



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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

**TEMA: MANUAL TÉCNICO DE FISCALIZACIÓN PARA
EDIFICACIONES DE 1 A 3 PISOS DE HORMIGÓN ARMADO
SISMORESISTENTES DESTINADAS A USO RESIDENCIAL**

AUTOR: PILATAXI LEMA ENRIQUE DARÍO

DIRECTOR: ING. ROBALINO BEDÓN IVETH CAROLINA

SANGOLQUÍ

2016



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

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación “**MANUAL TÉCNICO DE FISCALIZACIÓN PARA EDIFICACIONES DE 1 A 3 PISOS SISMORESISTENTES DESTINADAS A USO RESIDENCIAL**”, realizado por el señor **PILATAXI LEMA ENRIQUE DARÍO**, ha sido revisado en su totalidad, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **PILATAXI LEMA ENRIQUE DARÍO** para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 18 de enero del 2016

ING. CAROLINA ROBALINO BEDÓN

DOCENTE DIRECTORA DE PROYECTO DE TITULACIÓN



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

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **ENRIQUE DARÍO PILATAXI LEMA**, con cédula de identidad N° 1719007260, declaro que este trabajo de titulación **“MANUAL TÉCNICO DE FISCALIZACIÓN PARA EDIFICACIONES DE 1 A 3 PISOS DE HORMIGÓN ARMADO SISMORESISTENTES DESTINADAS A USO RESIDENCIAL”** 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, 18 de enero del 2016



ENRIQUE DARÍO PILATAXI LEMA
CC.1719007260



AUTORIZACIÓN

Yo, **ENRIQUE DARÍO PILATAXI LEMA**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“MANUAL TÉCNICO DE FISCALIZACIÓN PARA EDIFICACIONES DE 1 A 3 PISOS DE HORMIGÓN ARMADO SISMORESISTENTES DESTINADAS A USO RESIDENCIAL”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangoquí, 18 de enero del 2016



ENRIQUE DARÍO PILATAXI LEMA
CC.1719007260

DEDICATORIA

A mis padres por el apoyo incondicional brindado durante el transcurso de toda mi vida y sin el cual no hubiera logrado la consecución de ninguno de los objetivos planteados por mi parte.

ENRIQUE DARÍO PILATAXI LEMA

AGRADECIMIENTO

A DIOS por otorgarme los dones y bendiciones necesarias para alcanzar mis objetivos.

A mis padres ya que gracias a su inspiración y constante apoyo y valores he aprendido a culminar mis metas con ética responsabilidad y de la manera correcta.

A mi tutora la Ingeniera Carolina Robalino por darme las directrices necesarias para el desarrollo de este proyecto.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Civil que dedican más de las horas de un programa académico a orientar la vocación de los estudiantes más allá de un aspecto técnico.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” por brindarme la oportunidad de pertenecer a la comunidad de profesionales que dejan en alto su nombre donde ofrecen su trabajo.

ENRIQUE DARÍO PILATAXI LEMA

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	ix

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes.....	1
1.3. Alcance.....	3
1.4. Objetivos.....	3
1.5. Justificación e importancia del problema a resolver	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	8
2.1. Definiciones y alcance de la fiscalización	8
2.2. Objetivos de la fiscalización.....	8
2.3. El libro de obra	10
2.4. LOSNCP y la fiscalización de obras	10

CAPÍTULO III**ANÁLISIS NORMATIVAS VIGENTES EN EL PAÍS 15****Especificaciones técnicas mínimas según el NEC-SE-VIVIENDA 15**

- 3.1. Configuraciones sismoresistentes requisitos de diseño 15
- 3.2. Configuración estructural..... 17
- 3.3. Cimentaciones.....25
- 3.4. Normativa para elementos no estructurales30
- 3.5. Control de calidad en obra.....34

CAPÍTULO IV**PATOLOGÍA EN EDIFICACIONES SEGÚN ESTUDIO MUNICIPIO DE****RUMIÑAHUI 54**

- 4.1. Antecedentes.....54
- 4.2. Determinación de población y muestra54
- 4.3. Principales parámetros a encuestar56
- 4.4. Elaboración de encuestas56
- 4.5. Visita de campo58
- 4.6. Principales patologías encontradas.....58

CAPÍTULO V**VISITA DE CAMPO A EDIFICACIONES EN CONSTRUCCIÓN 65**

- 5.1. Construcciones analizadas.....65
- 5.2. Métodos más comunes de control de obra en
el ámbito estructural.67
- 5.3. Métodos más comunes de control de obra en
el ámbito no estructural.72
- 5.4. Falencias encontradas en el control de obra76

CAPÍTULO VI**ENCUESTAS A FISCALIZADORES 86**

- 6.1. Determinación de población y muestra86
- 6.2. Principales parámetros a encuestar87

6.3. Elaboración de encuestas	88
6.4. Conteo y totales.....	90
6.5. Conclusiones	100

CAPÍTULO VII

EVALUACIÓN DE RESULTADOS ESTUDIO DE PATOLOGÍAS	103
7.1. Diseño de la tabla de conteo	103
7.2. Conteo y totales.....	104
7.3. Análisis de los resultados de la encuesta mediante diagrama de Pareto	105
7.4. Localización geográfica de patologías encontradas	109
7.5. Conclusiones	110

CAPÍTULO VIII

MANUAL TÉCNICO DE FISCALIZACIÓN PARA EDIFICACIONES DE 1 A 3 PISOS DE HORMIGÓN ARMADO SISMORESISTENTES DESTINADAS A USO RESIDENCIAL	112
8.1. Generalidades	112
8.2. Especificaciones técnicas mínimas según NEC-SE-VIVIENDA	114
8.3. Tablas Recopilatorias	159
8.4. Hojas tipo para control de actividades en obra.....	162
8.5. Medidas preventivas a patologías comunes en obra.....	175
CONCLUSIONES	189
De la residencia en 4 proyectos de construcción	189
Del estudio de patologías.....	189
De las encuestas a fiscalizadores	190
RECOMENDACIONES.....	192
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	193

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Número de permisos de construcción en el país censo 2012....	2
Tabla 2	Unidades y áreas con licencia de construcción los chillos.....	6
Tabla 3	Viviendas particulares y colectivas los chillos.....	6
Tabla 4	Responsabilidades del Fiscalizador en las leyes.	13
Tabla 5	Sistemas estructurales de viviendas resistentes a cargas sísmicas.....	15
Tabla 6	Irregularidades en Planta.....	19
Tabla 7	Irregularidades en elevación	20
Tabla 8	Requerimientos de juntas de construcción en edificaciones. .	22
Tabla 9	Requerimientos de juntas en unidades habitacionales.	23
Tabla 10	Aprobación de planos modificatorios los Chillos.	24
Tabla 11	Casos que requieren estudio geotécnico.....	26
Tabla 12	Dimensiones y refuerzo mínimo en vigas de cimentación.	28
Tabla 13	Requisitos mínimos para zapatas aisladas.....	29
Tabla 14	Recomendaciones para elementos no estructurales.	31
Tabla 15	Requisitos Físicos del Cemento Portland.....	35
Tabla 16	Requisitos de gradación del árido fino.....	36
Tabla 17	Límites de las sustancias perjudiciales para el agregado fino.	36
Tabla 18	Límites de las sustancias perjudiciales para el agregado grueso.....	37
Tabla 19	Características físicas de las varillas con resaltes para hormigón armado.....	39
Tabla 20	Recubrimiento de acero de refuerzo.....	40
Tabla 21	Tipos de ladrillos cerámicos.	40
Tabla 22	Requisitos de resistencia y absorción de la humedad en ladrillos.	41
Tabla 23	Tipos de bloques huecos de hormigón y sus usos.....	42
Tabla 24	Ensayos preliminares de los agregados para el Hormigón....	43

