es lamentable que su comportamiento a veces no es bien

entendido, con el resultado de que en ocasiones se hacen modificaciones y reparaciones de gran tamaño, pero innecesarias, descartando el material histórico y por tanto perdiendo su valor de edificación patrimonial. Cualquier análisis tiene que basarse en una comprensión cualitativa de la estructura completa siguiendo por la observación de su construcción y la forma en que se ha comportado (Yeomans, 2008).

En las estructuras de madera los daños estructurales son normalmente por los ataques bióticos (insectos, hongos y pudrición). En relación a los pisos de madera se pueden identificar falla de corte en los extremos asociados al alto contenido de humedad, falta de flexión originado por la presencia de defectos, grietas formadas por el secado de la madera, reducción de la sección por los ataques bióticos, exceso de carga por los cambios de uso del edificio, etc. En cuanto a los elementos que van en la estructura de techo, además de fallas de corte en los extremos, no es raro encontrar ataques bióticos, producto de que están más expuestos a los agentes atmosféricos (Ilharco, Guedes, Arede, Pauperio, & Costa., 2008).

Los métodos de reparación pueden tener distintos enfoques, adecuándose para distintos tipos y períodos de la estructura. Según Yeomans (2008), esto significa hacer una evaluación estratégica que debe tener en cuenta:

- El valor histórico de la estructura.
- El estado general de la estructura.
- La magnitud de las reparaciones necesarias.
- Las opciones para su uso en el futuro.

Para saber del estado de la estructura se han adoptado métodos no destructivos tales como Pilodyn, Resistograph y pruebas de ultrasonido. Estos métodos in situ permiten evaluar la seguridad de las viejas estructuras y preservar en todo lo posible el material original. La inspección visual y la

información histórica también pueden ser datos importantes en el momento de tomar decisiones (Feio, Lourenco, & Machado, 2008).

En cuanto a las medidas de reparación, Yeomans (2008), expresa en su trabajo que los métodos pueden ser divididos en tres tipos:

- Por medio de acero.
- Los que utilizan métodos tradicionales.
- Los que utilizan resinas epóxicas con o sin refuerzo.

El método de la utilización de acero tiene opositores que alegan que con esto se pierde el valor histórico del edificio y el uso de resinas epóxicas tiene poco respaldo debido a la poca investigación respecto a su comportamiento a largo plazo.

La conservación de las estructuras de madera ha mejorado desde hace algunos años en Europa, con una mayor apreciación de su patrimonio histórico. Sin embargo aún hay dificultades debido al número limitado de ingenieros con una comprensión de las estructuras de madera y la falta de consideración de las construcciones históricas en los códigos de diseño (Yeomans, 2008).

2.10.3 ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

El comportamiento sísmico de las estructuras de hormigón ha sido más estudiado que el de cualquier otro tipo de material, en Quito a pesar de no constar con una gran mayoría de edificaciones que seas de este tipo debido a su extendido uso y a la dificultad de darle cierta ductilidad que le permita un comportamiento adecuado durante un movimiento sísmico severo.

No obstante las últimas catástrofes sísmicas han puesto al descubierto las deficiencias de los criterios de diseño y en las prácticas constructivas utilizadas hace unos años; y también tomando en cuenta, que lo usual en las

estructuras patrimoniales es que con el paso del tiempo y debido a los daños que van presentado, los habitantes del predio traten de remediar con técnicas en las culés se emplean el hormigón.

Para que las estructuras de hormigón presenten un buen desempeño sísmico, es necesario q posean cierta ductilidad. Este concepto fue incorporado a las primeras normativas de diseño en la década de los años 70, por lo tanto es de esperar que las estructuras diseñadas y construidas antes de eso sean muy vulnerables ante la acción sísmica. Por lo tanto es fundamental analizar y evaluar el desempeño y la vulnerabilidad sísmica de este tipo de edificios (Bonett, 2003). Los edificios antiguos de este material existen en gran número en algunos países y la evaluación de su comportamiento estructural durante un movimiento sísmico, está debajo de los estándares actuales (grados de concreto generalmente más bajos), los detalles prácticos en el tiempo de construcción (por ejemplo el uso de barras dobladas en lugar de aros cerrados como armadura transversal, anclajes indebidos arriba y debajo de las vigas, empalme inadecuado en las columnas, uso de refuerzo liso y diámetros pequeños con gran espacio entre medio), y la historia pasada de carga sísmica y/o posibles cambios de uso, hacen que la estructura presente un importante nivel de incertidumbre en cuanto al comportamiento sísmico esperado (Repapis, Vintzileou, & Zeris., 2006).

Para la evaluación del estado de los materiales en un edificio de hormigón, pueden llevarse a cabo ensayos de los tipos semidestructivos y no destructivos. En el caso de la Catedral Basílica de Manizales, en Colombia, Cardona (2003) explica que éstos fueron acompañados por ensayos físico-químicos, practicados directamente sobre la estructura y también en el laboratorio mediante muestras. La durabilidad residual se modeló mediante un número de muestras donde se midieron la profundidad de carbonatación (pérdida de pH), los recubrimientos para el acero, contenidos aproximados de materia orgánica y cuantía de cemento.

En cuanto a la rehabilitación, ésta puede enfocarse de dos formas, según los trabajos hechos en EEUU. En uno de ellos las modificaciones del sistema estructural están diseñadas para que las exigencias de diseño sean menores a su capacidad en los componentes estructurales y no estructurales. (Moehle, 2000).

En la ciudad de Quito mayormente al hormigón se utiliza al momento de la reconstrucción, para estructuras complementarias o para realizar lozas en lugares donde existe desnivel o simplemente para mejorar la existente. Como ejemplo de ello se presenta el caso de una casa del centro histórico de Quito en la cual en su parte posterior fue necesario realizar una loza para poder dar mayor utilidad a la estructura.



Figura 18 Construcción de loza en edificio del centro histórico Quito

2.10.4 ESTRUCTURA DE MAMPOSTERÍA CASO LATINOAMÉRICA

América fue cuna y centro de civilizaciones desde mucho antes de que fuera descubierta por los europeos. Aquí se encuentran monumentos, esculturas, templos y pirámides de las civilizaciones maya, olmeca, azteca e inca. Después del siglo XVI, con la conquista española, se agregaron a este patrimonio iglesias, catedrales, plazas, palacios y fortalezas. Muchos de ellos han sobrevivido a los terremotos y otros factores agresivos.



Figura 19 Catedral del Cusco
Fuente: (Proaño., et al., 2003)

Un ejemplo de la influencia española durante la conquista es la Catedral del Cusco, en Perú. Esta se construyó en 1560, encima de un galpón incaico perteneciente al Palacio del Inca Wiracocha. La catedral está compuesta por 3 templos unidos que fueron construidos en distintas etapas y su estructura está compuesta por muros de mampostería, pilares y domos de piedra. Ha sufrido daños severos por varios sismos durante su existencia y por lo menos 5 procesos de reconstrucción o rehabilitación (Proaño., et al., 2003).

Para diagnosticar el comportamiento sísmico de su estructura, Proaño et al. (2003), realizaron tres modelos numéricos basados en análisis de elementos finitos. Para la caracterización de los materiales se ensayaron probetas provenientes de la estructura. También se realizó un análisis de la mecánica de suelos, encontrándose que el terreno era apropiado y que los asentamientos elásticos fueron producidos durante la etapa de construcción y no tenía relación con los daños observados. Con los resultados de los análisis se obtuvo que si bien presenta cierta capacidad para soportar acciones sísmicas, ésta no soportaría un sismo importante ya que posee demasiado peso en proporción a la capacidad resistente y poca ductilidad, características opuestas a lo que normalmente se considera adecuado para un buen comportamiento sísmico.

Otro edificio antiguo de Perú es el Palacio Legislativo del Congreso de la República, ubicado en Lima y su construcción comenzó en 1904 y se concluyó en 1938. Para su evaluación estructural se realizaron una serie de inspecciones técnicas para observar su estado actual. Se midieron las vibraciones ambientales (microtrepidaciones) para determinar las características dinámicas reales del edificio y se extrajeron muestras para la determinación de sus propiedades mecánicas. El modelo para el análisis sísmico lineal tridimensional con elementos tipo cáscara, mostró que este edificio tiene un comportamiento relativamente aceptable frente a sismos leves y moderados (Zavala, Vasquez, Salinas, Proaño, & Huaco., 2003).

Un estudio similar a los anteriores se realizó en el edificio del Ex-Banco Popular del Perú, construido en 1905. Las medidas de rehabilitación tomadas antes de esta investigación, fueron inclusión de muros de albañilería, elementos de hormigón armado y pórticos de acero, acciones contrarias a los principios de la rehabilitación de edificios históricos de intervenir lo menos posible. Con el análisis estructural se reveló el comportamiento flexible que se esperaba en algunas zonas de la estructura, principalmente en los elementos de acero y las columnas esbeltas (Zavala, Vasquez, Salinas, Proaño, & Huaco., 2003).

México es un país que posee un abundante número de edificios históricos de mampostería y que forman parte de su patrimonio cultural por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). La mayoría fueron construidos durante los siglos XVI y XIX y han sufrido diversos niveles y tipos de daños (De La Torre, Lopez, Salazar, & Roldan., 2004).

En los estados de Colima, Jalisco, Puebla, Tlaxcala y Oaxaca se han aplicado diferentes técnicas de reforzamiento estructural, desarrolladas con sistemas y materiales tanto tradicionales como modernos. El nivel de daño de estos edificios va desde la aparición de fisuras y agrietamientos en la mampostería, hasta colapsos parciales de cúpulas, cubiertas y torres. Incluso

hay casos en los que se debió apuntalar el interior y exterior del edificio (De La Torre, Lopez, Salazar, & Roldan., 2004) .

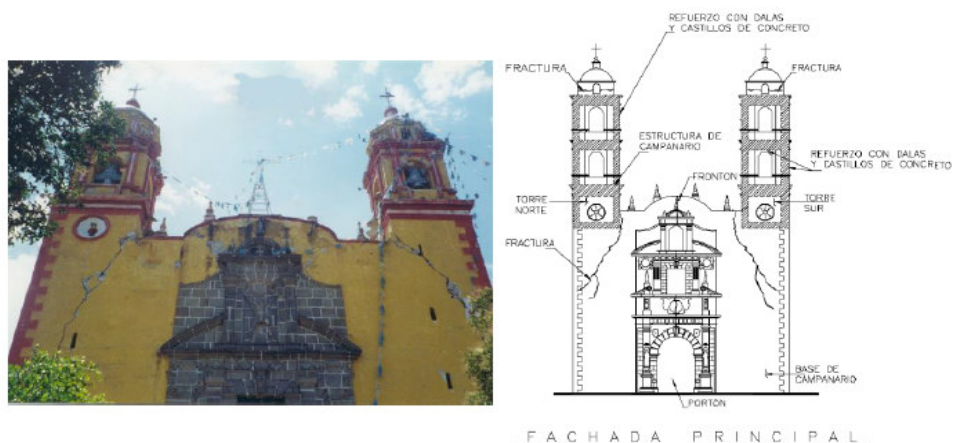


Figura 20 Refuerzos en hormigón armado, frecuentemente usados para campanarios

Fuente: (De La Torre, Lopez, Salazar, & Roldan., 2004)

De La Torre et al. (2004), realizaron un estudio evaluando las reparaciones efectuadas a algunos edificios históricos en México durante los últimos 50 años (Fig. 20). Las estructuras intervenidas han presentado resultados muy diversos: en algunos casos las soluciones fueron eficientes y en otros se cambió el comportamiento local, contribuyendo a las fallas. Además, con la información recogida, puede verse que la proximidad entre los períodos asociados al modo fundamental de vibración de este tipo de edificios y el suelo, amplifica la respuesta dinámica de las estructuras, causando un mayor deterioro en las características mecánicas de los elementos que la integran. Se concluyó que las soluciones tradicionalmente usadas y que han probado tener mayor efectividad, son las que incorporan elementos de refuerzo locales pero uniformemente distribuidos a lo largo de las naves. Por otra parte, a causa de los edificios donde las soluciones no fueron adecuadas, se recalca la necesidad de mejores análisis para corroborar o descartar hipótesis de parámetros de diseño sísmico.

2.10.5 ESTRUCTURA DE MAMPOSTERÍA CASO ITALIA

Italia es uno de los países que más historia aglutina en sus calles. Con Roma como sede del Imperio Romano, aquí se pueden encontrar construcciones históricas (y sus restos), en cualquier sitio, tales como: arcos de triunfo, teatros, circos, templos, foros, las residencias de los emperadores. Además este país fue la capital del Renacimiento, por eso también hay edificios históricos que hoy se han convertido en museos o edificios públicos. La restauración y conservación de este patrimonio es clave en este lugar.

Durante las últimas décadas, ha surgido aquí y en toda Europa, un interés en las estructuras de mampostería, especialmente las históricas, con el fin de preservar sus principales características y poder garantizar su resistencia frente a las diferentes solicitaciones que se presenten.

Los edificios antiguos de mampostería forman parte importante de Italia y de otros países y una parte importante aún se utiliza como vivienda o prestan algún otro servicio, por lo tanto necesitan un nivel suficiente de seguridad con respecto a las cargas y los posibles eventos sísmicos, comunes en Europa. Además algunas modificaciones estructurales que pueden haber sido realizadas a través de los siglos, hacen que un análisis de la vulnerabilidad sísmica sea difícil de evaluar.

En la última década, los esfuerzos se han concentrado en la mejora de los procedimientos numéricos existentes y en el desarrollo de nuevas herramientas numéricas para el análisis del comportamiento mecánico de este tipo de estructuras. En particular el interés se ha centrado en la simulación de su comportamiento último en la falla en cuanto a la heterogeneidad de los materiales y de las propiedades específicas de éstos. El comportamiento mecánico de la mampostería muestra que la fase no lineal es la predominante, caracterizada principalmente por grietas y fallas en las conexiones entre los elementos estructurales. Este fenómeno de disipación tiene una frágil

respuesta, lo que aún está bajo investigación por la comunidad científica (Mallardo, Malvezzi, Milani, & Milani., 2008).

La apropiada elección de los parámetros resistentes para la mampostería, considerado como un material elasto-plástico, sigue siendo un tema abierto. Cuando los modelos elasto-plásticos para un análisis de materiales esencialmente quebradizos, son asumidos como viables, el análisis numérico es una tarea muy difícil (Sánchez, Vulnerabilidad sísmica de construcciones patrimoniales históricas de mampostería en Chile: aplicación a los torreones españoles de Valdivia, 2013).

Esta dificultad crece cuando se trata de grandes estructuras donde las leyes constitutivas para la mampostería son comparadas en el análisis no lineal, como en el caso de la principal fachada del Monasterio en Brescia. Aquí los autores se encontraron con la enorme dificultad en la realización de los análisis tomando en cuenta el actual comportamiento frágil de estos materiales quebradizos. El modelo constitutivo adoptado fue una ley constitutiva elasto-plástica de “no-tensión” (Genna, Pascua, & Veroli., 1998).

En Ferrara se realizó el análisis del comportamiento sísmico de un importante palacio renacentista llamado Palacio de San Francesco o con su nombre más conocido, Palazzo Renata di Francia (Mallardo, Malvezzi, Milani, & Milani., 2008). Con el análisis no lineal en 3D se mostró que el edificio fallaba con acciones fuera del plano con bajos coeficientes sísmicos. Se analizó la fachada principal con 3 diferentes modelos en 2D no lineales, un marco de enfoque equivalente, un modelo plano inelástico de estrés y un análisis límite cinemático homogeneizado. Los análisis numéricos fueron comparados con el fin de tener una evaluación precisa de la vulnerabilidad sísmica en la fachada.