Tabla 25 Ensayos obligatorios al hormigón.....	43
Tabla 26 Ensayos aplicables a los materiales de construcción.	45
Tabla 27 Medición y Mezclado del concreto.....	46
Tabla 28 Tolerancias de asentamiento cuando se permite adición de agua en obra.....	48
Tabla 29 Tolerancias de asentamiento	49
Tabla 30 Período mínimo de tiempo para desencofrar elementos verticales.	51
Tabla 31 Periodo mínimo de tiempo para desencofrar elementos horizontales.....	51
Tabla 32 Irregularidades en Superficies de Hormigón.	52
Tabla 33 Diámetros mínimos y máximos de varilla de refuerzo.	53
Tabla 34 Distribución normal estándar.....	55
Tabla 35 Información para obtención de la muestra	56
Tabla 36 Estadístico de Problemas de humedad por ubicación en viviendas.....	60
Tabla 37 Estadístico de Problemas de grietas por tipo en viviendas. ..	61
Tabla 38 Estadístico de Problemas de discontinuidad en viviendas. ...	63
Tabla 39 Problemas de elementos de conducción expuestos en viviendas.....	64
Tabla 40 Distribución normal estándar.....	86
Tabla 41 Información para obtención de la muestra	87
Tabla 42 Análisis de la Pregunta 1.	90
Tabla 43 Análisis de la Pregunta 2.	90
Tabla 44 Análisis de la Pregunta 3.	91
Tabla 45 Análisis de la Pregunta 4.	92
Tabla 46 Análisis de la Pregunta 5.	92
Tabla 47 Análisis de la Pregunta 6.	93
Tabla 48 Análisis de la Pregunta 7.	93
Tabla 49 Análisis de la Pregunta 8.	94
Tabla 50 Análisis de la Pregunta 9.	95
Tabla 51 Análisis de la Pregunta 10.	95

Tabla 52 Análisis de la Pregunta 11.	96
Tabla 53 Análisis de la Pregunta 12.	96
Tabla 54 Análisis de la Pregunta 13.	97
Tabla 55 Análisis de la Pregunta 14.	97
Tabla 56 Análisis de la Pregunta 15.	98
Tabla 57 Análisis de la Pregunta 16.	98
Tabla 58 Análisis de la Pregunta 17.	99
Tabla 59 Análisis de la Pregunta 18.	99
Tabla 60 Estructura del Cuestionario.	104
Tabla 61 Resultados de las preguntas (a).	104
Tabla 62 Resultados de las Preguntas (b).	105
Tabla 63 Tabla para Diagrama de Pareto Respuestas NO (Realizadas al Propietario de la Vivienda).	106
Tabla 64 Tabla para Diagrama de Pareto Respuestas SI (Respondidas mediante inspección en la visita)	106
Tabla 65 Problemas para diseñar medidas correctivas.	110
Tabla 66 Problemas para diseñar medidas correctivas.	111
Tabla 67 Irregularidades en Planta.	116
Tabla 68 Irregularidades en elevación.	116
Tabla 69 Requerimientos de juntas de construcción en edificaciones.	119
Tabla 70 Requerimientos de juntas de construcción en unidades habitationales.	119
Tabla 71 Aprobación de planos arquitectónicos modificatorios los chillos.	121
Tabla 72 Capacidad de carga de Suelo.	124
Tabla 73 Casos que requieren estudio geotécnico.	124
Tabla 74 Dimensiones y refuerzo mínimo en vigas de cimentación. ..	126
Tabla 75 Requisitos mínimos para zapatas aisladas.	128
Tabla 76 Recomendaciones para elementos no estructurales más comunes.	130
Tabla 77 Requisitos Físicos del Cemento Portland Tipo I.	134

Tabla 78 Requisitos de gradación del árido fino.....	135
Tabla 79 Sustancias perjudiciales para el agregado fino para el hormigón.	135
Tabla 80 Sustancias perjudiciales para el agregado grueso para el hormigón.	137
Tabla 81 Características físicas de las varillas con resaltes para hormigón armado.....	140
Tabla 82 Recubrimiento del acero de refuerzo.....	141
Tabla 83 Tipos de ladrillos cerámicos.	141
Tabla 84 Requisitos de resistencia y absorción de la humedad en ladrillos.	142
Tabla 85 Dimensiones comunes de Ladrillos en cm.	142
Tabla 86 Criterios de aceptación rechazo ladrillos.....	143
Tabla 87 Tipos de bloques huecos de hormigón y sus usos.....	144
Tabla 88 Dimensiones Bloques	144
Tabla 89 Criterios de aceptación rechazo bloques.....	145
Tabla 90 Ensayos preliminares de los agregados para el Hormigón..	146
Tabla 91 Ensayos obligatorios al hormigón.....	146
Tabla 92 Ensayos aplicables a los materiales de construcción.	148
Tabla 93 Rangos aceptables de indicadores en mezclas de hormigón.	149
Tabla 94 Medición y Mezclado del concreto.....	149
Tabla 95 Tolerancias de asentamiento cuando se permite adición de agua en obra.....	152
Tabla 96 Tolerancias de asentamiento.	152
Tabla 97 Límites de Uniformidad del Hormigón.....	154
Tabla 98 Período mínimo de tiempo para desencofrar elementos verticales.	156
Tabla 99 Período mínimo de tiempo para desencofrar elementos horizontales.....	156
Tabla 100 Irregularidades en Superficies de Hormigón.	157
Tabla 101 Diámetros mínimos y máximos de varilla de refuerzo.	158

Tabla 102 Resumen Configuración estructural NEC-SE-VIVIENDA. ...	159
Tabla 103 Resumen Configuración estructural NEC-SE-HM.....	159
Tabla 104 Espesores mínimos de vigas y losas en una dirección.	159
Tabla 105 Resumen Secciones y armados NEC-SE-VIVIENDA.	160
Tabla 106 Cartillas de controles para obras de hormigón armado	162
Tabla 107 Patologías comunes en estructuras.	175

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Permisos de construcción 2008-2012.	2
Figura 2. Zonas sísmicas para propósitos de desempeño y valor z.	4
Figura 3. Planeamiento regular de edificaciones.....	17
Figura 4. Relación de Aspecto, Largo/Ancho en edificaciones	18
Figura 5. Localización de Aberturas Puertas y Ventanas.	18
Figura 6. Disposición de aberturas en un muro.....	21
Figura 7. Sistema reticular de vigas de cimentación en sistema de muros portantes.....	28
Figura 8. Sismo de Chile 2010 Cielos falsos	31
Figura 9 Desprendimiento de tabiques Sismo Chile 2010	31
Figura 10. Pórtico de ejemplo para el cálculo de holgura en vidrios. ...	33
Figura 11. Resistencia del hormigón versus relación agua cemento. ..	47
Figura 12. Ubicación de Juntas de Construcción y desencofrado.....	50
Figura 13. Ganchos para refuerzo transversal.....	53
Figura 14. Formato de encuesta.....	57
Figura 15. Problemas de humedad en losas de viviendas visitadas.....	59
Figura 16. Problemas de humedad en paredes de viviendas visitadas por tubería de mala calidad.....	59
Figura 17. Problemas de humedad en paredes de viviendas visitadas.	59
Figura 18. Grietas horizontales en paredes en una vivienda.....	60
Figura 19. Grietas verticales en paredes en una vivienda.	61
Figura 20 Grietas diagonales en paredes en una vivienda.	61

Figura 21. Ejes de columnas desfasados en edificaciones visitadas...	62
Figura 22. Discontinuidad en columnas en edificaciones visitadas. ...	62
Figura 23. Elementos de conducción expuestos.....	63
Figura 24. Elementos de conducción expuestos.....	64
Figura 25. Elementos de conducción expuestos.....	64
Figura 26. Ubicación de las viviendas Proyecto 1.	65
Figura 27. Vista del proyecto 2.	66
Figura 28. Vista del Proyecto 3.....	66
Figura 29. Vista del proyecto 4.	67
Figura 30. Fundición de cimentaciones Proyecto 2.....	67
Figura 31. Fundición de columnas.....	69
Figura 32. Vigas fundidas en el Proyecto 1.....	70
Figura 33. Fundición de Losas.....	71
Figura 34. Colocación de Mampostería Proyecto 2.	72
Figura 35. Impermeabilización y arriostamiento de mampostería proyecto 2.....	73
Figura 36. Proceso de enlucido con máquina proyectora.....	74
Figura 37. Proceso de estucado Proyecto 4.....	75
Figura 38. Columna corta Proyecto 1.....	77
Figura 39. Columna corta Proyecto 1.....	77
Figura 40. Discontinuidad nudos en una estructura.	78
Figura 41. Varillas expuestas en gradas.....	79
Figura 42. Cambio de sección en columnas de una estructura.....	79
Figura 43. Mala colocación de acero en una losa y viga.....	80
Figura 44. Inexistencia de recubrimientos en una grada.	81
Figura 45. Vigas atravesadas por tuberías en proyectos.....	82
Figura 46. Inexistencia de juntas sísmicas entre estructuras.....	83
Figura 47. Inadecuada sujeción y colocación de acero en un proyecto.....	83
Figura 48. Colocación de ventanales Proyecto 1.....	84
Figura 49. Replanteo Proyecto 2.	85
Figura 50. Formato de encuesta a Fiscalizadores.	89

Figura 51. Respuestas a la pregunta 1.....	90
Figura 52. Respuestas a la Pregunta 2.	91
Figura 53. Respuestas a la pregunta 3.....	91
Figura 54. Respuestas a la pregunta 4.....	92
Figura 55. Respuestas a la pregunta 5.....	92
Figura 56. Respuestas a la pregunta 6.....	93
Figura 57. Respuestas a la pregunta 7.....	94
Figura 58. Respuestas a la pregunta 8.....	94
Figura 59. Respuestas a la pregunta 9.....	95
Figura 60. Respuestas a la pregunta 10.....	95
Figura 61. Respuestas a la pregunta 11.....	96
Figura 62. Respuestas a la pregunta 12.....	96
Figura 63. Respuestas a la pregunta 13.....	97
Figura 64. Respuestas a la pregunta 14.....	97
Figura 65. Respuestas a la pregunta 15.....	98
Figura 66. Respuestas a la pregunta 16.....	98
Figura 67. Respuestas a la pregunta 17.....	99
Figura 68. Respuestas a la pregunta 18.....	100
Figura 69. Estructura del Cuestionario.	103
Figura 70. Respuestas a las preguntas realizadas al propietario.....	107
Figura 71. Respuestas a las preguntas mediante inspección.	107
Figura 72. Diagrama de Pareto Deficiencias Técnicas.	108
Figura 73. Diagrama de Pareto Patologías.	108
Figura 74. Ubicación Geográfica de patologías encontradas.	109
Figura 75. Planeamiento regular de edificaciones.....	114
Figura 76. Relación de Aspecto, Largo/Ancho en edificaciones	115
Figura 77. Localización de Aberturas Puertas y Ventanas.....	115
Figura 78. Disposición de aberturas en un muro.....	118
Figura 79. Planos Modificatorios- Ampliatorios vs Viviendas	121
Figura 80. Sistema reticular de vigas de cimentación en sistema de muros portantes.....	126
Figura 81. Viga Corrida de cimentación sobre zócalo de hormigón	

Ciclópeo.....	127
Figura 82. Sismo de Chile 2010 Cielos falsos	129
Figura 83 Desprendimiento de tabiques Sismo Chile 2010.....	130
Figura 84. Pórtico de ejemplo para el cálculo de holgura en vidrios. .	132
Figura 85. Almacenaje adecuado del Cemento.	134
Figura 86. Resistencia del hormigón versus relación agua cemento. 	151
Figura 87.Ubicación de Juntas de Construcción y desencofrado.....	155
Figura 88. Ganchos para refuerzo transversal.	158
Figura 89. Confinamiento en traslape de varillas de refuerzo	
 longitudinal.....	160
Figura 91. Separación de estribos vigas.	161
Figura 90. Separación de estribos Columnas.	161
Figura 92. Problemas de humedad en paredes de viviendas	183
Figura 93. Lámina de impermeabilización	184
Figura 94. Colocación de impermeabilización en cimientos.....	184
Figura 95. Drenaje perimetral.....	184
Figura 96. Fisuras en una vivienda.	185
Figura 97. Grietas por inexistencia de junta en una vivienda.	186
Figura 98. Columnas discontinuas en una vivienda.	187
Figura 99. Problemas de columna corta en una vivienda.	187
Figura 100. Estructura con columna corta.	188

RESUMEN

En el presente proyecto se realiza la elaboración de un Manual de Fiscalización para Edificaciones de uno a tres pisos que posean características sismoresistentes creado a partir de un estudio de patologías en el cantón Rumiñahui en el cual se detalla mediante fotografías y hojas de control los problemas presentes en estructuras habitadas en ese momento debido a malas prácticas durante su construcción; la visita y residencia en obra de cuatro proyectos de construcción residenciales ubicados en Rumiñahui y Quito además de la elaboración de encuestas a profesionales que prestan servicios de fiscalización en la construcción de estructuras; el manual cuenta con las consideraciones respecto a procesos constructivos y especificaciones de la norma ecuatoriana NEC-SE-VIVIENDA para edificaciones de 1 a 2 pisos y luces hasta 5 metros así como de la norma NEC-SE-HM para estructuras de mayores dimensiones, haciendo hincapié en apéndice normativo 1 referente a control de la norma antes mencionada así como de las normas INEN para ensayos al hormigón y a los materiales empleados en obra; el manual incluye tablas recopilatorias de las normas aplicables en cuanto a dimensiones de los elementos estructurales, cuantías de armado, acero de refuerzo, ensayo de materiales de construcción, ensayos al hormigón y tablas de verificación en cada una de las etapas de construcción que detallan cada una de las actividades a realizar en obra para ser empleadas por cualquier profesional o técnico que requiera controlar de forma precisa y ágil los procesos de la obra de construcción que le compete.

PALABRAS CLAVES

- **FISCALIZACIÓN DE CONSTRUCCIONES**
- **CONTROL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS**
- **EDIFICACIÓN DE BAJA ALTURA**
- **HORMIGÓN ARMADO**
- **PATOLOGÍA**

ABSTRACT

The project is the development of a Control Manual for Buildings of one to three floors that have seismic resistant features created from a pathologies study in Rumiñahui. Pictures and Control sheets show the problems in residential structures used at the time of study because of poor practices at construction time; visit and work residence in four residential construction projects located in Quito and Rumiñahui. Additionally the development of surveys to professionals providing audit services in building structures; This manual have considerations about construction processes and specifications of the Ecuadorian norm NEC-SE-VIVIENDA for buildings of 1-2 floors and lights to 5 meters, the NEC-SE-HM norm for larger structures emphasizing normative Appendix 1 concerning the building control and the standard INEN norms for testing the concrete and the materials used in construction. Manual includes compilation of the rules applicable in dimensions of structural elements, amounts reinforced, reinforcing steel, construction materials testing, concrete testing and checklist tables for the multiple stages of construction detailing on each one the activities to be performed on site to be used by any professional or technician that requires a quick precise control of processes in the construction who is responsible.