Mientras que el análisis límite es capaz de entregar una carga última muy cercana a la del modelo inelástico en 2D, el marco de enfoque equivalente

entrega una carga de falla más baja y menores desplazamientos. Las discrepancias entre el modelo 2D y los modelos de enfoque equivalente se deben a muchos factores, siendo el más importante la introducción de rigidez en la intersección entre pilar y muros, ya que la carga límite y los desplazamientos de falla provistos mediante un marco de enfoque equivalente varían considerablemente si los diferentes comportamientos son prescritos a los elementos horizontales, así, una discretización de las armaduras o vigas puede conducir a una sobreestimación o subestimación de los momentos de flexión. Otro aspecto clave que influencia a la carga última y el comportamiento post-peak, es el límite dúctil de los elementos, el cual es un porcentaje fijo de su altura.

CAPÍTULO 3

MÉTODO DE ANÁLISIS DEL ESTADO DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES

3.1. INTRODUCCIÓN

Para verificar el estado en que se encuentra una edificación patrimonial, es necesario que se establezca métodos en los cuales se pueda basar para saber cómo actuar ante las diferentes patologías que se pueden presentar.

Debido a que la preservación de las estructuras históricas no es una tarea sencilla, sobre todo cuando se debe proponer una intervención para mejorar su comportamiento sísmico. Esto se debe principalmente a que el criterio que se utilice debe reconocer explícitamente que la conservación del Patrimonio Arquitectónico se debe centrar en tres puntos fundamentales: la seguridad física de las personas, la salvaguarda de los valores intrínsecos o características propias del inmueble y el uso, actual y futuro, que se le dé a la construcción (Mondragón & Lourenço, 2012).

Hay que tener en cuenta que a pesar de que se pueda establecer un método para evaluar el estado de una edificación patrimonial, hay que tener en cuenta que al momento de hacerlo la intervención tendrá una acción directa sobre la estructura original, sus materiales o elementos. Por lo que se puede afectar o alterar la integridad de los de los materiales originales que la conforman, así como las características estructurales del inmueble que se va a intervenir verificando si la modificación que se hará modifica el comportamiento sísmico del mismo de alguna manera (Mondragón & Lourenço, 2012).

3.2. MATERIALES QUE CONFORMAN LAS EDIFICACIONES PATRIMONIALES

La tipología edilicia colonial y republicana de los monumentos del patrimonio histórico, caracterizado por su gran cantidad y solido aspecto físico, incluye como materiales constitutivos entrañables a (FONSAL, 2003):

- Tierra en forma de tapial y adobe, mampostería de piedra y ladrillo cerámico para la obra muraría
- Madera nativa en vigas y entablados, cerchas de cubiertas y pilares.
- Bahareque con estructura entramada de carrizo y barro para tabiquerías y cielorrasos.
- Cerámica en forma de baldosa y teja para recubrimientos y entechados.

3.3. PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES

Debido a que el daño estructural de una edificación histórica tiene consecuencias no sólo a nivel de costos o pérdidas humanas, sino también a nivel cultural y patrimonial, esto daños debido a las causas que se ha expuesto en capítulos anteriores, el estudio de la seguridad estructural de este tipo de inmuebles es de vital importancia. Por lo tanto cuando se interviene una estructura histórica, la seguridad estructural que se debe cumplir va más allá de evitar fallas estructurales mayores y pérdidas de vidas. Se debe buscar, sobre todo, la salvaguarda de los valores intrínsecos del inmueble. Cuando hablamos de los valores intrínsecos de una estructura histórica nos referimos a todo aquello que se podría perder, sea tangible o intangible, en caso de la desaparición del inmueble histórico (Mondragón & Lourenço, 2012).

De esta manera se puede clasificar así:

- **Arquitectura.** Además del estilo arquitectónico, la distribución de espacios, usos y modificaciones a lo largo de su historia forman parte del valor cultural del edificio histórico, en lo cual hay que tener especial cuidado de no alterar de una manera muy notoria y en lo posible mínima la morfología del inmueble.
- **Arte.** El valor artístico reside tanto en su arquitectura, como en todos los demás elementos que le proporcionan una identidad al edificio, como pueden ser: frescos y pinturas murales, elementos de adorno (cielos rasos, adornos en columnas y muros, pisos, etc.), bienes muebles conservados en el interior del edificio, etc.
- **Económico.** Los edificios y centros históricos son, muchas veces, la atracción principal de una ciudad, como es el caso del Distrito Metropolitano de Quito creando beneficios económicos directos e indirectos.
- **Historia.** El valor cultural histórico de un inmueble no se refiere únicamente a la época en que fue construido, sino también a todos los hechos de que ha sido testigo mudo. Como por ejemplo, ser la casa en donde vivió cierto personaje de la historia, lugar donde se redactó o firmó cierto acuerdo, etc.
- **Ingeniería.** La concepción estructural de un edificio histórico forma también parte de su valor cultural. Ésta muestra en forma tangible las antiguas técnicas de construcción y los materiales usados. Las estructuras de los monumentos constituyen sin duda alguna un documento histórico y un legado vivo de las habilidades de los antiguos constructores.

En varias estructuras que han sido intervenidas, lamentablemente han sido realizados utilizando métodos que no respetan estos lineamientos, lo cual

hace que pierda el valor tal como estructura patrimonial. Es por eso que está estipulada en la carta de Venecia (ICOMOS, 1964) que se resume a continuación.

3.4. CRITERIOS DE INTERVENCIÓN EN EDIFICACIONES PATRIMONIALES ESTIPULADOS EN LA CARTA DE VENECIA.

- ***Respeto a la autenticidad estructural.*** La concepción estructural de los edificios históricos es parte de su valor cultural, por lo que es necesario preservar tanto el sistema original como sus materiales.
- ***Mínima alteración o impacto.*** Las intervenciones que causen la mínima alteración o impacto al sistema original deberían preferirse, siempre y cuando provean un nivel de seguridad adecuado.
- ***Seguridad estructural.*** En el caso de monumentos valiosos, las intervenciones deben considerar las pérdidas artísticas o culturales que el edificio puede experimentar en caso de daño estructural.
- ***Compatibilidad.*** Los materiales y los dispositivos técnicos utilizados para reparación o refuerzo deben ser compatibles con los originales, es decir, que su utilización no resulte en un efecto indeseable en la estructura. Los materiales antiguos no deberían experimentar algún tipo de deterioro químico cuando esté en contacto con los materiales nuevos (compatibilidad química), y los materiales nuevos no deberían experimentar fenómenos químicos o físicos que puedan causar algún daño a los materiales existentes.
- ***No sea invasor.*** Se deberían preferir las intervenciones que sean lo menos invasoras posibles, dado que esto contribuye a preservar la integridad de las estructuras (primer requisito). Entre varias alternativas, se debería dar preferencia a la que presente una invasión mínima.

- **Reversibilidad y remoción.** Siempre que sea posible, las medidas adoptadas deben ser reversibles. Es decir, que al desmantelarlas, el material original o la estructura regresan al estado en que estaba antes, sin sufrir daño o deterioro permanente. Un requisito menos rígido es el de la remoción con deterioro limitado o duradero en la construcción original. La reversibilidad o remoción abre la posibilidad de reponer o cambiar, en el futuro, el refuerzo por otro más adecuado o efectivo.
- **Monitorización.** Debe ser posible controlar la intervención durante su ejecución. No se deberían permitir acciones que sean imposibles de controlar. Un programa de supervisión y control debería acompañar a cualquier propuesta de intervención, con el fin de evitar dañar a la estructura durante los trabajos de intervención.

3.5. PASOS PARA EVALUAR EL ESTADO DE UNA EDIFICACIÓN PATRIMONIAL.

Al momento de evaluar un inmueble no existe ningún método como tal más que el visual, el cual se obtiene realizando una visita previa al inmueble revisando los daños que tiene, es por eso que es de suma importancia que el personal técnico que realiza la visita tenga vasta experiencia en el tema, de tal manera que el reporte sea lo más ajustado posible y así tener idea clara de los procedimientos y técnicas que deberá él constructor realizar.

3.5.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS DAÑOS

Como se ha mencionado la parte clave de este paso es identificar visualmente los daños presentes en cada elemento de valor del bien, para luego de analizarlos, evaluarlos y determinar los mecanismos que los originan, actuar sobre estos y así evitar el deterioro. Para identificar dichos daños es preciso recopilar información adecuada al respecto, tanto de la parte interna del inmueble como de la exterior y también que tipo de uso tenía el inmueble y cuál se le dará posteriormente, generando luego un diagnóstico y

posteriormente formulando las soluciones pertinentes: esto es en definitiva determinar el estado actual de la estructura (Idrovo, Jara, & Torres, 2012).

3.5.2. DIAGNÓSTICO DE LOS DAÑOS

Con la información puntual obtenida de cada elemento, se establecen el daño, la causa o causas y el mecanismo de las patologías. El daño es el efecto final sobre el elemento (una mancha en el cielo raso por ejemplo), la causa es el agente (el agua por ejemplo) y el mecanismo es todo aquello que da razón del agente (una teja rota, un canal tapado, etc.) (Idrovo, Jara, & Torres, 2012).

3.5.3. TRATAMIENTO DE LOS DAÑOS

Son todas aquellas acciones de carácter preventivo y curativo que precisa el bien en estudio. Una vez identificados los daños, las causas y los mecanismos, se planifica el conjunto de soluciones para cada problema (Idrovo, Jara, & Torres, 2012).

3.5.4. CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LOS DAÑOS

Hace referencia al monitoreo del avance o no de las acciones de reparación hacia los daños que someten al sistema, elemento o subelemento del bien de estudio. En la práctica es esta el área de la fiscalización de la obra. Como parte del monitoreo existen varios tipos, los cuales detallaremos más adelante (Idrovo, Jara, & Torres, 2012).

3.6. MÉTODOS PARA EVALUAR EL ESTADO DE UNA EDIFICACIÓN PATRIMONIAL.

Existen varios métodos que pueden ayudar a saber el estado de los elementos que conforman las Edificaciones Patrimoniales, es primordial saber si el estado en el que se encuentra el elemento es el adecuado para volverla utilizar y no tener que remplazar. A continuación se presenta alguno de ellos:

3.6.1. PENETRÓMETRO PILODYN

Este es un aparato de ensayo no destructivo para el control de dureza de la madera. Con Pilodyn se puede determinar la densidad de la madera viva o en postes y vigas a través de un método rápido y no destructivo. El procedimiento de cortar y medir el crecimiento de los anillos anuales del núcleo radial en árboles vivos.

3.6.1.1. EMPLEO DEL PENETRÓMETRO

El penetrómetro para madera, conocido por su marca comercial Pilodyn, consiste en una aguja de acero de 2,5 mm de diámetro y 60,2 mm de longitud, que se dispara en la madera con una energía constante y, a partir de la penetración de la misma, se puede estimar su densidad o el grado de alteración que presenta. Fue diseñado en Suiza y con el objetivo de determinar el grado de pudrición en postes telefónicos. La penetración de la aguja es inversamente proporcional a la densidad o estado de conservación de la madera, teniendo importancia su contenido de humedad, puesto que su mayor o menor contenido afecta a las propiedades físicas del material. La desventaja del método es que solamente se pueden medir características superficiales del material, hasta 40 mm de profundidad (L.Palaia, 2014).



Figura 21 Penetrómetro Pilodyn.

El modelo utilizado es el Pilodyn 6J de la figura 21, que detecta la consistencia de la madera, dando valores «normales» de penetración de la

aguja entre 9 y 12 mm, pudiendo llegar a 13, dependiendo de las especies, mientras que si este valor aumenta podría indicar que se ha detectado un estado de pudrición o algún otro tipo de alteración. Los datos técnicos del instrumento son los siguientes: Energía de impacto: 6 J (Nm), Profundidad de penetración: 0-40 mm, Varilla percutora: 2,5 mm de diámetro, Dimensiones del equipo: cuerpo 270 mm de longitud (con aguja en extensión 320 mm) y 50 mm de diámetro. Según se aprecia en estos datos y en la imagen superior, se trata de un instrumento fácilmente transportable que ofrece ese aspecto como una de sus principales ventajas. Es, por lo tanto, un instrumento ligero que puede evaluar las cualidades de la madera en capas superficiales y que según el tipo de diagnóstico que se pretenda realizar puede dar resultados cuantificables de la calidad de la madera en un área determinada (Local Test Method, LTM) así como de su estado de conservación.



Figura 22 Empleo del penetrómetro Pilodyn 6J.
Fuente: (Maldonado, Gonzales, Arriaga, & Herrero, 2009)

La gran ventaja de este método, es que resulta mucho más objetivo que el punzón manual, ya que la energía aplicada es constante y no depende del

usuario, permitiéndonos hacer comparaciones relativas entre piezas y facilitando la consiguiente toma de decisiones. Además, la experiencia ha demostrado que el penetrómetro tiene un mayor alcance que el punzón y, por tanto, una mayor capacidad para detectar daños encubiertos bajo una aparente superficie en buen estado que el punzón no es capaz de traspasar (Maldonado, Gonzales, Arriaga, & Herrero, 2009).

3.6.2. RESISTÓGRAFO

Esta es otra técnica no destructiva en la cual el resistógrafo se aplica en la inspección de madera para localizar secciones degradadas. Su ámbito de utilización se extiende al campo de la valoración del arbolado, de las instalaciones de aplicaciones como los estudios realizados en la medición de los perfiles de densidad de paneles composite de madera (Álvarez, Basterra, Sanz, & Rello, 2007).



Figura 23 Resistógrafo.
Fuente: (Álvarez, Basterra, Sanz, & Rello, 2007)

La manera como actúa este método es midiendo la resistencia que tiene la madera ante la penetración de una aguja de acero de 1,5 mm de diámetro, siendo la longitud de la misma utilizada en nuestro caso de 50 cm. La aguja gira mientras se introduce en la madera, siendo el valor de la resistencia a la

penetración medido como porcentaje de consumo de energía del motor que mueve el taladro. La anchura de la punta de la aguja se muestra en la Figura 23 es dos veces el diámetro del vástago, midiendo 3 mm en el extremo del útil de corte. Avanza a una velocidad constante de 30 cm/minuto, girando a 1.500 r.p.m (Acuña, et al., 2011)

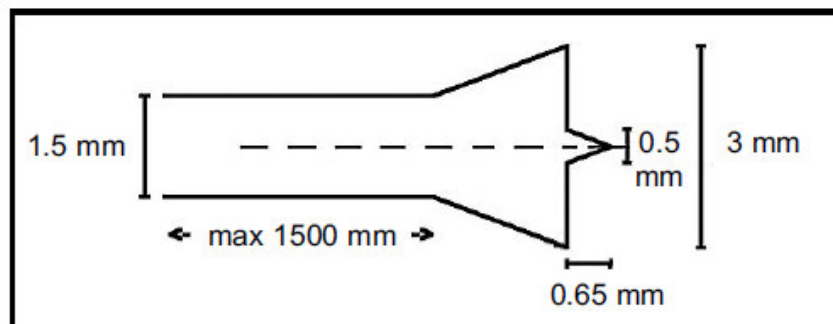


Figura 24 Dimensiones de la aguja.
Fuente: (Álvarez, Basterra, Sanz, & Rello, 2007)

3.6.3. PRUEBAS DE ULTRASONIDOS EN MADERA

Este método se practica por medio de la propagación de ondas ultrasónicas y la manera como se lo debe emplear es definiendo previamente la distancia recorrida y medir el tiempo que lleva la propagación.