KEYWORDS

- **CONSTRUCTION AUDIT**
- **CONSTRUCTION PROCESS CONTROL**
- **LOW HEIGHT**
- **REINFORCED CONCRETE**
- **PATHOLOGY**

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

Al recurrir a una de las normas INEN para la verificación de adecuados procesos de ejecución y control de diversas actividades, podemos encontrar la siguiente definición de fiscalizador: “Profesional de la construcción a quien el usuario puede delegar alguna de las funciones de control técnico y quien debe contar con la debida capacitación” (NTE-INEN 1855-1, 2001).

Claramente, las normativas ecuatorianas vigentes hasta el desarrollo de la presente investigación hacen hincapié en la preparación y experiencia del profesional destinado a la fiscalización. Acorde con esto, el fiscalizador desempeña un papel importante en la consecución de una obra civil en este caso, de él depende en gran medida el cumplimiento de especificaciones las cuales llevan a la obtención de los parámetros a los cuales se espera llegar con el diseño; la realidad de nuestro país es muy diversa, pero no es ajeno para nadie el hecho de que en un gran porcentaje de construcciones el control es deficiente por no decir inexistente, lo cual incurre en una serie de problemas tanto para el constructor como para el dueño de la obra.

1.2. Antecedentes

Según el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos INEC Durante el quinquenio 2008-2012 destaca lo siguiente:

La provincia de Pichincha, dentro de la Región Sierra, demuestra ser la de mayor dinamia en lo que tiene que ver con la solicitud de permisos destinados a la construcción de soluciones de vivienda. El 38 por ciento de los permisos otorgados se encuentra en esta región. (Encuesta anual de edificaciones INEC 2008-2012).

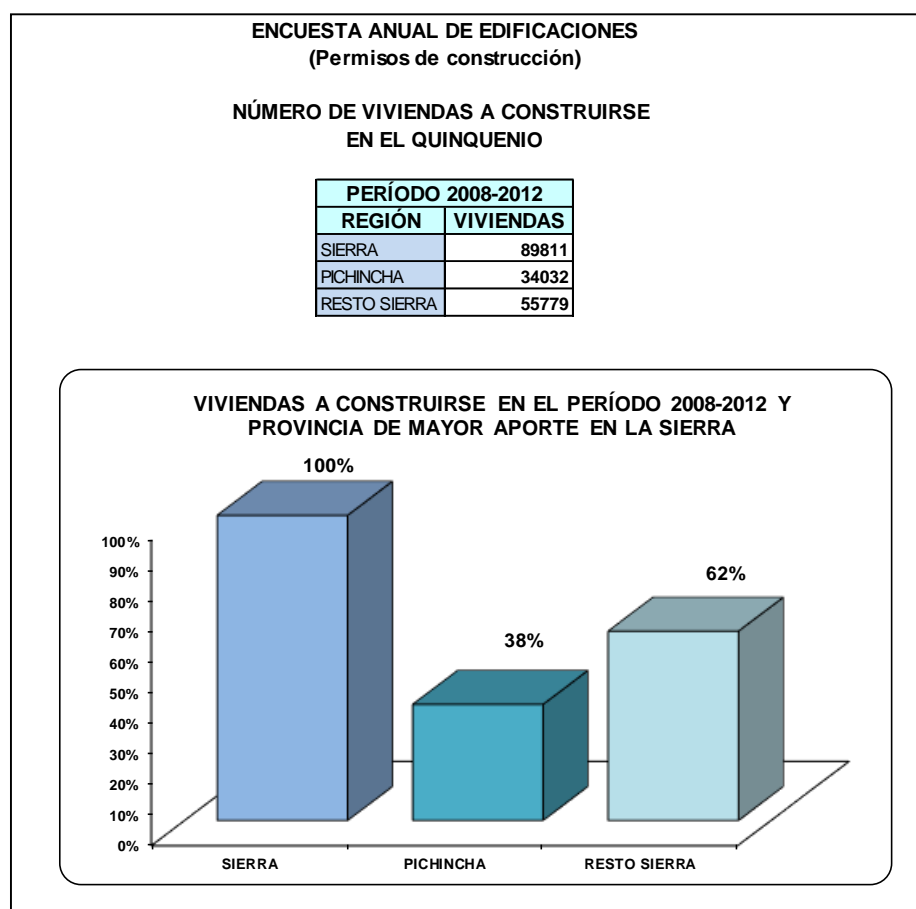


Figura 1. Permisos de construcción 2008-2012.

Fuente: (INEC, 2012)

Alrededor de 89,811 permisos de edificación fueron obtenidos en el período antes mencionado únicamente en la región sierra del país. En el año 2012, de todos los permisos de construcción otorgados en el país que llegan a un total de 36,617; 26,303 corresponden a residencias para una familia equivalentes al 69,48%; en otras palabras, la cantidad de edificaciones de baja altura es mucho mayor que las de gran altura.

**Tabla 1
Número de permisos de construcción en el país censo 2012.**

PROVINCIAS Y PROPÓSITO DE LA CONSTRUCCIÓN	TOTAL DE PERMISOS	DISTRIBUCIÓN DE LOS PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN DE:								SUPERFICIE TOTAL DEL TERRENO EN M2
		MENOS DE 100 M2	100 A 200 M2	200 A 300 M2	300 A 400 M2	400 A 500 M2	500 A 600 M2	600 A 700 M2	700 Y MÁS	
TOTAL REPÚBLICA	36.617	9.009	9.538	6.807	3.355	1.735	997	792	4.384	18.812.430
TOTAL										

Continúa →

RESIDENCIA PARA UNA FAMILIA	26.303	7.456	8.001	4.932	2.237	1.018	548	426	1.685	7.430.854
RESIDENCIA PARA DOS FAMILIAS	3.332	499	706	816	417	230	157	111	396	1.355.732
RESIDENCIA PARA TRES O MÁS FAMILIAS	3.034	185	230	458	296	216	144	131	1.374	4.331.771

Fuente: (INEC, 2012)

1.3. Alcance

El presente Proyecto trae como objeto la creación de un Manual Técnico destinado a la Fiscalización y control de edificaciones de 1 a 3 pisos, se espera que sea una guía tanto para profesionales, estudiantes y profesores para la aplicación de un adecuado control en obra en materia técnica.

Se parte de la experiencia adquirida por profesionales del sector, de un estudio de patologías realizado en el municipio de Rumiñahui y de una residencia corta en obras de tipología antes descrita para constatar los diversos problemas que se encuentran en edificaciones debidos al mal control en obra.

Se incluyen las consideraciones necesarias en materia, responsabilidades y procedimientos a llevar a cabo. El manual contendrá varios capítulos que incluyen información necesaria en materia de fiscalización y control de obra para una adecuada ejecución de la misma; La aplicación de este manual será tanto para el sector público como el privado.

1.4. Objetivos

Objetivo general del proyecto

Unificar los conocimiento técnicos, de fiscalizadores y de las normativas de construcción vigentes en el país, aplicadas al ámbito de fiscalización y control en la edificación de estructuras mediante la creación de un manual de uso práctico destinado a profesionales que requieran prestar servicios así como de cualquier técnico que requiera controlar la construcción de una vivienda, negocio y/o proyecto pequeño y no cuente con los servicios de un fiscalizador.