Este método se basa en que los defectos y singularidades de la pieza estudiada que está en mal estado reducen la velocidad de propagación de la onda, ya que ésta deberá sortear mayores obstáculos en su camino. Frente al método descrito anteriormente, el de ultrasonidos presenta la ventaja de que puede ser empleado “in situ” para la evaluación de madera puesta en obra debido a que el equipo que se usa para medir es bastante practico como se puede ver en la figura (Casado, Basterra, Acuña, & Pinazo, 2005) .

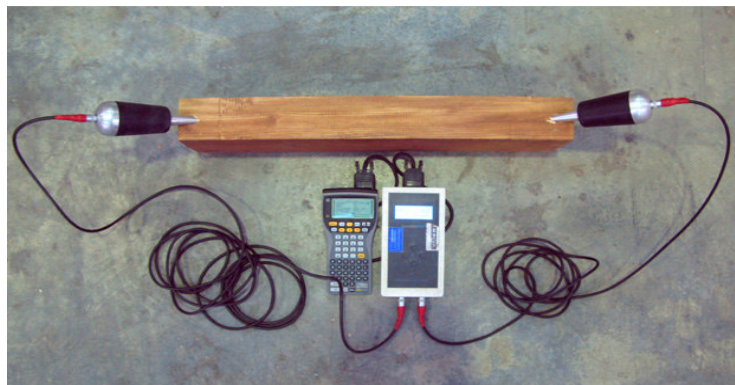


Figura 25 Ensayo de Ultrasonido en madera.
Fuente: (Casado, Basterra, Acuña, & Pinazo, 2005)

3.6.4. PRUEBAS EN MUROS PARA EDIFICACIONES PATRIMONIALES EN LABORATORIO

Es común que en el momento de realizar una rehabilitación de una estructura con determinados años de funcionamiento, se deban realizar ensayos a los muros que la conforman; esto es necesario para saber el estado en el que se encuentra dicho elemento.

En el adobe, ladrillo o tapiales los ensayos como medida de control más comunes que se requiere son para verificar ciertas propiedades mecánicas que se encuentran con la determinación de módulos de elasticidad, capacidad de resistencia que principalmente es a la compresión.

Las técnicas que se usan pueden ser ensayos **destructivos**, es decir tomar un par de muestras con su respectiva normativa para hacer ensayos de compresión simple, medir deformabilidad, establecer una curva del módulo de la deformación y finalmente extrapolar por medio de correlaciones.

3.6.5. ENSAYO DE GATOS PLANOS

El ensayo de gatos planos (Flat Jacks) es un método directo e in situ y que en el caso de no querer afectar la morfología de la estructura, se la puede contemplar como una buena opción.

Este ensayo se utiliza para evaluar algunas propiedades mecánicas y deformabilidad de los materiales como el estado tensional superficial en roca, concreto y mampostería además requiere solamente la remoción de una porción de mortero de las juntas de una fábrica pétreo o de ladrillo, por ello que se considera un ensayo ligeramente destructivo al ser un daño temporal y fácilmente reparable después de realizar el ensayo (Lombillo, Villegas, Silio, Hoppe, & GTED-UC, 2007).

La forma en la que se realiza este ensayo es en dos fases, en la primera se determina el estado tensional del elemento y en la segunda, las características de deformabilidad (Lombillo, Villegas, Silio, Hoppe, & GTED-UC, 2007).

Para realizar este ensayo hay que tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Es preciso realizarse varios ensayos, se recomienda entre 3 y 5 en cada parte que se requiera, de esta manera se tiene un amuestra estadística significativa.
- Se debe tener precaución al momento de escoger el lugar donde se va a llevar a cabo el ensayo, evitando los espacios donde haya concentración de tensión, como cambios de sección transversal y la periferia de huecos existentes.



Figura 26 Ensayo de gato plano simple
Fuente: (Lombillo, Villegas, Silio, Hoppe, & GTED-UC, 2007)

3.6.6. TÉCNICAS DILATOMÉTRICAS

Este ensayo es in situ y es aplicable a un muro. Consiste en introducir una tensión mediante una sonda cilíndrica que alojada en una perforación previamente realizada en la pared puede dilatarse radialmente (Lombillo, Villegas, Silio, Hoppe, & GTED-UC, 2007).

Con las lecturas obtenidas con este ensayo se tiene propiedades mecánicas como el módulo presiométrico (carga admisible) o el límite elástico, curva de tensión-deformación (Lombillo, Villegas, Silio, Hoppe, & GTED-UC, 2007).

La unidad de control está equipada con dispositivos para una regulación precisa de acuerdo a la presión aplicada a la sonda y paulatinamente registrar sus incrementos volumétricos con las variaciones de presión y el tiempo (Lombillo, Villegas, Silio, Hoppe, & GTED-UC, 2007).

La sonda incluye una célula de medición central, la cual está llena del agua. Sus cambios de volumen pueden leerse en el controlador de volumen. La sonda está totalmente protegida por una cubierta de goma que es inflada por el gas para formar las dos células de guarda laterales. La presión aplicada a las paredes de perforación se mantiene constante a lo largo de las tres células (las dos de guarda laterales y la central de medida) mediante un regulador diferencial de presión, de esta forma se garantiza que la deformación es verdaderamente radial a lo largo de la célula central de medición. Un cable coaxial flexible y de alta resistencia, conecta la sonda con la unidad de control (Lombillo, Villegas, Silio, Hoppe, & GTED-UC, 2007).

El procedimiento de ensayo consiste en:

- taladrar la superficie donde se requiere realizar el ensayo como se ve en la Figura 27, cuidando de reducir al mínimo la perturbación en la pared, con un diámetro (en general de unos 50 – 70 mm) que debe ser compatible con el tamaño de sonda a introducir (de unos 200 mm de longitud).
- La sonda es deslizada por la perforación hasta la profundidad requerida de ensayo, con
- Posteriormente se aplica la presión en incrementos iguales. Tanto la presión suministrada como el incremento de volumen son registrados por la unidad de control. La sonda ejerce una tensión radial conocida contra el material que la rodea control (Lombillo, Villegas, Silio, Hoppe, & GTED-UC, 2007).

Relacionando esta tensión con la deformación medida en la misma dirección se obtiene un índice del módulo de deformación en la zona de aplicación. Existe la posibilidad de desplazar la sonda y realizar el ensayo en

distintos puntos tantos como sea necesarios (Lombillo, Villegas, Silio, Hoppe, & GTED-UC, 2007).

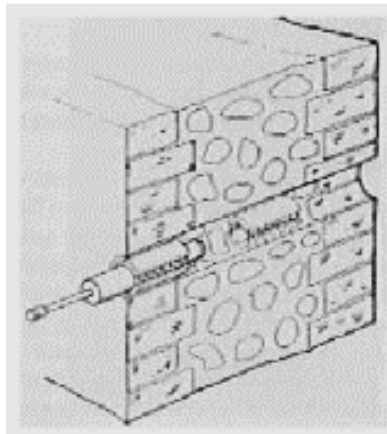


Figura 27 Perspectiva general del uso de la técnica dilatométrica
Fuente: (Lombillo, Villegas, Silio, Hoppe, & GTED-UC, 2007).

CAPÍTULO 4

FISCALIZACIÓN

4.1 CONCEPTO

La fiscalización o supervisión es compuesta, viene del latín "visus" que significa examinar un instrumento poniéndole el visto bueno; y del latín "super" que significa preeminencia o en otras palabras: privilegio, ventaja o preferencia por razón o mérito especial. (Trujillo, 2006)

Supervisión es pues, dar el visto bueno después de examinar y la supervisión tiene por objetivos básicos vigilar el costo, tiempo y calidad con que se realizan las obras. (Trujillo, 2006)

Las responsabilidades que se adquieren con quien contrata los servicios de supervisión están expresadas en la descripción de puesto o el contrato de supervisión. (Trujillo, 2006)

Es la actividad de apoyar y vigilar la coordinación de actividades de tal manera que se realicen en forma satisfactoria. (Trujillo, 2006)

4.2 OBJETIVOS DE LA FISCALIZACIÓN DE OBRAS

El objetivo principal de la Fiscalización de una Obra es la garantizar la correcta utilización de los recursos proporcionados por la entidad Contratante destinados a proyectos de inversión, a fin de lograr el cumplimiento de los objetivos y metas previstos en los estudios de consultoría, permitiendo que la prestación de servicios de supervisión y construcción se encuadren en las metas de eficiencia, efectividad, calidad, oportunidad y excelencia previstas por los principios de la administración. (Rubio, 2014)

En lo que se refiere a los objetivos específicos de una Fiscalización son los siguientes:

- Garantizar que la ejecución de las actividades planificadas por la Constructora y Supervisora se lleven a término exitosamente y acorde a los términos establecidos en los Contratos respectivos y/o Pliegos de Especificaciones Técnicas; así como informar oportunamente a las instancias involucradas durante la ejecución de obras. (Rubio, 2014)
- Precisar los niveles de participación de los participantes en el desarrollo de los trabajos de construcción de los proyectos. (Rubio, 2014)
- Verificar el cumplimiento de los participantes involucrados durante la ejecución de los proyectos. (Rubio, 2014)
- Verificar la aplicación efectiva de los convenios, contratos y compromisos establecidos. (Rubio, 2014)
- Tener conocimiento detallado del desarrollo de los proyectos en cuanto al cumplimiento, progreso de los trabajos, dificultades y modificaciones, con relación a los pliegos y modalidades de ejecución acordadas. (Rubio, 2014)

4.3 ACTIVIDADES DEL FISCALIZADOR

El Fiscal de Obra realiza como su nombre lo indica la Fiscalización de los proyectos, constituyéndose en la instancia de contacto directo con el ejecutor y supervisor de obras. Por lo tanto, viene a ser la representación de la entidad Contratante. (Rubio, 2014)

Las funciones del Fiscal incluyen los siguientes aspectos:

- Control de cumplimiento de los servicios de Supervisión y Construcción de obras mediante el sistema de Fiscalización de Obras, en las áreas: institucional, técnico - metodológica y de inversión. Visitas de campo y reuniones con los responsables de las obras, donde se recogen elementos cualitativos que complementan la orientación de toma de decisiones. (Rubio, 2014)
- Coordinación y control de la Supervisión contratada por la entidad Contratante, encargada de garantizar la buena calidad técnica de ejecución de las obras, cumplimiento de plazos, cumplimiento de pliegos de Especificación Técnica, correcta inversión de recursos y adecuada administración de la relación contractual entre la entidad Contratante y el Contratista. (Rubio, 2014)
- Mantener informado a la entidad Contratante del desarrollo y avance del proyecto a requerimiento de éste. (Rubio, 2014)

4.4 FISCALIZACIÓN DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES

En Quito actualmente el IMP (instituto Metropolitano del Patrimonio) es el encargado de la preservación, y por el mismo motivo, la fiscalización de las edificaciones patrimoniales.

Se debe entender que la Fiscalización de Edificaciones patrimoniales es muy diferente a la de un edificio cualquiera, se debe señalar que la principal diferencia radica en el hecho que los rubros son completamente diferentes, además que es absolutamente necesario que la persona que realiza esta actividad tenga experiencia en el tema.

A continuación se muestra el formato de Libro de Obra que maneja el IMPQ

FECHA DE INICIO DE OBRA: es el día en que se empieza las actividades en obra.

CONTRATISTA: nombre de la persona que está a cargo de la obra, el cual está en obligación de registrar en el libro diariamente las actividades y problemas que puede presentarse.

FISCALIZADOR: persona que es designada para velar por el control y buen desempeño de las actividades en la obra.

MONTO DEL CONTRATO: el costo total de la obra.

FECHA DE RECEPCIÓN DEL ANTICIPO: el día que fue depositado en la cuenta del contratista, y desde el cual empieza a correr los días para finalizar la obra.

PLAZO: el tiempo total que tiene el contratista para terminar la obra.

FECHA DE TÉRMINO DE OBRAS: el día en el cual deben estar terminado el alcance que estaba previsto para la obra.

DATOS GENERALES:

Con el objeto de contar con un seguimiento efectivo de los trabajos, en el LIBRO DE OBRA, deberá constar lo siguiente:

- Fecha diaria
- Actividades diarias y obra ejecutada
- Resumen semanal de obras ejecutadas (día viernes)
- Mano de obra empleada cada día
- Control de materiales (uso)
- Control de equipos
- Programación semanas de obra y abastecimientos (para semana próxima), se hará constar el lunes de cada semana
- Novedades y situaciones dadas

- Pedidos de cambios: estos deben constar con la fecha, explicación, objetivo, gráfico si es necesario, haciendo conocer a la Dirección Arquitectónica del proyecto y Fiscalización
- Estado del tiempo
- Varios. Ejemplo: visitas de personas extrañas a la obra.

4.5 INSTRUMENTOS PARA LA FISCALIZACIÓN DE EDIFICACIÓN PATRIMONIALES

- **Cinta métrica o Flexómetro de preferencia de 20m en adelante.**
Es un instrumento que es utilizado en la medición de distancias, hay dos tipos: La cinta métrica normal y la cinta métrica laser, estas son de gran importancia para un fiscalizador, ya que éste debe revisar las dimensiones de los diferentes tipos de elementos antes de proceder a la construcción de los mismos (Velastegui & Frias, 2012).



Figura 28 Cinta métrica o flexometro

- **Clinómetro de Mano**
Es un aparato que ayuda a determinar el ángulo, la inclinación y nivel, de gran ayuda cuando se está realizando el chequeo de los encofrados de los elementos verticales, tales como las columnas y paredes, en la actualidad no es muy utilizado ya que ha sido remplazado por el flexómetro laser (Velastegui & Frias, 2012).



Figura 29 Clinómetro de Mano

- **Calculadora de bolsillo**

Un buen fiscalizador necesita llevar siempre una calculadora de mano, para chequear rápidamente volúmenes, cantidades en obra y poder dar soluciones o señalar errores (Velastegui & Frias, 2012).



Figura 30 Calculadora de mano

- **Brújula de Mano u Óptica**

Es un instrumento que sirve para la orientación, que tiene su fundamento en las agujas magnetizadas (Velastegui & Frias, 2012).



Figura 31 Brújula de Mano

- **Libreta de Apuntes**

En la cual se llevara los datos y observaciones de la fiscalización en la edificación inteligente, para luego transcribirlos posteriormente al libro de obra (Velasategui & Frias, 2012).



Figura 32 Libreta de apuntes

- **Instrumentos de Seguridad**

Es muy importante tener en cuenta siempre la seguridad cuando se va realizar una fiscalización en la edificación, ya que le ayudará al fiscalizador a que no le suceda algún percance entre los cuales tenemos: Casco, chaleco, gafas, zapatos de seguridad, orejeras

maskarillas, arnés de seguridad, guantes entre otros (Velastegui & Frias, 2012).



Figura 33 Instrumentos de seguridad

4.6 DOCUMENTOS PARA LA FISCALIZACIÓN

Son todas las normas, manuales, especificaciones, bases del contrato, en fin todo documento que provea de información o normativa para realizar un trabajo (Velastegui & Frias, 2012).

- Contrato establecido entre la entidad contratante y el contratista.
- Diseño y especificaciones técnicas de la estructura que va a ser fiscalizada.
- El juego de planos de diseño de la Edificación Patrimonial.
- Las normas de procedimiento, ejecución y calidad existente relacionada con la edificación patrimonial.
- Cronograma de la ejecución de la obra.
- Especificaciones técnicas y Presupuesto de la Obra.

CAPÍTULO 5

CONTROL DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES

5.1 EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DE EDIFICACIONES

PATRIMONIALES

Para revisar las patologías de una forma más específica, se realizará por partes y elementos que hacen parte de la edificación.

5.1.1 CIMENTACIONES

La cimentación de los edificios, en este caso patrimoniales es la parte más importante, debido a que es en donde la estructura se sostiene y se empotra. De esta manera trasmite todo el peso y las cargas al terreno; es decir, sirve de base para soportar todo el peso de la construcción. (Peñaranda, 2011)

El material con el que están elaborados los cimientos de las casas Patrimoniales, son de “cal y canto”, es decir mampostería de piedra con mortero de arcilla y cal. El material principal de las que están compuestas las cimentaciones son las rocas, las hay de varios tipos. Angulosos pequeños permiten el agarre entre elementos mayores y sirven de cuña para nivelar las rocas. Los fragmentos de tipo redondeado provienen generalmente de ríos y quebradas. (Peñaranda, 2011)

La forma más frecuente es la prismática del mismo ancho del muro y en algunos casos en “L” o “T” invertida.

Es importante señalar que la profundidad del cimiento está en función a la calidad del suelo, es decir su capacidad portante; sin embargo su medida está entre los 0.60 y 1,20 m., el ancho depende de la variabilidad que tenga el grosor del muro de adobe que va a soportar, en muchos casos, los cimientos son un poco más anchos (10 a 20 cm.) por debajo del nivel de la acera. (Peñaranda, 2011)

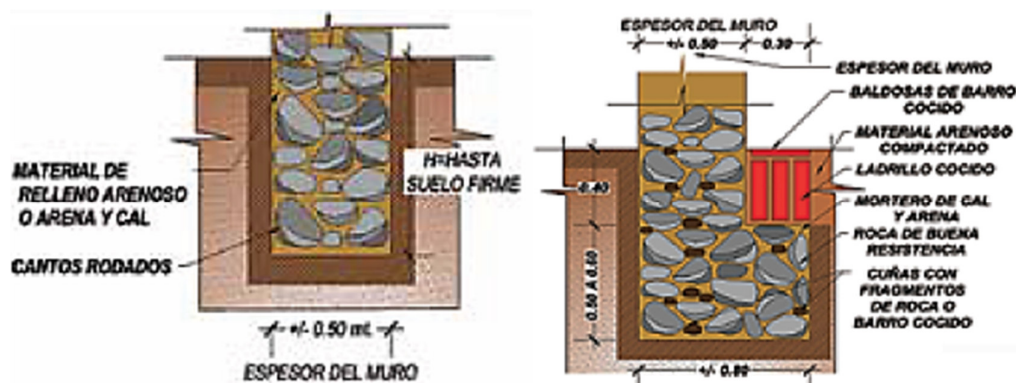


Figura 34 Tipos de cimientos de cal y canto
Fuente: (Peñaranda, 2011).

5.1.2 SOBRECIMIENTOS

La función de este elemento es proteger al muro de adobe de la humedad que podría absorber del suelo y de otras acciones agresivas que pudiesen ocurrir al nivel del piso, además conforma el asiento definitivo de los muro. Estos se los puede observar fácilmente en las estructuras, son las que se elevan por encima de la cota del terreno, hasta donde llega la cimentación, es donde se proyecta el sobrecimiento está elaborado con los mismos materiales que se construido el cimiento y usando la misma técnica (Peñaranda, 2011).

La altura del sobrecimiento en promedio es 50 cm. Pero la dimensión puede ser mayor. Generalmente se cubren con un revoque más grueso que el resto del muro y en el siglo XIX, ya se emplean enchapes de piedras labradas y pulidas finamente a manera de sendos zócalos.

Existen también sobrecimientos que están conformados en su “alma” con relleno de mortero de tierra y cascajo (Peñaranda, 2011).

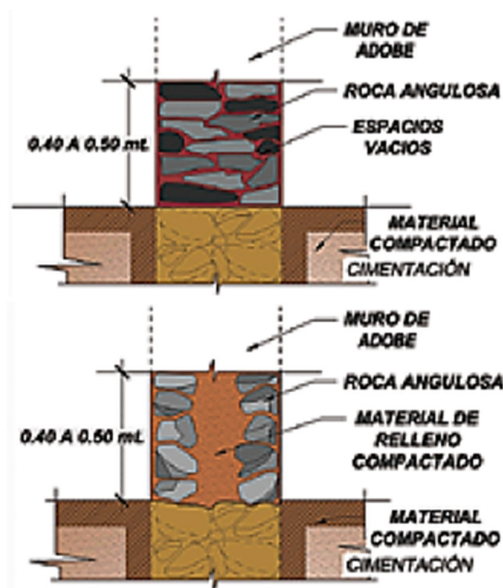


Figura 35 Tipos de sobrecimientos
Fuente: (Peñaranda, 2011).

5.1.3 PATOLOGÍAS FRECUENTES EN LAS CIMENTACIONES

Debido a la intemperie y al pase de los años la cimentación a pesar de estar debajo del suelo, sufre varios problemas los cuales a la larga afectan enormemente a la estructura. Como ya se ha dicho anteriormente, la cimentación es el elemento con el cual se sostiene anclada al suelo; y es preciso que se preste atención a las patologías que puedan presentar para evitar daños de grandes magnitudes.

5.1.3.1 FALLO DEL TERRENO

En la actualidad existen varias formas de evitar que sucedan este tipo de fallas en el suelo, ya sea haciendo estudios o simplemente tomando las debidas precauciones. Por esta razón las edificaciones actuales tienen un riesgo muy limitado. Sin embargo al trabajar en la rehabilitación y restauración de una edificación patrimonial se podría dar este tipo de falla, y más tomando en cuenta que el suelo de la ciudad de Quito tiene muchas variación debido a su topografía y constitución en sí. De esta manera la patología más común,

principalmente está dada por asentamientos diferenciales del terreno. (Peñaranda, 2011)

El terreno falla usualmente, debido a que desde el instante mismo en que se construyó la edificación se la sometió a esfuerzos superiores a los que realmente podría soportar, y esto es a causa de “un error de apreciación de su capacidad o mal cálculo de la cimentación, o bien porque a lo largo del tiempo ha perdido su calidad original”, pero también sucede y muy frecuente por excavaciones realizadas en cercanías del inmueble, “por socavación o excavaciones en las cercanías, desvió de corrientes subterráneas de agua, por desecación del subsuelo o por otros motivos”. (Peñaranda, 2011)

De esta manera, cuando la capacidad del suelo es menor que la que está solicitando la estructura, el terreno se plastifica y se procede a deformarse; generalmente, al ocurrir esto, la cimentación se parte, se disgrega y deja de actuar como un solo elemento. El mismo efecto se produce, aunque con menor frecuencia, por pérdida de resistencia y aplastamiento o disgregación del material del cual está compuesto la propia cimentación. (Peñaranda, 2011)

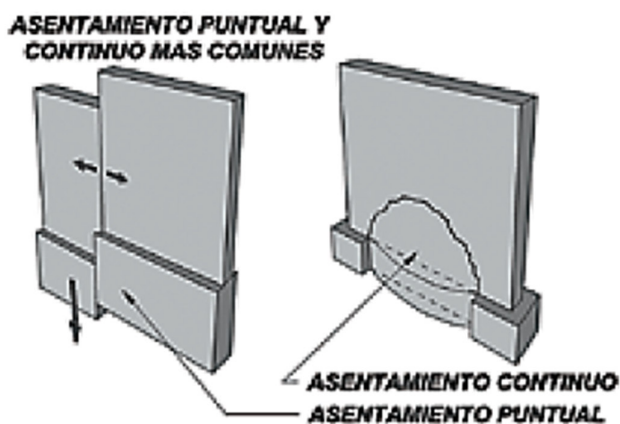




Figura 36 Tipos de Asentamientos
Fuente: (Peñaranda, 2011).

Y es así como el plano de apoyo se va hundiendo de una manera invariable, y que a causa de esto se deformará y se partirá, agrietándose y arrastrando a su vez en este movimiento a los demás elementos de la estructura que están sostenidos en ellos: muros, entrepisos y cubiertas. (Peñaranda, 2011)

Las lesiones que ocasionan este tipo de asientos, se manifiestan de forma directa sobre los muros de adobe. El efecto frecuente, es la aparición de grietas de mayor o menor importancia cuya gravedad dependerá de la cuantía del asiento. En todo caso las grietas se manifiestan formando líneas si son asientos puntuales, o curvas parabólicas si son asentamientos continuos. (Peñaranda, 2011)

5.1.3.2 HUMEDADES

Aunque en rigor no puede considerarse como un daño específico de las cimentaciones, no se debe olvidar de tratar la humedad del subsuelo y de cómo influye en las mismas, ya que es uno de los problemas más, frecuentes en las edificaciones antiguas. Si el terreno tiene humedad, se la comunicará pronto a la cimentación y por medio de ella, afectará al resto de la edificación. La migración del agua a través de los materiales de la cimentación y del muro, se produce por capilaridad y es muy habitual. (Peñaranda, 2011)



Figura 37 Deterioro de cimientos por humedad capilar
Fuente: (Peñaranda, 2011).

Pero también, puede haber otros motivos causantes de la humedad en los muros; por ejemplo, fugas en canalizaciones de plomería o saneamientos empotradas en ellos, filtraciones directas de agua libre del terreno inmediato, condensación u otras causas; pero en general siempre que se vea humedad en los arranques de los muros, se debe pensar que el motivo es la capilaridad y la humedad del subsuelo, que es la causa más frecuente. (Peñaranda, 2011)

5.1.3.3 ALTERACIONES EN ROCAS

Este problema está relacionado con la degradación del material. Al verse expuesta al medio ambiente (sol, viento, lluvia, hongos, sales, etc.), la piedra comienza a sufrir una serie de procesos de alteración y desgaste, como ser las costras, erosiones, descamaciones o disgregaciones. (Peñaranda, 2011)

Mucho tiene que ver con la naturaleza de la piedra, siendo las más sensibles a las alteraciones las areniscas, mientras que las calizas y graníticas son más resistentes. (Peñaranda, 2011)



Figura 38 Erosión de la piedra por factores medio ambientales
Fuente: (Peñaranda, 2011).

5.1.4 MUROS

Los muros de las casas Patrimoniales, son en su gran mayoría de adobe, existiendo escasos ejemplos de muros de tapia.

El adobe se elabora formando una “masa” conformada por tierra (arcilla y arena), paja y agua, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol. Las técnicas utilizadas en la colonia perduran hasta nuestros días y son aún manejadas en zonas rurales y circundantes a la ciudad. Los adobes empleados, son muy resistentes. (Peñaranda, 2011)



Figura 39 Proceso de elaboración del adobe
Fuente: (Peñaranda, 2011).

Otro factor que determina el éxito de los muros de adobe es el dominio que alcanzó la técnica del aparejo, el cual se hace “junteando” con un mortero hecho de una mezcla de arcillas muy parecida a la usada en la fabricación del adobe mismo. El adobe se va sentando uno sobre otro, trabado y se utiliza tanto a hilo como a tizón (soga y carga), dependiendo del grosor que se quiera lograr en el muro. (Peñaranda, 2011)

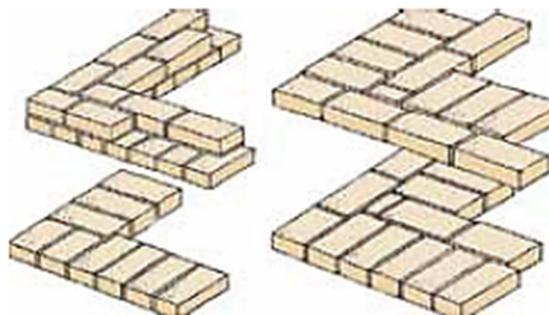


Figura 40 Aparejos más difundidos
Fuente: (Peñaranda, 2011).

Los grosores de muros varían entre 0.60 y 1.15m, esto en razón de las dimensiones de los adobes y de la técnica de trabado. Algunos especialistas relacionan el tamaño de los adobes con la antigüedad del edificio, a mayor tamaño, más antigua la edificación; sin embargo esto carece de un estudio específico. En algunas casas llegaron a encontrarse adobes que alcanzan 45x70x15 cm, sobre todo en construcciones de gran envergadura. Actualmente se estandarizaron con una medida de 30x40x10 cm (Peñaranda, 2011).

En muchos casos, en los cuales las viviendas son de dos plantas, los muros de la planta baja son más gruesos que los superiores, probablemente a causa de diferentes etapas en la construcción o por alivianar las cargas. (Peñaranda, 2011)

5.1.5 PATOLOGÍAS FRECUENTES EN MUROS

Los muros presentan varios tipos de patologías debido a que se encuentran expuestos a la inclemencia del tiempo, fenómenos naturales y entre otros como se indica a continuación:

5.1.5.1 HUMEDAD

Cuando se pierde la protección del muro y la humedad penetra en el material, se presenta el biodeterioro causado por la vegetación parásita, la cual puede ser inferior o superior. Esta última causa graves daños en los muros de adobe, ya que las raíces, al penetrar en un medio propicio como es la tierra, disgregan totalmente el material. (Peñaranda, 2011)



Figura 41 Biodeterioro, causado por humedad
Fuente: (Peñaranda, 2011).

Otra causa de daños es el agua misma que al caer sobre el adobe “lava” el aglutinante, es decir, la arcilla y disgrega el material. (Peñaranda, 2011)

La humedad descendente, normalmente surge por filtraciones originadas por fallas en el exterior. (Peñaranda, 2011)



Figura 42 Humedad descendente.
Fuente: (Peñaranda, 2011).

La humedad por capilaridad o ascendente se origina en el agua del subsuelo, que tras alcanzar la base o laterales de la cimentación, asciende por los muros hasta alcanzar zonas situadas por encima de la rasante, donde se hace visible. (Peñaranda, 2011)



Figura 43 Humedad ascendente o por capilaridad,
Fuente: (Peñaranda, 2011).

Puede manifestarse por la aparición de manchas salinas en la superficie de evaporación o por el desprendimiento de los revestimientos en la línea de culminación de la altura capilar. La aparición de una banda oscurecida en las zonas bajas de la edificación, suele ser el primer síntoma que delata este tipo de humedades. (Peñaranda, 2011)

5.1.5.2 LESIONES ESTRUCTURALES

El principio fundamental físico de acción-reacción, facilitara que la manifestación de lesiones en una estructura (reacciones), venga determinada por las deformaciones estructurales (acciones). Deformaciones que serán la expresión de fatiga de un muro provocadas por las sollicitaciones a los que se vea sometida su estructura. (Peñaranda, 2011)

Dichas lesiones se pueden materializar en forma de:

- Asientos
- Desplazamientos
- Fallos de las juntas

Con relación a los **asientos**, ya fueron estudiados para el punto de cimentaciones los tipos, efectos y causas que se pueden dar, en cuyo caso

las manifestaciones de las lesiones son las mismas estudiadas para el caso del fallo de la cimentación; pues el mal comportamiento de esta, supone el fracaso del muro, que le sigue en su proceso de deformación (Peñaranda, 2011).

En cuanto a los **desplazamientos** horizontales se producen por empujes que provocan los entrepisos, los muros o cubiertas de los edificios, por diversas causas: dilataciones, fallos de los elementos (por ejemplo: pudrición de las cabezas de vigas, pares o tirantes de madera), deslizamiento de muros asentados en cimientos no nivelados, etc. (Peñaranda, 2011).