Objetivos específicos

- Recopilación y análisis de la bibliografía referente a aspectos técnicos en la fiscalización así como de construcción de edificaciones residenciales.
- Análisis de las Normativas Ecuatorianas referentes a Construcción y destinado al diseño y construcción de edificaciones de baja altura sismo-resistentes NEC-SE-VIVIENDA y del apéndice normativo 1 del NEC-SE-HM
- Realización de un estudio de patologías en el municipio de Rumiñahui.
- Recopilación y unificación de experiencias y datos sugeridos por fiscalizadores que se encuentran prestando sus servicios en la actualidad mediante residencia corta en obras de construcción y elaboración de encuestas a los mismos.
- Elaboración concreta del Manual de Fiscalización para edificaciones de 1 a 3 pisos sismo resistentes con experiencia en el Cantón Rumiñahui.

1.5. Justificación e importancia del problema a resolver

El Ecuador se encuentra en una zona de actividad sísmica al ser atravesado por el cinturón de fuego del pacifico y más específicamente por la cordillera de los andes.

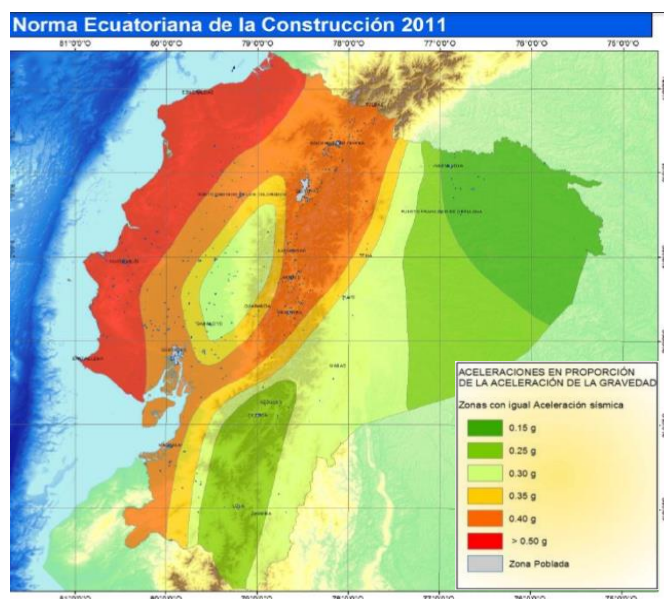


Figura 2. Zonas sísmicas para propósitos de desempeño y valor z.

Fuente: (NEC-SE-VIVIENDA, 2015)

El NEC actualiza los parámetros de aceleración de la gravedad para el país determinando así el nivel de peligrosidad sísmica. Es evidente para todos que tomando como referencia a Guayaquil y Quito, estas ciudades se asientan sobre zonas de alto peligro sísmico, por tanto es necesario llevar a cabo un eficiente control en todos los niveles de ejecución de obra así como de diseño.

El artículo 80 de la Ley orgánica del sistema nacional de contratación Pública dice lo siguiente: “Responsable de la administración del contrato.- El supervisor y el fiscalizador del contrato son responsables de tomar todas las medidas necesarias para su adecuada ejecución, con estricto cumplimiento de sus cláusulas, programas, cronogramas, plazos y costos previstos” (LOSNCP, 2013).

En la actualidad, el manejo de fiscalización por parte de los profesionales de la construcción se lleva a cabo acorde con la experiencia de los mismos adquirida a través de los años, la misma no se convierte en una normativa general, en este caso es necesario un manual que sirva de guía para el desarrollo de las actividades de Fiscalización.

En el caso específico del municipio de Quito, en la actualidad, el formulario 5 denominado “*Solicitud de Licencia de Construcción de Edificaciones*”, especifica claramente en su sección de requisitos técnicos que las memorias de cálculo únicamente son requisito en edificaciones mayores a 3 pisos, esto indica que el control en edificaciones de menor altura es menor.

En el municipio de Rumiñahui, de igual manera se piden memorias únicamente a edificaciones mayores a 3 pisos, en ninguno de los formularios relacionados con permisos de construcción se encuentra tipificada la necesidad de un fiscalizador en la construcción de este tipo de estructuras.

Quito es una ciudad limitada por el lado Oeste por el Pichincha y por el lado Este por un sistema de fallas ciegas que se hallan aproximadamente a 300m sobre el valle interandino (Valles de Tumbaco y de los Chillos).

Las fallas que rodean a la capital son motivo de gran preocupación por que pueden generarse sismos impulsivos con alto poder destructivo, en el año de 1859 se presentó uno de los sismos que más daño ha provocado en Quito, este sismo, asociado a subducción provocó gran destrucción en casas de 1 piso construidas sin técnica. (Aguiar, 2013)

Aún en la actualidad se construye sin el adecuado control, la cantidad considerable de estructuras de 1 a 3 pisos en comparación con las de gran altitud es mucho mayor, aun en la actualidad existen zonas como la parroquia de Alangasí perteneciente al municipio de Quito, en las cuales no se lleva a cabo un adecuado control, se construye sin planos estructurales únicamente bajo la supervisión de un Maestro Mayor.

Tabla 2
Unidades y áreas con licencia de construcción los chillos.

Descripción (código)	TOTAL	AÑO				
		2013	2012	2011	2010	2009
Licencias de Construcción	2.181	221	326	336	289	258
Construcción Total (área bruta) m2.	1.585.4	141.2	217.4	238.16	215.94	169.40
	94,79	78,48	24,67	7,73	3,37	7,22
Área útil total m2.	1.434.8	116.9	191.9	219.27	196.38	155.95
	88,70	39,62	28,36	0,33	4,20	8,81
Viviendas				1	1	1.
	9.796	784	1.475	.434	.192	140
Vivienda <65 m2						
	863	25	390	66	189	39
Vivienda >65 <120 m2						
	5.417	432	669	856	524	710
Vivienda >120 m2						
	3.516	327	416	512	479	391

Fuente: (Sistema de Gestión y Control Territorial, STHV-MDMQ, 2013)

Acorde con las estadísticas llevadas por el Municipio de Quito por ejemplo en el año 2010 que es el tomado como partida para el desarrollo de esta investigación, los permisos otorgados a vivienda fueron 1192 en la administración zonal del Valle de los Chillos. Cifras del INEC tomadas por el mismo municipio detallan la cantidad de construcciones en proceso de edificación ese mismo año en la misma administración Zonal.

Tabla 3
Viviendas particulares y colectivas los chillos.

PARROQUIAS	TOTAL	TOTAL	CONDICIÓN DE OCUPACIÓN				
			OCUPADAS CON PERSONAS PRESENTES	OCUPADAS	CON PERSONAS AUSENTES	DESOCUPADAS	EN CONSTRUCCIÓN
ADMINISTRACIÓN LOS CHILLOS	55.826	47.734	44.515	167.903	3.219	5.181	2.820

Continúa →

AMAGUAÑA	10.084	8.612	8.107	31.495	505	955	507
CONOCOTO	27.713	23.761	22.399	82.857	1.362	2.504	1.396

GUANGOPOLO	976	834	769	3.059	65	92	50
ALANGASÍ	8.012	6.934	6.448	24.207	486	660	401
LA MERCED	2.898	2.417	2.189	8.374	228	340	136
PINTAG	6.143	5.176	4.603	17.911	573	630	330

Fuente: (INEC, 2010).