Si se tratara de empujes de entrepiso o cubierta, las lesiones se manifestarán con grietas, (generalmente horizontales), que seguirán la dirección del elemento que provoque el daño. En el caso de la cubierta puede ocasionarse una tendencia al vuelco (o rotación) del muro. En todo caso, los desplomes en los muros serán determinantes para diagnosticar este tipo de causa (Peñaranda, 2011).

Las fallas que se pueden apreciar derivados del mal **comportamiento de las juntas** se deben a deformaciones que se dan en las obras de fábrica de tierra (Peñaranda, 2011).

La falta de enjarje (trabe) de las piezas se manifestará con la aparición de grietas en las propias juntas de la fábrica (Peñaranda, 2011).

5.1.6 PATOLOGÍAS FRECUENTES EN ENTREPISOS O FAJARDOS

La madera, por ser un material orgánico y fácilmente atacable por agentes destructores, principalmente biológicos, se encuentra muchas veces destruida y al efectuar una restauración, ya no queda otro remedio que sustituirla o reintegrarla. Sin embargo, en ocasiones los elementos de madera aún tienen una buena parte sana de su volumen y es posible devolverles su capacidad de trabajo mecánico. Otras veces, son partes insustituibles por su valor

histórico o artístico, entonces es cuando se requiere consolidarlos. (Peñaranda, 2011)

Cuando una parte arquitectónica u ornamental de madera falla, es básicamente por dos factores:

5.1.6.1 HUMEDAD

Esta afecta de afecta a la cabeza de las vigas, que es la zona más expuesta, sobre todo si el muro de apoyo es de cerramiento o bien existen canalizaciones de aguas próximas. Esta alteración se hace riesgosa cuando alcanza niveles de pudrición. (Peñaranda, 2011)



Figura 44 Cabeza de viga con pudrición severa, Fuente: (Peñaranda, 2011).

En el caso de las termitas, el mayor daño se sitúa asimismo en las cabezas, lugar por donde inician su ataque estos insectos que acceden a la viga a través del muro. (Peñaranda, 2011)

La humedad permite la actuación de las termitas, por lo cual es normal encontrar ambos fenómenos a la vez. Las zonas próximas a áreas húmedas (baños, cocinas, bajantes) son por lo general las más afectadas. La acción del fuego y de la intemperie, son otros factores que deterioran la madera. (Peñaranda, 2011)



Figura 45 Madera afectada por termitas.

5.1.6.2 LESIONES MECÁNICAS

La sección de la pieza pierde su función como elemento resistente y se rompe, fractura o deforma en exceso por efectos de una carga permanente o accidental, que es mayor que su capacidad de trabajo. (Peñaranda, 2011)

Estas lesiones se presentan sobre todo en entrepisos que han sido paulatinamente sobrecargados con diferentes materiales de acabado de pisos y morteros o por el excesivo peso en muebles o uso cotidiano. (Peñaranda, 2011)



Figura 46 Vigas deformadas, por lesiones mecánicas,
Fuente: (Peñaranda, 2011).



Figura 47 Ruptura de una viga, por sobre peso,
Fuente: (Peñaranda, 2011)

5.1.7 LAS CUBIERTAS

Resulta evidente que, si se pretende la conservación de los valores que conforman la singularidad de las casas Patrimoniales, no se debe olvidar que las cubiertas, son una parte fundamental de la imagen. El hecho de estar en la parte más alta del edificio no significa que pase desapercibida, todo lo contrario, es de gran importancia por su aporte a la imagen del conjunto, por tanto se debe tener mucha precaución en las intervenciones realizadas en ellas. (Peñaranda, 2011)

Las cubiertas están constituidas por 2 elementos básicos: la armadura y el tejado, que en este caso corresponden a estructuras de madera y tejas cerámicas curvas. (Peñaranda, 2011)

5.1.8 LOS ACABADOS

Los acabados son las partes constructivas contenidas o soportadas por la estructura; estos en realidad determinan el carácter de los espacios y son susceptibles de ser modificados o alterados sin que ello, en principio acarree problemas de estabilidad para el conjunto, es decir, los revoques, pavimentos, carpintería, pintura, etcétera (Peñaranda, 2011).

Los acabados además son el rostro de cada edificio que muestra a través de ellos, su estilo, tipología, color, influencias y hasta las características socio económicas de quien lo mandó a edificar (Peñaranda, 2011).

Es mediante el conocimiento y lectura de los acabados que se conoce la habilidad del constructor y de los artesanos que intervinieron en la obra y de esta manera permiten conocer más de nuestro patrimonio e historia (Peñaranda, 2011).

Los acabados se clasifican en:

- Los revoques
- Los pisos o solerías
- La piedra
- Las pinturas
- Las carpinterías
- Las instalaciones

Los revoques

Se denomina “revoque” a los revestimientos o enlucidos que protegen y cubren los muros, pudiendo ser estos interiores y exteriores, normalmente con morteros de cal para exteriores y mortero de yeso para interiores. (Peñaranda, 2011)

Los revoques históricos suelen tener entre 2 capas: el revoque grueso, que está elaborado por barro y paja y el revoque fino o enlucido, compuesto por un mortero fino de arcilla y cal. Los revoques de yeso se denominan en la región como “estuco”. (Peñaranda, 2011)



Figura 48 Vista de las dos capas de revoque, grueso y fino,
Fuente: (Peñaranda, 2011).

Patologías más frecuentes

Los revoques son atacados por varios factores: el agua, los biodeterioros, la cristalización de sales, los agrietamientos y desprendimientos. (Peñaranda, 2011)

El factor agua, que actúa como disolvente del aglutinante, se agrava cuando el agua de lluvia viene cargada con ácidos, como sucede en las ciudades y especialmente cuando la cal usada en la mezcla no tiene propiedades hidráulicas. En estos casos, el agua va disolviendo el aglomerante de cal: como se dice comúnmente, va “lavando” el revoque. (Peñaranda, 2011)

La vegetación inferior, los hongos, los musgos y los líquenes atacan los revoques así como también la vegetación parásita que los destruyen con sus raíces, causando su desprendimiento. Por último, las aves, especialmente las palomas, con sus excrementos disueltos en agua, atacan la cal y el yeso por la gran cantidad de ácido que contienen. (Peñaranda, 2011)

Al haber evaporación de agua, las sales se cristalizan, produciendo en el revoque las manchas blancas conocidas como salitre. Estas sales pueden ser de diversos tipos: sulfatos, cloruros, sulfuros, etcétera. (Peñaranda, 2011)

Los agrietamientos permiten la entrada de agua hasta sus capas interiores, lo que va produciendo el fenómeno de desprendimiento. (Peñaranda, 2011)

Los pisos y solerías

Predominan en las casas patrimoniales los pavimentos de ladrillo pastelón y las baldosas hidráulicas, estas últimas llamadas localmente “mosaicos”, existen también los pisos de madera machihembrada y en excepcionales casos de tipo parquet (Peñaranda, 2011).

Para cada caso se deben seguir pautas específicas, pues son materiales diferentes.

- **Ladrillo pastelón**

Si el piso se encuentra en buen estado, se debe proceder a un mantenimiento periódico, basado simplemente en la limpieza del mismo, utilizando un cepillo de cerdas suaves y detergentes neutros. Tradicionalmente se utiliza el aceite de linaza para combatir su porosidad, consolidar las piezas y darle mayor brillo (Peñaranda, 2011).

En caso de que las piezas posean un valor artístico o las piezas estén erosionadas, se debe aplicar consolidantes como el silicato de etilo, aplicados por aspersión. El Paraloid, es utilizado localmente para este fin; sin embargo es menos recomendable que el anterior producto (Peñaranda, 2011).

Cuando la pieza está rota, o en proceso de deterioro grave, conviene sustituirla por otra pieza en buen estado, evitando de esta manera deterioro hacia el interior del forjado, ya sea por filtración de agua o acumulación de suciedad en los huecos, además de causar el desprendimiento de las piezas vecinas (Peñaranda, 2011).



Figura 49 Piso de ladrillo pastelón,
Fuente: (Peñaranda, 2011).

- **Baldosas hidráulicas**

Para la limpieza de este tipo de piso, se deben utilizar detergentes neutros, evitando todo tipo de ácidos. Si fuera necesario el uso de hipoclorito de sodio (lavandina) o amoníaco para la eliminación de manchas, habrá de tenerse la precaución de, posteriormente, enjuagarlos con agua para neutralizarlos, evitando los encharcamientos y el exceso de agua.


En principio este material no requiere de ningún tipo de protección, no obstante por diferentes agresiones que hayan podido sufrir o el desgaste por el tránsito diario, puede plantearse la necesidad de protegerlos y devolverles el aspecto perdido. Para ello puede recurrirse a la aplicación de una cera natural (nunca plástica), recomendando que esta operación se realice con pulidora, con el fin de conseguir una mayor saturación, así como una superficie más uniforme.

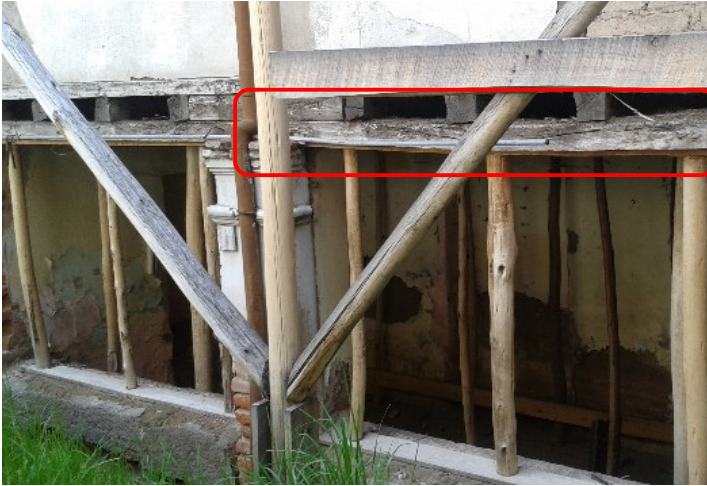



Figura 50 Reproducción de baldosas hidráulicas “mosaico”,
Fuente: (Peñaranda, 2011).

5.2 PATOLOGÍAS ENCONTRADAS EN INMUEBLES DE QUITO


Como parte de la investigación se ha realizado visitas a inmuebles Patrimoniales los cuales se están en proceso de rehabilitación, de los cuales se ha podido extraer las patologías que se mostraran a continuación, además se incluye las posibles causas y los daños que puede generar a la estructura.


Patología	Foto	causa	Daños que provoca
<p>Desprendimiento del material de revestimiento en columnas</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Asentamiento y variación del estrato de apoyo • Deterioro de basamento por ataque de plagas y/ o presencia de plantas entre otros. • Penetración insuficiente de las vigas del sistema de techo o entrepiso. • Deficientes soluciones de evacuación del agua lluvia y techos. • Ascensión capilar que afecta cimientos y basamentos del muro • Filtración en apoyo estructural 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición al ambiente de la mampostería • Daño de la mampostería al estar en contacto de humedad ambiental • Perdida de área de las columnas


Patología	Foto	causa	Daños que provoca
<p>Pudrimiento de vigas de entre piso</p>		<ul style="list-style-type: none">• humedad en la zona de empotramiento de las vigas de madera, donde se produce la putrefacción. Esta puede ir acompañada de ataques de insectos xilófagos,• Mala ejecución de los elementos constructivos y a sus calidades.	<ul style="list-style-type: none">• Pérdida de resistencia de la viga• Pérdida del área portante de la viga• Colapso del elemento

Patología	Foto	causa	Daños que provoca
Grietas verticales entre muros		<ul style="list-style-type: none">• Asentamiento diferencial del terreno• Desprendimiento de revestimientos o soporte del muro a causa del deterioro del basamento por ataque de plagas y/o presencia de plantas entre otros.• cambio de rigidez• exceso de carga en el muro• Filtraciones de Humedad	<ul style="list-style-type: none">• Provoca el asentamiento tensiones y deformaciones de los materiales que no puede resistir sin fisurarse• Alteración en las vigas que estos muros sostienen.


Patología	Foto	causa	Daños que provoca
<p>Deterioro en las cerchas de la cubierta</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Humedad en los elementos que conforman la cercha, donde se produce la putrefacción. Esta puede ir acompañada de ataques de insectos xilófagos • Exposición a un peso al que no fue diseñada • Mala ejecución de los elementos constructivos y a sus calidades. • Destajes mal hechos para unión de elementos de la cercha • Deterioro de los pernos que unen los elementos de la cercha 	<ul style="list-style-type: none"> • Colapso del elemento • Contaminación de insectos y xilófagos a los elementos próximos • Pérdida del área del elemento. • Colapso de la cubierta • Deficiente transmisión de peso y esfuerzo desde la cubierta a la estructura.


Patología	Foto	causa	Daños que provoca
<p>Deterioro del adobe en culata</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro del mortero que une el adobe • Humedad que deteriora los elementos de adobe • Penetración insuficiente de las vigas del sistema de techo o entrepiso • Deficiente solución de evacuación de aguas lluvias sobre muros y techos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingreso de animales a la sección interior de cubierta, los cuales generan desperdicios que afectan a la estructura. • Exposición ambiental a las cerchas de la cubierta • Desprendimiento y colapso de la culata.


Patología	Foto	causa	Daños que provoca
<p>Pudrición en las cabezas de las vigas de cubierta</p>		<ul style="list-style-type: none"> • humedad en la zona de empotramiento de las vigas de madera, donde se produce la putrefacción. Esta puede ir acompañada de ataques de insectos xilófagos, • Mala ejecución de los elementos constructivos y a sus calidades. • Humedad filtrada cubierta y canales en mal estado, la cual produce humedad en la madera 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de resistencia de la viga • Pérdida del área portante de la viga • Colapso del elemento


Patología	Foto	causa	Daños que provoca
Humedad en el cielo falso		<ul style="list-style-type: none">• Deterioro en la parte superior del muro por cambios de temperatura y humedad• Filtraciones en apoyo estructural• Penetración de agua por canalizaciones de techo• Filtraciones por cubierta	<ul style="list-style-type: none">• Oquedades• Eflorescencia o manchas blanquecinas• Pudrición en cielo falso


Patología	Foto	causa	Daños que provoca
Humedad en muro		<ul style="list-style-type: none">• Deterioro en la parte superior del muro por cambios de temperatura y humedad• Filtraciones en apoyo• Ascensión capilar que afecta el muro• Tubería interna en mal estado	<ul style="list-style-type: none">• Oquedades• Eflorescencia o manchas blanquecinas• Fisuras en el muro


Patología	Foto	causa	Daños que provoca
<p>Humedad en la Cabeza de muro</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro en la parte superior del muro por cambios de temperatura y humedad • Humedades por condensación en la parte superior del muro • Filtraciones en apoyo estructural • Penetración de agua por canalizaciones de techo • Filtraciones por cubierta 	<ul style="list-style-type: none"> • Oquedades • Eflorescencia o manchas blanquecinas • Pudrición en cielo falso • Desprendimiento del revestimiento del muro • Disgregación del revestimiento • Fisuras radiales y longitudinales • Flecha en el dintel


Patología	Foto	causa	Daños que provoca
Pudrición en las vigas de corredor		<ul style="list-style-type: none">• Humedad al estar en contacto de lluvias y cambios ambientales continuos Esta puede ir acompañada de ataques de insectos xilófagos,• Mala ejecución de los elementos constructivos y a sus calidades.	<ul style="list-style-type: none">• Colapso del elemento• Contaminación de insectos y xilófagos a los elementos próximos• Perdida del área del elemento.