Podemos apreciar que la cantidad de edificaciones en construcción en ese año es de 2820, comparados con los 1192 permisos de construcción otorgados existe una diferencia de 1618 construcciones las cuales están distribuidas entre las personas que estaban construyendo con permisos anteriores y las construcciones Informales.

Resulta importante ya que no se vuelve indispensable por parte del municipio la presencia de un fiscalizador en obra y adicional a esto, la existencia de un manual que pueda ser usado por personas que no han recibido una instrucción técnica adecuada en cuanto a diseño y construcción de estructuras para evitar inconvenientes en el futuro y sobre todo para preservar la integridad de las personas destinadas al uso de la estructura.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Definiciones y alcance de la fiscalización

La ley habla claramente sobre la fiscalización de obras. Según el Reglamento de Determinación de Etapas del Proceso de Ejecución de Obras de Prestación de Servicios Públicos el “Responsable de la Administración del Contrato.- El supervisor y el fiscalizador del contrato son responsables de tomar todas las medidas necesarias para su adecuada ejecución, con estricto cumplimiento de sus cláusulas, programas, cronogramas, plazos y costos previstos.” (CONTRALORIA GENERAL DEL ESTADO, 1991)

En el Modelo de pliegos de contratación de obras podemos encontrar del fiscalizador lo siguiente:

El/la fiscalizador/a del contrato será la persona con quien el CONTRATISTA, deberá canalizar y coordinar todas y cada una de las obligaciones contractuales convenidas, así como a los integrantes de la Comisión para la recepción parcial, provisional, y definitiva del contrato, de conformidad a lo establecido en la LOSNCP. (Modelo de los pliegos de los procedimientos de contratación de obras, 2014).

El Fiscalizador será el encargado de velar por el cabal y oportuno cumplimiento de las normas legales y de todas y cada una de las obligaciones y compromisos contractuales asumidos por parte de la CONTRATISTA, adoptará las acciones que sean necesarias para evitar retrasos injustificados y establecerá las multas y sanciones a que hubiere lugar, particular del que informará al administrador del contrato a fin de que, de aprobarse le sean aplicadas al Contratista. El fiscalizador deberá atenerse a las condiciones generales y particulares de los pliegos que forman parte del contrato y presentará los informes que le requiera el administrador del contrato o las autoridades respectivas.

2.2. Objetivos de la fiscalización

- Certificar el fiel cumplimiento de especificaciones incluidas en los contratos celebrados, de tal manera que se lleve a cabo la adecuada consecución de la obra a construir.
- Realizar la oportuna verificación de los diseños propuestos así como de las especificaciones; en el caso de encontrar errores en los mismos sugerir las debidas correcciones de una manera ágil.
- Garantizar que todos los trabajos se lleven a cabo adecuada y eficientemente.
- Certificar que el personal sea calificado y trabaje de manera eficiente.
- Certificar que el equipo usado en la obra se encuentre en estado óptimo y trabaje de manera eficiente.
- Llevar un registro adecuado y permanente referente a personal, materiales, equipo, condiciones climáticas, etc.
- Mantener a los dueños y/o ejecutivos de la entidad contratante al tanto de los avances de obra mediante la realización de informes que contengan al menos el análisis del estado del proyecto en ejecución, atendiendo a los aspectos económicos, financieros y de avance de obra.
- Revisión y actualización de los cronogramas presentados por el contratista, así como verificación de que las actividades se encuentren llevando a cabo en los tiempos señalados.
- Sugerir en obra medidas correctivas en cuanto a aspectos técnicos como dosificación, mezclado, e incluso metodología constructiva al constructor en caso de ser necesario.
- Medir las cantidades de obra ejecutadas y con ellas elaborar, verificar y certificar la exactitud de las planillas de pago, incluyendo la aplicación de las fórmulas de reajuste de precios;
- Examinar cuidadosamente los materiales a emplear y controlar su buena calidad y la de los rubros de trabajo, a través de ensayos de laboratorio que deberá ejecutarse directamente o bajo la supervisión de su personal;
- Cálculo de cantidades de obra y determinación de volúmenes acumulados;
- Llevar informes específicos de todos los ensayos llevados a cabo que incluyen ya sea de materiales, hormigones, suelos, etc.
- Verificar constantemente que la obra se encuentre con el equipo mínimo requerido estipulado en el contrato así como del personal calificado.
- En el caso de personal deficiente, recomendar el reemplazo del mismo.
- Supervisar el adecuado control de medidas de seguridad en el desarrollo de procesos y en el personal.

- Todos los puntos expuestos anteriormente que incluyan relación entre constructor y fiscalizador se deben anotar en el libro de obra con su firma respectiva; en el caso de requerimientos especiales, se debe redactar un oficio al contratista.
- Verificar que el contratista se encuentre al día con los permisos respectivos así como de especificaciones, diseños, etc.
- Participación como observador en las recepciones provisional y definitiva informando sobre la calidad y cantidad de los trabajos ejecutados, la legalidad y exactitud de los pagos realizados;
- Expedir certificados de aceptabilidad de equipos, materiales y obras o parte de ellas. (CONTRALORIA GENERAL DEL ESTADO, 1991)

Uno de los ítems indispensables a manejar por parte del constructor y/o ejecutor del proyecto es el libro de obra, como sabemos en él se maneja la información detallada de actividades, personal, maquinaria, materiales etc. a diario por tanto su correcto uso es fundamental para un fiscalizador.

2.3. El libro de obra

Art. 13.- Del libro de obra.- El libro de obra es una memoria de la construcción, que debe contener una reseña cronológica descriptiva de la marcha progresiva de los trabajos y sus pormenores, sirve para controlar la ejecución de la obra y para facilitar la supervisión de la misma. (Reglamento de Determinación de Etapas del Proceso de Ejecución de Obras de Prestación de Servicios Público Art. 13)

El responsable de la construcción debe mantener siempre en el sitio del proyecto el libro de obra, este debe ser autorizado por la entidad contratante y pos fiscalización ya que en él se anotan las instrucciones del fiscalizador así como cualquier novedad que se presente en el proyecto, en el libro de obra firman el residente de la obra y el responsable de fiscalización a diario.

2.4. LOSNCP y la fiscalización de obras

Uno de los documentos base en los cuales se indican los diversos sectores en los cuales la fiscalización forma parte o tiene atribución son los pliegos de los diferentes contratos públicos en este caso, en los mismos se

detalla toda esta información, cabe destacar que los pliegos de los diferentes contratos no son exactamente iguales, pero de manera general los puntos importantes serían los siguientes:

2.4.1. Inicio, planificación y control de obra:

Acorde con la sección III “FASE CONTRACTUAL” de los pliegos de contratación encontramos lo siguiente:

El Contratista iniciará los trabajos dentro del plazo establecido en el contrato. Dentro del mismo plazo, el Contratista analizará, conjuntamente con la fiscalización, y de acuerdo con la programación propuesta de la obra, de ser el caso, y por razones no imputables al contratista, reprogramará y actualizará el cronograma valorado de trabajos y el programa de uso de personal y equipo.

Igual actualización se efectuará cada vez que, por una de las causas establecidas en el contrato, se aceptase modificaciones al plazo contractual. Estos documentos servirán para efectuar el control de avance de obra, a efectos de definir el grado de cumplimiento del contratista en la ejecución de los trabajos. (Modelo de los pliegos de los procedimientos de contratación de obras, 2014),

2.4.2. Cumplimiento de especificaciones

Todos los trabajos deben efectuarse en estricto cumplimiento a las disposiciones del contrato y las especificaciones técnicas, y dentro de las medidas y tolerancias establecidas en planos y dibujos. En caso de que el Contratista descubriera discrepancias entre los distintos documentos, deberá indicarlo inmediatamente al fiscalizador, a fin de que establezca cual documento prevalece sobre los demás y su decisión será definitiva. Cualquier obra que se realice antes de la decisión de la fiscalización será de cuenta y riesgo del contratista. En caso de que cualquier dimensión no hubiera sido establecida, si el contratista no pudiera obtenerla directamente de los planos, la solicitará de la fiscalización. La fiscalización puede proporcionar, cuando considere necesario para realizar satisfactoriamente el proyecto, instrucciones, plano y dibujos suplementarios o de detalle. (Modelo de los pliegos de los procedimientos de contratación de obras, 2014).

2.4.3. Ensayos y pruebas:

Los materiales, el equipo que se incorporará en la obra, sus accesorios y demás elementos destinados a la obra, serán sometidos a las pruebas y

ensayos que se hayan indicado en las especificaciones, para verificar sus propiedades y características, de conformidad con los requisitos y tolerancias permisibles, según el uso al cual han sido destinados. Los materiales, equipos, accesorios o elementos que no hayan sido aceptados por la fiscalización, por no cumplir con las condiciones requeridas, deben ser retirados del sitio de la obra y reemplazados a costo del contratista.

Las pruebas del laboratorio pueden ser efectuadas, según el caso, en la obra o en laboratorios del contratista, del fabricante o vendedor del material o de terceros contratados para el efecto **siempre en presencia del fiscalizador**. Los materiales que posean certificados de calidad del INEN o su equivalente, no requieren ser ensayados rutinariamente. Los costos de las pruebas y ensayos de laboratorio que se realicen, serán de cuenta del contratista. La fiscalización de ser necesario realizará oportunamente pruebas especiales y ensayos no previstos en las especificaciones, a costo del contratante. (Modelo de los pliegos de los procedimientos de contratación de obras, 2014) .

2.4.4. Trabajos defectuosos o no autorizados:

Cuando la fiscalización determine que los trabajos realizados o en ejecución fueran defectuosos, ya sea por descuido o negligencia del contratista, por el empleo de materiales de mala calidad o no aprobados, por no ceñirse a los planos o especificaciones correspondientes o a las instrucciones impartidas por la fiscalización; ésta ordenará las correcciones y/o modificaciones a que haya lugar. Podrá ordenar la demolición y reemplazo de tales obras, todo a cuenta y costo del contratista.

Es trabajo no autorizado el realizado por el contratista antes de recibir los planos para dichos trabajos, o el que se ejecuta contrariando las órdenes de la fiscalización; por tal razón, correrán por cuenta del contratista las rectificaciones o reposiciones a que haya lugar y los costos y el tiempo que ello conlleve.

El contratista solamente tendrá derecho a recibir pagos por los trabajos ejecutados de conformidad con los planos y especificaciones y costo más porcentaje, que sean aceptados por la fiscalización. No tendrá derecho a pagos por materiales, equipos, mano de obra, y demás gastos que correspondan a la ejecución de los trabajos defectuosos o no autorizados. Tampoco tendrá derecho al pago por la remoción de los elementos sobrantes.

Todos los trabajos que el contratista deba realizar por concepto de reparación de defectos, hasta la recepción definitiva de las obras, serán efectuados por su cuenta y costo, si la fiscalización comprueba que los defectos se deben al uso de materiales de mala calidad, no observancia de las especificaciones, o negligencia del contratista en el cumplimiento de

cualquier obligación expresa o implícita en el contrato. (Modelo de los pliegos de los procedimientos de contratación de obras, 2014).

2.4.5. Suspensión de trabajos

La fiscalización solicitará al titular de la entidad, disponga la suspensión de una parte o de la totalidad de la obra, en cualquier momento y por el período que considere necesario, en los siguientes casos:

Si las medidas de seguridad adoptadas por el contratista son insuficientes o inadecuadas para proteger la vida de personal o la integridad de las instalaciones o partes ya construidas;

Por desorganización del contratista, negligencias en la conducción de los trabajos y/o empleo de sistemas inadecuados; y,

Cuando el contratista no acate las órdenes impartidas por la fiscalización; si no emplea personal y equipo en la cantidad y de la calidad requeridas, o no utiliza métodos de construcción establecidos, o se niega a despedir a personal inaceptable.

En caso de reiterado incumplimiento, el Contratante podrá dar por terminado unilateralmente el contrato.

Las suspensiones ordenadas por las causas anotadas no darán lugar a pagos adicionales o indemnizaciones al contratista, ni a prórroga de plazo.

El contratista podrá interrumpir las actividades por causas de fuerza mayor o caso fortuito, debidamente comprobadas o por falta de entrega de planos, diseños, terrenos, etc. por parte del contratante. Las interrupciones por estos motivos darán lugar a la ampliación del plazo del contrato, si esto interfiere en la ejecución total del contrato. (Corporación de Estudios y Publicaciones, 2002)

Tabla 4

Responsabilidades del Fiscalizador en las leyes.

<p>El Contratista analizará, conjuntamente con la fiscalización, y de acuerdo con la programación propuesta de la obra, de ser el caso, y por razones no imputables al contratista, reprogramará y actualizará el cronograma valorado de trabajos y el programa de uso de personal y equipo. (Modelo de los pliegos de los procedimientos de contratación de obras, 2014)</p>	<p>El supervisor y el fiscalizador del contrato son responsables de tomar todas las medidas necesarias para su adecuada ejecución, con estricto cumplimiento de sus cláusulas, programas, cronogramas, plazos y costos previstos. Esta responsabilidad es administrativa, civil y penal según corresponda. (LOSNC, 2013)</p>
<p>Todos los trabajos deben efectuarse en estricto cumplimiento a las disposiciones del contrato y las especificaciones técnicas, y dentro de las</p>	<p>Resolver las dudas que surgieran en la interpretación de los planos, especificaciones, detalles</p>

Continúa 

<p>medidas y tolerancias establecidas en planos y dibujos. (Modelo de los pliegos de los procedimientos de contratación de obras, 2014)</p>	<p>constructivos y sobre cualquier asunto técnico relativo al proyecto. (CONTRALORÍA GENERAL DE PANAMÁ, 2013)</p>
<p>Cuando la fiscalización determine que los trabajos realizados o en ejecución fueran defectuosos, ya sea por descuido o negligencia del contratista, por el empleo de materiales de mala calidad o no aprobados, por no ceñirse a los planos o especificaciones correspondientes o a las instrucciones impartidas por la fiscalización; ésta ordenará las correcciones y/o modificaciones a que haya lugar. (Modelo de los pliegos de los procedimientos de contratación de obras, 2014)</p>	<p>Detectar oportunamente errores y/o omisiones de los diseñadores así como imprevisiones técnicas que requieran de acciones correctivas inmediatas que conjuren la situación. Examinar cuidadosamente los materiales a emplear y controlar su buena calidad y la de los rubros de trabajo. (CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO, 1991)</p>
<p>Certificar el fiel cumplimiento de especificaciones incluidas en los contratos celebrados, de tal manera que se lleve a cabo la adecuada consecución de la obra a construir. (CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO, 1991)</p>	<p>El objetivo básico de la fiscalización en materia de obras públicas es corroborar, empleando los medios permitidos, que la entidad bajo examen actué conforme con sus facultades y dentro del marco jurídico pertinente, observando las disposiciones legales, reglamentarias y contractuales, así como las normas técnicas aplicables al tipo de proyecto que desarrolla. (CONTRALORÍA GENERAL DE PANAMÁ, 2013)</p>
<p>Mantener a los dueños y/o ejecutivos de la entidad contratante al tanto de los avances de obra mediante la realización de informes que contengan al menos el análisis del estado del proyecto en ejecución, atendiendo a los aspectos económicos, financieros y de avance de obra. (CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO, 1991)</p>	<p>El fiscal registrará por escrito sus observaciones en el Libro de Obras y comunicará a la Dirección de Infraestructura mediante la elaboración de informes individualizados que deberán ser canalizados y presentados de forma impresa al Departamento de Fiscalización. (Dirección de infraestructura Paraguay, 2012)</p>