Patología	Foto	causa	Daños que provoca
Humedad en muros		<ul style="list-style-type: none">• Deterioro en la parte superior del muro por cambios de temperatura y humedad• Filtraciones en apoyo• Ascensión capilar que afecta el muro• Tubería interna en mal estado	<ul style="list-style-type: none">• Oquedades• Eflorescencia o manchas blanquecinas• Fisuras en el muro


Patología	Foto	causa	Daños que provoca
<p>Pudrición y mal estado de la madera en elementos estructurales de madera</p>		<ul style="list-style-type: none"> • humedad en la zona de empotramiento de las vigas de madera, donde se produce la putrefacción. Esta puede ir acompañada de ataques de insectos xilófagos, • Mala ejecución de los elementos constructivos y a sus calidades. • Humedad filtrada cubierta y canales en mal estado, la cual produce humedad en la madera 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de resistencia del elemento • Pérdida del área portante de la viga • Colapso del elemento


Patología	Foto	Causa	Daños que provoca
<p>Junta en mal estado entre muro y tejado</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro en el hormigón utilizado para sellar la junta. • Micro sismos que provocan que la estructura se desplace. • Mala ejecución de los elementos constructivos y a sus calidades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de impermeabilidad, la cual causa que la lluvia ingrese a la cubierta. • Daños internos en los elementos de la cubierta. • Humedad en los muros internos a causa de agua lluvia.

Patología	Foto	causa	Daños que provoca
<p>Humedad en la cabeza del muro</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro en la parte superior del muro por cambios de temperatura y humedad • Filtraciones en apoyo • Tubería interna en mal estado • Sistema de evacuación de agua lluvia Deficiente/ mal estado. • Sellado de techo con fisuras 	<ul style="list-style-type: none"> • Oquedades • Eflorescencia o manchas blanquecinas • Fisuras en el muro


Patología	Foto	causa	Daños que provoca
Fisura en paredes		<ul style="list-style-type: none">• Fallo de ejecución en la parte superior del vano.• Deterioro por mala ejecución de la albañilería del soporte y los revestimientos• Fallo en aberturas• Cambio brusco de la inercia de los elementos• Deterioro del basamento del muro• Retracción por cambios de temperatura y humedad• Degradación en aberturas	<ul style="list-style-type: none">• Disgregación del revestimiento• Fisuras radiales y longitudinales• Pérdida del recubrimiento del elemento

Patología	Foto	Causa	Daños que provoca
Humedad en Muro	 A photograph of a wall with a pipe. A red circle highlights a damaged area on the wall, likely due to moisture. The pipe is visible on the left side of the image.	<ul style="list-style-type: none">• Tubería existente en mal estado• Fugas• Intervenciones mal realizadas.	<ul style="list-style-type: none">• Oquedades• Eflorescencia o manchas blanquecinas• Fisuras en el muro• Deterioro del revestimiento• Deterioro de la pintura del elemento

Patología	Foto	Causa	Daños que provoca
<p data-bbox="296 764 590 792">Fisura en cabeza de muro</p>		<ul data-bbox="1203 386 1535 735" style="list-style-type: none">• Muros expuestos a una carga superior a la que pueden soportar.• Retracción por cambios de temperatura y humedad• Humedad filtrada cubierta y canales en mal estado.• Asentamiento y variación del estrato de apoyo	<ul data-bbox="1575 386 1879 638" style="list-style-type: none">• Insuficiente sección de apoyo para vigas principales o (soleras)• Fisuras radiales y longitudinales• Perdida del recubrimiento del elemento.

Patología	Foto	Causa	Daños que provoca
<p>Humedad en Sobrecimiento</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Exceso de humedad en el terreno donde se encuentra el inmueble • Capilaridad por la cual asciende la humedad al sobrecimiento o al muro • Rotura de la canalización interna o externa. • Falta de drenaje del terreno • Ausencia de aislamiento para la humedad 	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro del material que conforma el sobrecimiento o muro. • Filtración de humedad a la parte interna del inmueble • Desprendimiento del revestimiento del muro. • Manchas de humedad color negruzco. • Grietas • Deterioro en la pintura del muro.

Patología	Foto	Causa	Daños que provoca
Eflorescencia en los muros		<ul style="list-style-type: none">• Cambios de temperatura en el ambiente• Capilaridad por la cual asciende la humedad al muro	<ul style="list-style-type: none">• Manchas blanquecinas en el muro.• Deterioro en el empedrado que conforma el muro• Deterioro en el mortero que une el empedrado del muro.

Patología	Foto	Causa	Daños que provoca
<p>Disgregación del material del Sobrecimiento</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro del basamento por ataque de plagas, presencia de plantas, accidentes, etc. • Capilaridad por la cual asciende la humedad al muro • Retracción por cambios de temperatura y humedad 	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro del material que conforma el sobrecimiento o muro. • Perdida del material ligante • Perdida de la calidad del mortero que une el empedrado


(Rodríguez, Monteagudo, Saroza, Nolasco, & Castro, 2011)

(Campamà, Sánchez, Gómez, & Amaral, 2013)

Patología	Foto	Causa	Daños que provoca
Erosión mecánica en el empedrado		<ul style="list-style-type: none"> • Acciones mecánicas que actúan sobre este como golpes, desgaste por el uso, falta de limpieza • Crecimiento de plantas • Sobreexposición al agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de los elementos que conforman el piso. • Disgregación del material.

(Rodríguez, Monteagudo, Saroza, Nolasco, & Castro, 2011)

(Campamà, Sánchez, Gómez, & Amaral, 2013)

Patología	Foto	Causa	Daños que provoca
<p>Fisura por combinación del Adobe con otros materiales</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Combinación de materiales como el adobe y el ladrillo o el concreto armado • Intervenciones estructurales o modificaciones arquitectónicas a la distribución original de la construcción de adobe. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fisuras en la zona de contacto. • Cuarteaduras • Desestabilidad del muro o elemento.

Fuente: (Cabrera & Plaza, 2014) (Rodríguez, Monteagudo, Saroza, Nolasco, & Castro, 2011) (Campamà, Sánchez, Gómez, & Amaral, 2013)

CAPÍTULO 6

PARAMETROS DE FISCALIZACIÓN DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES

6.1 INTRODUCCIÓN

Los parámetros son los puntos claves que se deben topar al momento de un determinado proceso, en este caso la fiscalización de una edificación patrimonial; la correcta metodología con un procedimiento óptimo de ejecución, se verán materializadas con culminación exitosa del proyecto.

6.2 ANÁLISIS PREVIO A LA INTERVENCIÓN DEL INMUEBLE

6.2.1 HISTORIA DEL INMUEBLE

Es importante tener información referente a la historia del inmueble, como el año en que fue construida, esta información es útil al momento de estar en la obra; saber qué tipo de materiales se usaban comúnmente en esa época y la mejor manera que se los puede tratar.

Algo también importante de la historia de una Edificación Patrimonial es tener el conocimiento de alguna intervención realizada con anterioridad, el método utilizado y las causas por las cuales se llevó a cabo; esto permitirá tener una idea clara de patologías previas que presentaba el inmueble.

Se debe tener claro quién o quiénes son los dueños del inmueble la delimitación del terreno y siendo el caso de una repartición, saber con exactitud que dimensiones cubren únicamente el inmueble que se procederá a rehabilitar; de manera que al momento de intervenir, no se afecte a los demás que se encuentran cercanos por posibles adecuaciones, escombros, ruidos, y entre otros que pudieran surgir en su momento.

Esta información se la obtiene de la página de la alcaldía de Quito, la ficha que se debe buscar es el **Informe de regulación metropolitana (IRM)**; para esto se ingresa con el número de predio; para tener conocimiento de los materiales con los cuales está construido el inmueble se hace una inspección visual o si es necesario se contrata una persona especializada que revise la historia del mismo y si hay acceso, revisar libros que contengan información del inmueble.

De esta misma manera se llega a las posibles adecuaciones e intervenciones que pudo haber tenido el inmueble en el transcurso de su vida útil.

6.2.2 OCUPACIÓN PREVIA DEL INMUEBLE

Antes de la intervención del inmueble, se debe tener conocimiento de que tipo de uso se le daba a la edificación y la información que se obtiene son los posibles esfuerzos a los cuáles estuvo sometido el inmueble debido a su ocupación, el haber estado desocupada y expuesta al desgaste ambiental sin un debido mantenimiento, etc.

6.2.3 OCUPACIÓN QUE TENDRÁ EL INMUEBLE

La información del tipo de uso que se le dará a la edificación es precisa para saber a qué solicitaciones estará expuesta la estructura posteriormente; así se puede tomar la decisión de reforzar los muros o vigas en caso que se requiera aumentar.

6.3 INSPECCIÓN INICIAL DEL ESTADO TÉCNICO DEL INMUEBLE Y DAÑOS POR REHABILITAR

La inspección que se realiza específicamente es sobre las patologías que presentan las estructuras, las mismas que deberán ser remediadas; esta se realiza de manera visual y las patologías más tomadas en cuenta son las de tipo estructural. Es decir consolidación de muros, los entrepisos, vigas, columnas y cubiertas.

Las cimentaciones como elementos fundamentales de la estructura deben ser tomados en cuenta, se considera que se debería hacer pruebas de consolidación a cada uno de ellos. Tomando en cuenta que a medida que el inmueble estuvo en uso, se producen asentamientos diferenciales.

No está por demás también realizar un estudio de suelo, para tener seguridad de que la capacidad portante del suelo este acorde a las cargas que tiene la estructura, y siendo el caso, que se cambie el uso que tendrá el inmueble verificar que de esta manera la estructura funcionara correctamente.

A continuación se detallara una tabla con patologías y el procedimiento de remediación.

Tabla 5
Patologías y procedimientos de remediación de las mismas

Patología	Intervención
Eflorescencia	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza • Protección superficial y drenaje • Mantenimiento y conservación preventiva.
Decoloración	<ul style="list-style-type: none"> • Protección superficial y de coberturas • Mantenimiento y conservación preventiva.
Desprendimiento de pintura	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza • Protección y consolidación superficial • Mantenimiento y conservación preventiva.
Humedad por capilaridad	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar agujeros con una broca de 12mm a 17mm de diámetro. Es recomendable hacer los agujeros por las dos bandas de muro a una profundidad de 2/3 partes de la anchura del muro y dejar una distancia entre interejos de agujeros de 20 a 24cm. Los

CONTINÚA



	<p>agujeros tendrán una inclinación de 30°.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocación de las herramientas para la realización de la inyección de los orificios. • Inyectar el producto hidrofugante hasta saturar el grueso del muro.
Erosión	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilización/consolidación del soporte y el revestimiento • Reintegración material • Protección de diverso tipo • Mantenimiento y conservación preventiva
Disgregación	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilización/consolidación del elemento disgregado • Reintegración material • Protección de diverso tipo • Mantenimiento y conservación preventiva
Desprendimiento del material del muro	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción- reintegración y refuerzo del muro • Protección de diverso tipo • Mantenimiento y conservación preventiva
Desprendimiento del material del revestimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción- reintegración del revestimiento • Protección de acuerdo a la tipología del deterioro • Mantenimiento y conservación preventiva
Fisura	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidación- estabilización del elemento fisurado • Mantenimiento y conservación preventiva
Grieta inclinada	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción- reintegración- refuerzo • Mantenimiento y conservación preventiva no solo del muro de tierra, sino también del resto de

CONTINÚA



	los elementos estructurales de la edificación
Grieta horizontal	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción- reintegración- refuerzo • Mantenimiento y conservación preventiva no solo del muro de tierra, sino también del resto de los elementos estructurales de la edificación
Grieta Vertical	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción- reintegración- refuerzo • Mantenimiento y conservación preventiva no solo del muro de tierra, sino también del resto de los elementos estructurales de la edificación
Grietas por exceso de cargas	<ul style="list-style-type: none"> • el refuerzo inferior de una viga de madera con perfiles de acero laminado. • refuerzo lateral de una viga de madera con perfiles de acero laminado. • refuerzo de un envigado de madera.
Desplome o vuelco	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción- reintegración- refuerzo del elemento constructivo • Estabilización- consolidación del material a reintegrar • Protección de diverso tipo • Mantenimiento y conservación preventiva
Pudrimiento de vigas de cabezas	<ul style="list-style-type: none"> • Apuntalamiento de la viga afectada. • Eliminación de toda la madera podrida hasta llegar a la zona sana. • Agujerar la madera buena en la dirección del punto de apoyo, para recibir las barras de armadura.

CONTINÚA



	<ul style="list-style-type: none"> • Introducir las barras de armadura (fibra de vidrio y resinas), en la zona que previamente a quedado fijado por cálculo. • Colocación del material perdido o recuperable. • Verter el mortero de resinas según la proporción adecuada. • Retirar el encofrado y finalizar dejando completamente tapado el agujero.
Fisura de las vigas de madera y pérdida de sección	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar el diagrama de momentos de la viga concretar y calcular las secciones de madera que se han de unir lateralmente, de forma que el momento de inercia y el módulo de resistencia resultante sea suficiente. • Aumentar la sección encolando lateralmente las tablas que se han de unir y fijar con tuercas, los cuales habrán que traspasar la sección de madera

Fuente: (Rodríguez, Monteagudo, Saroza, Nolasco, & Castro, 2011), (Campamà, Sánchez, Gómez, & Amaral, 2013)

6.3.1 ALGUNAS OPCIONES Y MÉTODOS PARA REMEDIAR PATOLOGÍAS EN EDIFICACIONES PATRIMONIALES

Existen varios métodos para subsanar las patologías que presentan las edificaciones patrimoniales, debido a su importancia y al ser los más usados en las edificaciones patrimoniales de Quito a continuación se explicara claramente la forma en que se lo hace y los materiales con los que se lo lleva a cabo.

6.3.2 INTERVENCIÓN EN MUROS DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES

En las salidas técnicas las intervenciones más usuales que realizaron fueron:

- **Consolidación de muros:** este se realiza por medio de inyecciones en los lugares donde se requiera, se prepara una mezcla con puzolana, cemento, agua, cementina o cal y un plastificante con producto

expansor. El cual debe ser batido hasta que los materiales queden completamente disueltos.



Figura 51 Preparación de mezcla para inyección en muro

Procedimiento: las inyecciones se realizan por medio de presión; previamente se introduce agua para limpiar la zona, y finalmente se inyecta la mezcla.



Figura 52 Inyección en muros de adobe

- **Cocido con llaves de madera:** estas se las utiliza en las zonas más vulnerables de las edificaciones, es decir las esquinas. Este tipo de llaves ayuda a trabar de mejor manera la unión de dos muros, haciendo que no aparezcan grietas, hay en tipo L, T y doble T. los materiales que se utiliza son: Madera (Eucalipto) con las medidas que se requiera, Malla de enlucido, varilla enroscada para unir las piezas e impermeabilizante.

Procedimiento: se une las piezas de madera de la medida que sea requerido, se recubre todo el cuerpo de la llave con la malla de enlucido, luego con ayuda de una brocha cubrir toda la llave con impermeabilizante y finalmente colocarla en la esquina del muro.



Figura 53 Elaboración y colocación de una llave de madera

- **Cosido de muros con mampostería:** este procedimiento se realiza cuando una o varias piezas de adobe están en mal estado y se las va a reemplazar; es un procedimiento sencillo en el cual se prepara la zona donde se pondrá la nueva mampostería, sean de adobe o ladrillo, cuidando que no quede espacios vacíos uniéndolo con mortero. finalmente se cubre con el material de enlucido.



Figura 54 Cosido de un muro de adobe

6.3.3 TRATAMIENTO PARA MADERA EN EDIFICACIONES PATRIMONIALES

La madera nueva al igual que la que va a ser reutilizada, necesita tener un tratamiento para preservarla. Esto consiste en dejar sumergido el elemento de madera en una mezcla de Kimicide DZ y diésel un tiempo pertinente de 24 horas antes de ser incorporado a la estructura.



Figura 55 Tratamiento a elementos de madera

6.4 ESPECIFICACIÓN DE LOS TÉRMINOS CONTRACTUALES

Es decir el conocimiento mutuo entre el contratista y el fiscalizador de temas como el monto del contrato, las fechas de inicio y final de la rehabilitación y cláusulas siguientes:

- **Antecedentes:** Es la parte inicial donde se explica las razones por las cuales se va a rehabilitar determinado inmueble e indicando las resoluciones por medio de las cuales es factible llevarlas a cabo.
- **Documentos del contrato:** Son documentos que forman parte integrante del contrato y que dan toda la información referente y necesaria del inmueble.
- **Interpretación y definición de términos:** Es el sentido y el contexto en el cual se debe interpretar el contrato.
- **Objeto del contrato:** en esta cláusula se expone el tipo de trabajo que se realizara en el inmueble y abarca el objetivo, alcance, propuesta e información que el IMP entregara al contratista.
- **Otras obligaciones del contratista:** por medio de esta cláusula se compromete al contratista a cumplir con ciertas actividades como son, el cumplimiento al pie de la letra de las especificaciones técnicas solicitadas, el facilitar la documentación que sea necesaria al personal de la entidad contratante para tener un pleno conocimiento técnico de la ejecución de la obra, utilizar materiales de la mejor calidad, poner letreros y señalización en la obra y entre otros.
- **Obligaciones de la entidad contratante:** estas son las establecidas en las condiciones particulares del pliego que son parte del contrato, las establecidas en las cláusulas del contrato y sus anexos; además de dar trámite y contestación a los tramites y problemas que se presentan en la ejecución del contrato en resumen proporcionar al contratista la ayuda necesaria para agilizar el desempeño entre con la entidad contratante.
- **Precio del contrato:** es el monto que recibirá el contratista por los trabajos especificados en los pliegos y el contrato, que constituirán la única compensación por todos sus costos, inclusive cualquier

impuesto, derecho o tasa que tuviese que pagar, excepto el impuesto al Valor Agregado que será añadido al precio del contrato.

- **Forma de pago:** la entidad contratante entregara al contratista, en calidad de anticipo el cincuenta (50%) del valor del contrato, y el 100% del valor de la obra, se pagará mediante presentación y aprobación de planilla/s mensuales de avance de obra, por parte de la Fiscalización del contrato designado para el efecto. De cada planilla se descontará la amortización del anticipo y cualquier otro cargo, legalmente establecido al contratista.
- **Garantías:** hay tres tipos de garantía que el contratista rinde: *Garantía de fiel cumplimiento, Garantía del buen uso del anticipo, renovación de la garantía.* La misma que se devolverá cuando este haya sido devengado en su totalidad.
- **Plazo:** es el plazo en días en el cual se debe terminar la totalidad de los trabajos contratados, los cuales son contados a partir de la fecha de notificación que el anticipo se encuentra disponible.
- **Prorrogas de plazo:** se otorga la prórroga de plazo total o los plazos parciales siempre y cuando el Contratista así lo solicitare, por escrito, justificando los fundamentos de la solicitud, dentro del plazo de Quince (15) días siguientes a la fecha de producido el hecho que motiva la solicitud, hasta Diez (10) días antes de la terminación del plazo contractual.
- **Multas:** si por alguna razón de negligencia del contratista no entregará la obra o ya sea el caso lo haga y se presentes inconvenientes, las multas van desde el uno por mil (1x1000) hasta el dos por mil (2x1000) del valor del contrato.
- **Reajuste de precios:** esta es una herramienta que sirve cuando se producen variaciones en los costos de los componentes de los precios unitarios estipulados en el contrato. Los cuales se reajustaran, para efectos del pago de las planillas de ejecución de obra, desde la fecha de variación, mediante la aplicación de fórmulas matemáticas que se establece una vez se adjudique el contrato.

- **Subcontratación:** el contratista podrá subcontratar determinados trabajos, previa autorización de la entidad contratante, y será el único responsable por los actos u omisiones de sus subcontratistas y de las personas directas o indirectamente empleadas por ellos
- **Contratos complementarios, diferencia en cantidades de obra u órdenes de trabajo:** por causas justificadas, las partes podrán firmar contratos complementarios o convenir en la ejecución de trabajos originados en diferencias en cantidades de obra u órdenes de trabajo. Las causas por las cuales se podría establecer un contrato complementario son: *en caso de que fuera necesario ampliar, modificar o complementar una obra o servicio determinado por causas imprevistas o técnicas, debidamente motivadas, por creación de rubros nuevos o por diferencia de cantidades de obra.*
- **Recepción provisional y definitiva de las obras:** este acto se realiza por problemas que pudiese presentar la obra después de culminada las actividades de reconstrucción. Si es este el caso el fiscalizador comunicara al contratista tales observaciones a fin de que sean subsanadas, concediéndole un plazo razonable para realizar dichos correctivos.
- **Responsabilidad del contratista:** el contratista responderá por los vicios ocultos que constituyen el objeto del contrato.
- **Mantenimiento de la obra:** el mantenimiento rutinario y vigilancia de la obra, entre la recepción provisional y la definitiva, estará a cargo del contratista, para lo cual deberá proporcionar el personal y las instalaciones adecuadas.
- **Tributos, retenciones y gastos:** la entidad contratante efectuara al contratista las retenciones del impuesto a la renta e impuesto al valor agregado, al efecto procederá conforme la legislación tributaria vigente, también podrá retener el valor de los descuentos que el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social ordenare y que corresponda a mora patronal. Los gastos como pago de los gastos

notariales, copias certificadas del contrato corren por cuenta del contratista.

- **Administración del contrato:** en esta cláusula se designa a una persona como administrador del contrato, quien deberá atenerse a las condiciones generales y específicas de los pliegos que formen parte del mismo.
- **Terminación del contrato:** existen varias razones para dar por terminado el contrato, *terminación por mutuo acuerdo* cuando por circunstancias imprevistas, técnicas o económicas, o causas de fuerza mayor o caso fortuito, no fuere posible o conveniente para los intereses de las partes, ejecutar parcial o totalmente el contrato. *Terminación unilateral del contrato* cuando una de las dos partes denuncie el incumplimiento de lo establecido podrá dar por terminado siguiendo el procedimiento pertinente.
- **Liquidación final del contrato:** en todos los casos de terminación del contrato, se procederá a su liquidación económico-contable, se dejara constancia de lo ejecutado; se determinara los valores que haya recibido el contratista, los que queden por entregarse o los que deban ser deducidos o deba devolver, por cualquier concepto. Esta liquidación será parte del acta de recepción definitiva.
- **Solución de controversias:** siendo el caso en que existan tales controversias respecto a la ejecución, desarrollo, terminación o liquidación del cumplimiento de las obligaciones contractuales, las partes procurarán resolverlas directamente o de común acuerdo, en un término máximo de diez (10) días a partir de la presentación de la notificación de controversia.
- **Conocimiento de la legislación:** el contratista declara conocer y expresar su sometimiento a la LOSNCP (Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública), su reglamento general, resoluciones emitidas por el INCOP-SERCOP y más disposiciones pertinentes vigentes en el Ecuador.

- **Comunicación entre las partes:** todas las comunicaciones entre las partes serán formuladas por escrito y en idioma castellano, entre el fiscalizador y el contratista también se realizarán por escrito, y dejando una copia en el libro de obra.
- **Domicilio:** en esta cláusula se señala un lugar específico donde la obra se lleva a cabo, en este caso San Francisco de Quito, Distrito Metropolitano. Además de direcciones y teléfonos de las entidades contratante y contratista.
- **Aceptación de las partes:** la cláusula final donde las entidades, contratante y contratista aceptan todo lo convenido en el contrato y se someten a sus estipulaciones.
- **Documentos a entregar:** se debe entregar además del libro de obra, una memoria técnica que conste toda la documentación del inmueble, planos as-built, memoria fotográfica, solución de problemas encontrados en el transcurso de la obra, etc. A pesar de que esta no es una cláusula que sea parte del contrato, se propone en este trabajo de investigación el considerar añadirla, para de esta manera tener respaldos que garantice en posibles futuras adecuaciones del inmueble saber qué tipo de daños fueron remediados y la manera como fueron llevados a cabo.

6.5 ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN DEL INMUEBLE

Se debe tener la mayoría de documentos que sea posible del inmueble, de esta manera será más clara la situación del mismo.

Los documentos podrían ser:

- Planos estructurales del inmueble
- Planos arquitectónicos del inmueble
- Memoria del inmueble
- Lineamientos de intervención
- Cantidades de obra
- Especificaciones técnicas
- Informes de ensayos realizados

6.6 DURANTE LA INTERVENCIÓN

6.6.1 INSPECCIONES

Estas se las realizan periódicamente, puede ser para comprobar el correcto avance de la obra, la utilización de los materiales previstos, para resolver dudas del contratista, etc.

Estas inspecciones pueden ser o no previamente programadas, el fiscalizador hará las respectivas visitas cuando crea necesario. Y si amerita resolver alguna duda o problema surgido en la rehabilitación del inmueble. Se fijara fecha y hora para que tanto el fiscalizador como el contratista con su personal estén presentes, de esta manera se podrá dar explicación de la manera de proceder y la técnica a utilizar para dar una correcta solución.

Se recomienda que después revisado el libro de obra y siendo el caso, no se ha cumplido con el cronograma de actividades semanales en algún o varios puntos. Se otorgue de parte de la fiscalización un plazo prudencial en el cual se las pueda realizar con la finalidad de no afectar el tiempo que se le dedicara a las actividades que les prosiguen a estas.

6.6.2 MEDICIONES

Es preciso que el fiscalizador establezca un parámetro para medir los avances de la obra y los rubros que este conforman, esto debe realizarse partiendo de la metodología de rubro, por ejemplo las inyecciones en muro se debe cuantificar de tal manera que se sepa cuantas unidades previamente establecidas fueron utilizadas.

En el caso que el fiscalizador no esté presente en la obra mientras se emplea los diversos materiales y se realizan las actividades, se solicita que se haga un registro fotográfico donde se pueda notar los materiales ocupados, el proceso de construcción y siendo el caso, la solución que se le dio a algún problema encontrado.

Para cuantificar de una manera transparente el material que se va utilizando, se va llevando un registro o documento por escrito con las unidades totales que se tiene en stock en la obra, los cuales cada vez que se va ocupando uno de ellos, se va reportando y firmando en el documento indicado anteriormente, donde es aconsejable hacer una reseña corta de donde se lo utilizo, en que cantidad, la fecha y alguna nota si se presentó alguna novedad.

6.6.3 PLAZOS

Toda rehabilitación como se vio anteriormente consta de una fecha de inicio al igual que la de finalización de la obra, para lo cual el fiscalizador debe tomar en cuenta los avances programados para cada semana. Hay que cuidar que se vaya distribuyendo la programación de manera que tenga cierta holgura y pueda terminar en la fecha prevista.

En caso de anticiparse que la obra requerirá más tiempo de lo estipulado en el contrato se debe solicitar una prórroga pero siempre que esta esté acompañada de un informe con las razones por las cuales se requiere y avalando que se incorporaron nuevas actividades o rubros a la obra.

6.6.4 PLANILLAS

La entrega de las planillas por parte del contratista se hace una vez al finalizar cada mes, para lo cual tiene 5 días para ser entregadas; una vez que el fiscalizador tiene en su poder la planilla tiene 15 días para revisar y aceptarla o rechazarla y mandar a realizar las correcciones pertinentes según sea el caso.

Con respecto a las planillas del IESS del personal que labora en obra, el procedimiento está sujeto a dos inspecciones en el IMP, Instituto Metropolitano del Patrimonio, la primera por la fiscalización, la planilla de rubros mensuales que recibe el fiscalizador debe estar adjunto el listado de los trabajadores y el pago realizado al seguro de cada uno de ellos; al ser un requisito si no se adjunta este listado no se procede a pagar la planilla.

El segundo control es realizado por la coordinadora de seguridad industrial, la cual tiene la obligación de revisar que el listado que adjunto el contratista a la planilla sea verídica, esto lo realiza yendo a la obra y verificando uno por uno las veces que sean necesarias; además del control periódico con el portal del IESS con el cual se revisa el estado de los afiliados al igual que del empleador.

6.6.5 CONTROL DE LABORATORIO

A medida que se van empleando diferentes materiales en la obra, es necesario comprobar que efectivamente tienen ciertas propiedades que se requiere. De esta manera el fiscalizador solicita al contratista, que se realice los ensayos necesarios.

Estos ensayos deben realizarse en laboratorios certificados, como los son:

- Laboratorio de la Universidad Politécnica Nacional
- Laboratorio de la Universidad Católica
- Laboratorio de la Universidad Central del Ecuador
- Laboratorio del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural

Los ensayos que se usa son los siguientes:

En Morteros

- **Composición de materiales:** se lo usa para tener la certeza de que materiales está compuesto el material que se encuentra inicialmente y conocer las supuestas afectaciones que puede tener.
- **Existencia de sales solubles o insolubles:** se lo usa cuando es visible la erosión en algún mortero existente en la edificación.

En Hormigón:

- **Compresión simple:** se lo usa para tener la certeza da la capacidad máxima que tiene el hormigón sometido a compresión.

- **Retracción:** se lo usa para saber el tipo de deformaciones diferidas que tendrá el hormigón.

Lechadas y materiales de inyección:

- **Compresión:** se lo usa para conocer la capacidad a compresión que tendrá la lechada una vez que se lo haya inyectado.
- **Retracción:** al ser un material que “rellenara” las fisuras existentes, requiere que tenga una retracción mínima. Por el cual como se vio anteriormente en la lechada se usa un material que se expanda una vez inyectado. El ensayo se lo usa para saber que la retracción será mínima y la indicada en la especificación técnica.

En madera

- **Contenido de humedad:** se usa para saber si la humedad que tienen ciertos elementos es la óptima para ser utilizados. Además que el rubro usualmente pide que tenga una determinada la cual se la comprueba por medio del ensayo.
- **Tipo de madera:** se usa para tener la certeza del tipo de madera que se ha encontrado en una obra. De esta manera se sabe cómo tratarlo y que tipo de resistencia tiene.
- **Verificación de estado de la madera:** este ensayo es organoléptico, sin bien es cierto no hace falta realizarlo en un laboratorio. Es muy fácil de realizar e importante al dejarnos saber cuan afectado por xilófagos está el elemento.
- **Compresión y tracción perpendicular y paralelas a la fibra:** este ensayo no sé lo usa muy comúnmente para evaluar la madera existente en edificaciones Patrimoniales, pero se considera que debería realizarse en elementos afectados para tener certeza de la capacidad que tienen los mismos.

6.6.6 PERSONAL EN LA OBRA

Se debe tener registrado en el libro de obra el número total de personal que se tiene semana a semana, entre residente, maestro mayor, albañiles, peones, carpinteros, carpinteros de ribera, etc. Esto nos sirve para notar el rendimiento en la obra dependiendo si disminuye o aumenta el personal.

Los listados del personal deben estar listos para cualquier tipo de control ya sea por la fiscalización o por la coordinación de seguridad industrial. Se debe cuidar que entre el personal no haya menores de edad o personas extranjeras sin cédula de identidad o algún tipo de credencial que habilite su trabajo en el país.

Siendo el caso que se encuentre uno de estas situaciones, estas personas deben ser separadas inmediatamente de las actividades que estén realizando en la obra.

6.6.7 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN FISCALIZACIÓN DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES

Después de realizar la investigación sobre la fiscalización de edificaciones patrimoniales, se puede llegar a la conclusión que debido a la importancia que estos inmuebles tienen en la ciudad de Quito se podría proponer ciertos parámetros que darían más seguridad a las estructuras.

A continuación se enumeran varios puntos que valdría la pena tomar en cuenta en las diferentes etapas de la rehabilitación de un inmueble:

- **Estudio estructural previo a la intervención:** se debe realizar ensayo a los materiales existentes para tener un diagnóstico de cuál es el estado inicial de los elementos que los conforman y cuanto están aportando a la estructura; para realizarse estos ensayos sería preciso se empiece a utilizar los indicados en el capítulo tres de esta investigación. Si bien es cierto no se descalifica los ensayos que se

usan comúnmente en obra, pero cabe señalar que los métodos actuales afectaran lo menos posible a la arquitectura y sobretodo los resultados serán mucho más precisos.

- **Levantamiento topográfico y elaboración de planos:** para todo el transcurso de rehabilitación del inmueble es fundamental tener el levantamiento del mismo, de esta manera se tiene claro conocimiento de la geometría que lo conforma. Al plasmarlo por medio del software o programas de modelamiento de información de la construcción BIM, se hace más manejable teniendo planos en planta, perfil, corte y mejor aún si se modela en tres dimensiones; es por eso que se recomienda que este sea un parámetro obligatorio, incluso por el hecho de tener progresivamente en formato digital el levantamiento y la geometría de las edificaciones patrimoniales de Quito.

- **Modelamiento de la estructura:** después de tener la geometría de la estructura, es preciso modelarla en un software de análisis y diseño estructural, es muy común y recomendable utilizar SAP o ETABS; este se realiza por medio de elemento Shell.

A continuación se ingresan las propiedades de los materiales, estos se obtienen por medio de los ensayos practicados a los elementos, tales como: densidad y módulo de elasticidad.

Para el **ingreso de cargas** se toma el comportamiento de la estructura bajo dos tipos de sollicitaciones **verticales** en las cuales son considerados el peso propio de la estructura y la carga viva, que será asigna dependiendo del uso que tiene o tendrá el inmueble, y **horizontales** contemplando el sismo.

Posteriormente se determina el espectro sísmico, para lo cual el software requiere la curva espectral de diseño, por medio de este genera un archivo de pares entre aceleración espectral vs periodo. Se deben evaluar los parámetros sísmicos de acuerdo a la localización, las propiedades del suelo, y las características de la estructura. (Varela & David, 2013)

- **Análisis de resultados:** con los datos finalmente obtenidos por medio del software, podemos tener una idea de las condiciones estructurales en las cuales se encuentra el inmueble, a partir de esto se debe realizar los reforzamientos en muros ya sea por medio de inyecciones de mortero, implementación de llaves de madera, o cualquier otro procedimiento como puede ser el cambio de algún elemento estructural según sea el caso.
- **Análisis estructural final:** una vez realizado los reforzamientos que necesitaba la estructura, se debe practicar nuevamente ensayos para verificar el estado actual de los elementos, en los casos que sea aplicable y con los resultados de estos se practicará un nuevo modelamiento para comprobar que el comportamiento de la estructura es el indicado y satisfactorio.
- **Documentación:** se deberá entregar los resultados impresos por algún laboratorio certificado de los ensayos tanto iniciales como finales y la memoria técnica con la modelación donde se indique cuantificadamente los resultados.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- Todos los barrios de la ciudad de Quito tienen importante número de edificaciones patrimoniales, pero en especial el barrio La Loma que consta de 359 inmuebles de este tipo, esto ha reflejado el último inventario realizado en el año 2014.
- Las patologías que se encuentran en campo a pesar de que cada edificación es diferente presentan similitudes como es el ataque de xilófagos en las vigas de madera, el deterioro de las cabezas de muro, la pérdida de resistencia de los muros del inmueble.
- Es fundamental el empleo de ensayos en los elementos de la edificación patrimonial, ya sea para determinar la resistencia que tiene al momento que se va a empezar a realizar la rehabilitación del inmueble; y cuando siendo el caso se requiera reutilizar después de haber empleado la técnica precisa, se debe comprobar que el mismo posee la nueva resistencia que se deseaba.
- La madera es un material muy noble que a pesar de que por medio de una simple inspección visual, pueda asemejar que está en mal estado y que hay que reemplazar el elemento, es usual que este aun este aportando a la estructura y no sea necesario realizar un cambio.
- El apego de las cláusulas del contrato hacen que la obra sea llevada con determinado orden y teniendo claro las obligaciones de los dos lados tanto la entidad contratante como el contratista.

- La fiscalización es la encargada de comprobar que todo lo que el contratista señala, es veras. Esto por medio de diferentes métodos que se vieron anteriormente y dependiendo de cuál sea el parámetro que se está verificando.
- Los resultados de los ensayos son de gran importancia, al ser un aval para justificar las decisiones que se toma con respecto a la rehabilitación de la obra.
- A pesar de que Quito está construido sobre rellenos y tipos de suelos bastante diversos, no se da la importancia que amerita la cimentación de edificaciones patrimoniales.
- La fiscalización es la parte que en toman las decisiones y soluciones para cualquier inconveniente que presente la rehabilitación. Se torna más fácil el trabajar cuando entre fiscalización y contratista hay una buena relación en la cual se discuta las dudas y se tenga una mutua solución.
- Durante los procesos de rehabilitación, se toma registro de todos los pasos que se realizó, materiales que se usaron, y el resultado, esto se realiza por medio de fotografías, detalles, planos o gráficos los cuales deben estar bosquejados en el libro de obra.
- Las personas que trabajan en la rehabilitación patrimonial, tienen el conocimiento de estos procedimientos ya sea por sus años de experiencia o por estudios realizados en el tema, son personas bastante hábiles y con un conocimiento amplio en el tema. Aun al no ser una actividad del todo común.
- Después de revisar varios métodos de rehabilitación para una edificación Patrimonial se puede concluir que vale la pena utilizar el que sea necesario en medida que no se afecte de ninguna manera la

morfología de la estructura, se debe salvaguardar en todo lo que sea posible las características que le dan el título de “Patrimonial” al inmueble, y más aún la vida de quienes habitan estas edificaciones.

7.2 RECOMENDACIONES

- Es preciso que para la intervención de una edificación patrimonial se seleccione al personal adecuado, los mismos que deben tener conocimientos del proceso constructivo que se usaba para los elementos y material que lo conforman.
- Es necesario realizar en la madera los ensayos pertinentes para conocer el estado del elemento antes de realizar un cambio innecesario del elemento.
- Al momento de sustituir elementos de un edificación Patrimonial, se debe cuidar que en la medida de lo posible se utilice los mismos métodos constructivos de la época y los mismos materiales. Si por cuestiones de fabricación ya no se elaboran en la actualidad, se debe buscar alternativas con las cuales no se altere la morfología de la misma
- Se recomienda que en caso de que el fiscalizador encuentre errores en la planilla presentada por el contratista, le dé un plazo corto de unos cinco días para que la presente corregida; de esta manera se evitará que esos errores se los vaya llevando a las siguientes planillas y sobretodo mantener un cierto orden.
- De los ensayos que se hayan realizado, se debe archivar los documentos de los resultados, y más en caso de ser reutilizado algún elemento. Esto para justificar el uso de cada uno de estos y que tipo de resistencia tiene y el estado en que se encuentra.
- Al momento de cuantificar los volúmenes de avance de obra, es preciso que el fiscalizador haga una demostración de cómo es la manera de medir los diferentes rubros, si hay alguna incongruencia de debe llegar

a un acuerdo con el contratista, y de esta manera no perjudicar a ninguna de las dos partes.

- Se recomienda que para un mejor registro de la obra realizada, se haga una memoria técnica donde conste de registro fotográfico, planos “as built”, informes de laboratorio y documentación pertinente a la obra. Esto ayudará a futuro para tener información detallada del método utilizado en la rehabilitación y la manera como se solucionó los problemas que se pudieron presentar

7.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Acuña, Basterra, Casado, M., López, G., Ramón-Cueto, G., Relea, E., . . . González, A. (2011). Aplicación del resistógrafo a la obtención de la densidad y la diferenciación de especies de madera. *Universidad de Valladolid*.
- Álvarez, L., Basterra, A., Sanz, M. C., & Rello, L. A. (2007). Aplicación del resistógrafo al diagnóstico de elementos singulares en estructura de madera. *Jornadas de Investigación en Construcción*.
- Arregui, E. (2010). *Empresa de Desarrollo Urbano de Quito*. Obtenido de El programa de rehabilitación del centro histórico de Quito:
<http://www.flacsoandes.edu.ec/biblio/catalog/resGet.php?resId=21174>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2005). *Manual para la Rehabilitación de Viviendas Construidas en Adobe y Tapia pisada*.
- Blondet, M., Villa, G., & Loaiza., C. (2003). Viviendas sismorresistentes de tierra: Una visión a futuro.
- Bonett. (2003). Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de Edificios. Aplicación a Entornos Urbanos en Zonas de Amenaza Alta y Moderada.
- Cabrera, T., & Plaza, R. (2014). Propuesta de rehabilitación estructural constructiva para la vivienda de la familia Plaza Aveldaño. *Monografía previa a la obtención del Título en Ingeniería Civil*.
- Campamà, M. B., Sánchez, A., Gómez, J., & Amaral, J. L. (2013). *Proyecto de rehabilitación y cambio de uso de viviendas partiendo de un proyecto básico en Camarasa*. Catalunya: Universidad politécnica de Catalunya.
- Carrion, F., Cifuentes, C., & Pino, I. (s.f.). Centro histórico de Quito: problemática y perspectivas. En F. Carrion, C. Cifuentes, & I. Pino. Quito: 1990.
- Carrión, J. (2016). Análisis de vulnerabilidad sísmica de la iglesia “Nuestra Señora de la Merced”, ubicada en el centro histórico de la ciudad de Quito. *Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*.
- Casado, M., Basterra, L., Acuña, L., & Pinazo, O. (2005). Técnicas de ensayo no destructivas en madera estructural mediante extracción de tornillos. Aplicación en viguetas de forjado de un edificio singular. *CIDEMCO*.
- Consejo metropolitano de Quito. (2008). *Ordenanza 260*. Quito.
- Crespo, A. O. (2004). *Reforzamiento Estructural En Las Edificaciones Patrimoniales*. Quito.

- De La Torre, O., Lopez, R., Salazar, A., & Roldan., J. (2004). Evaluación estructural y comportamiento de las reparaciones efectuadas a edificaciones históricas. *Revista de Ingeniería Sísmica*.
- Feio, A., Lourenco, P., & Machado, J. (2008). *Structural Analysis of Historic Constructions*.
- FONSAL. (2003). Reforzamiento Estructural en las Edificaciones Patrimoniales. En *Memoria Taller*.
- Genna, F., Pascua, M. D., & Veroli., M. (1998). Numerical analysis of old masonry buildings: a comparison among constitutive models. *Engineering Structures*.
- Guerrero, L. F. (2007). Arquitectura en tierra-Hacia la recuperación de una cultura constructiva. *Apuntes vol.20*.
- Idrovo, D., Jara, D., & Torres, G. (2012). *Formulación de un Plan de Conservación Preventiva para los Bienes Edificados aplicado al Seminario San Luis y Calle Santa Ana*. Cuenca.
- Ilharco, Guedes, Arede, Pauperio, & Costa. (2008). Structural Analysis of Historic Constructions. Analysis and diagnosis of timber structures in Porto historical centre. Gran Bretaña, eds. Modena, Lourenço & Roca.
- IMP. (2015). *Informes de Barrios de Quito*. Quito.
- L.Palaia. (2014). Empleo del penetrómetro para madera para el diagnóstico de la madera en servicio en edificios antiguos. *Universidad Politécnica de Valencia, España*.
- Lombillo, I., Villegas, L., Silio, D., Hoppe, C., & GTED-UC. (2007). Evaluación no destructiva del patrimonio construido. *Congreso NAcional Universidad de Coimbra*.
- Loor, J. M. (16 de Abril de 2015). *Inventario Patrimonial*. Obtenido de IMP: <http://www.patrimonio.quito.gob.ec/index.php/multimedia/galerias/25-galerias/180-cdc-san-diego>
- Maldonado, I. B., Gonzales, G. I., Arriaga, F., & Herrero, M. (2009). Técnicas no destructivas en la inspección de estructuras de madera I: El penetrómetro. *Tecnología*.
- Mallardo, V., Malvezzi, R., Milani, E., & Milani., G. (2008). *Seismic vulnerability of historical masonry buildings: A case study in Ferrara*. *Engineering Structures*.
- Moehle. (2000). State of research on seismic retrofit of concrete building structures in the US.
- Mondragón, F. P., & Lourenço, P. (2012). Criterios para el refuerzo antisísmico de estructuras. *Revista de Ingeniería Sísmica No. 87* 47-66.
- Peñaranda, L. (2011). Manual para la conservación del patrimonio arquitectónico habitacional de Sucre. *Conservando Nuestro Patrimonio*, 44-67.

- Proaño., Torres, Olarte, J., Zavala, C., Aguilar, Z., Scaletti, H., & Rodriguez, M. (2003). Vulnerabilidad sísmica de la Catedral del Cusco. *XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Iquitos*.
- Repapis, Vintzileou, & Zeris. (2006). *Evaluation of the seismic performance of existing RC buildings: I Suggested methodology*.
- Rodríguez, M. A., Monteagudo, I., Saroza, B., Nolasco, P., & Castro, Y. (2011). Aproximación a la patología presentada en las construcciones de tierra. Algunas recomendaciones de intervención. *Informes de la Construcción*.
- Rubio, A. (2014). Proceso de fiscalización de obras contratadas mediante el sistema de licitación según la ley orgánica del sistema nacional de contratación pública, y su incidencia en la calidad de la construcción del bloque administrativo. 20-25.
- Sánchez, M. I. (2013). Vulnerabilidad sísmica de construcciones patrimoniales históricas de mampostería en Chile: aplicación a los torreones españoles de Valdivia.
- Trujillo, A. (2006). Conceptos Generales de Fiscalizador. *Conceptos*.
- Varela, E., & David, I. (2013). Evaluación y diagnóstico patológico de la casa cural de la iglesia Santo Toribio de Mogrovejo de Cartagena de Indias. *Universidad de Cartagena facultad de ingeniería programa de ingeniería civil Cartagena D.T y C*.
- Velastegui, L., & Frias, A. (2012). *Manual de fiscalización y control de obra del edificio inteligente de la cemento Chimborazo*.
- Yajamin-Valencia. (2008). *Análisis del reforzamiento estructural de una edificación de tipo Patrimonial aplicación del estudio en la residencia Ibarra-Camacho construida en 1930*. QUITO: 2008.
- Yamin, L., Rodriguez, A., Fonseca, L., Reyes, J., & Phillips, C. (2003). Comportamiento sísmico y alternativas de rehabilitación de edificaciones en adobe y tapia pisada con base en modelos a escala reducida ensayados en mesa vibratoria. *Revista de Ingeniería Universidad de Los Andes*.
- Yeomans. (2008). *Structural Analysis of Historic Constructions. Repair to historic timber Changing attitudes and knowledge*. Gran Bretaña, eds. Modena, Lourenço & Roca.
- Zavala, C., Vasquez, L., Salinas, R., Proaño, R., & Huaco., G. (2003). Experiencias recientes de evaluación estructural de edificaciones históricas. *XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Iquitos*.