CAPÍTULO III ANÁLISIS NORMATIVAS VIGENTES EN EL PAÍS

Especificaciones técnicas mínimas según el NEC-SE-VIVIENDA

Se revisa la norma NEC-SE-VIVIENDA y NEC-SE-HM y respetando el orden en que se presentan las especificaciones se procede a elaborar el siguiente resumen y observaciones:

3.1. Configuraciones sismoresistentes requisitos de diseño

En primera instancia se deberá reconocer el tipo de sistema estructural en el cual se desenvuelve el proyecto, ya sea este conformado por Pórticos resistentes a momento o Muros portantes, y a su vez por cada una de las variaciones de los anteriores, de esto depende el análisis. En el NEC se detallan los tipos de sistema estructural resistentes a sismo.

Tabla 5
Sistemas estructurales de viviendas resistentes a cargas sísmicas.

Sistema estructural	Materiales	Coefficiente de reducción de respuesta estructural, R	Limitación en # de Pisos
Pórticos resistentes a Momento:	Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM con acero laminado en caliente.	3	2
	Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM con armadura electro-soldada de alta resistencia.	2.5	2
	Acero doblado en Frío	1.5	2
Muros Portantes:	Mampostería no reforzada	1	1
	Mampostería reforzada	3	1
	Mampostería confinada	3	2

Fuente: (NEC-SE-VIVIENDA, 2015)

Depende enteramente del sistema estructural seleccionado el procedimiento de diseño ya sea contemplado en otro capítulo de la norma u otras normas que el mismo NEC-SE-VIVIENDA cita los siguientes casos:

3.1.1. Pórticos resistentes a momento

Un pórtico resistente a momento es el cual a través de vigas y columnas, transmite las cargas actuantes sobre la estructura al sistema de cimentación; en el caso de pórticos de Hormigón armado El NEC-SE-VIVIENDA orienta el cálculo de este sistema en la sección 5, si el sistema está constituido por pórticos de acero se diseña en base a la sección 5.2.

3.1.2. Muros portantes de mampostería no reforzada

El NEC-SE-VIVIENDA define a esta como la constituida por bloques de arcilla cocida u hormigón que se encuentran unidos entre sí mediante mortero y que no poseen ningún tipo de refuerzo interno, este tipo de muros no se los considera capaces de resistir cargas sísmicas y sobre todo no incluirlos en el sistema resistente a cargas de esta índole en zonas donde $PGA \geq 0.25$; si se utiliza estos elementos en carácter ornamental, deben arriostrarse adecuadamente.

3.1.3. Muros portantes de mampostería reforzada

A diferencia de los anteriores, estos están constituidos por bloques de hormigón vibrado de perforación vertical que contienen refuerzo ya sea por barras o alambres de acero unidos por mortero, el mismo que se puede colocar en todas las celdas verticales o donde está ubicado el refuerzo, para su diseño se toma como referencia el capítulo NEC-SE-MP.

3.1.4. Muros portantes de mampostería confinada

Este tipo de sistema está constituido por unidades de mampostería reforzadas mediante la construcción de vigas y columnas adosadas al muro confinándolo.

3.2. Configuración estructural

3.2.1. Continuidad vertical

Para que un elemento sea considerado como estructural, debe constituirse a partir de la cimentación, en otras palabras, las columnas y o muros deben partir de la cimentación y tener continuidad en los demás niveles; si un elemento, en este caso va de la losa de entrepiso, debe llegar a la losa de cubierta para considerarlo como estructural en ese piso y sobre todo en el caso de muros, también su dimensión no será menor a la mitad de la dimensión que tenía en el piso inferior.

3.2.2. Regularidad en planta y elevación

Deben evitarse en medida de lo posible las irregularidades geométricas en la estructura, estas usualmente causan un comportamiento deficiente ante la ocurrencia de un sismo, por ello el NEC penaliza a cada una de estas estructuras con coeficientes determinados para el cálculo de cortante basal.

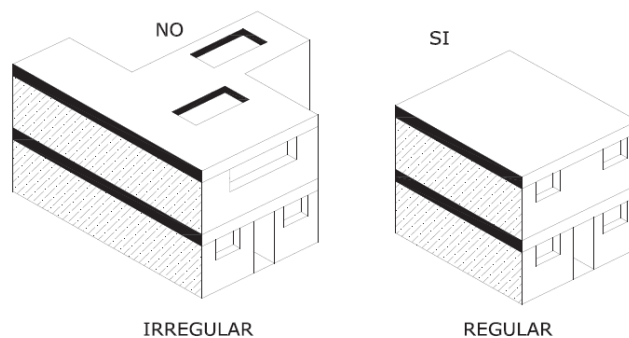


Figura 3. Planeamiento regular de edificaciones.

Fuente: (NEC-SE-VIVIENDA, 2015)



Figura 4. Relación de Aspecto, Largo/Ancho en edificaciones

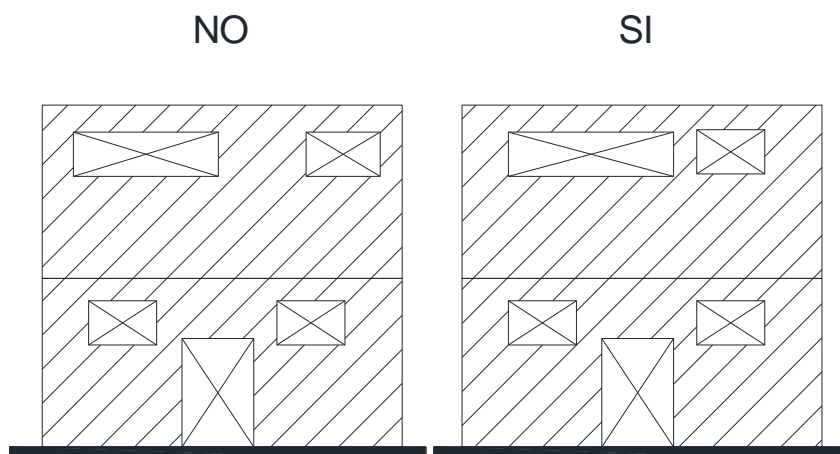


Figura 5. Localización de Aberturas Puertas y Ventanas.

3.2.3. Irregularidades en planta y elevación

Tabla 6
Irregularidades en Planta

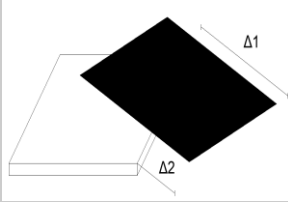
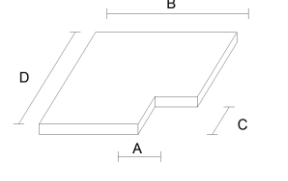
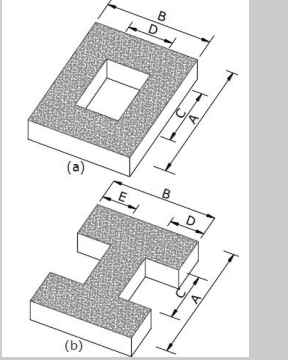
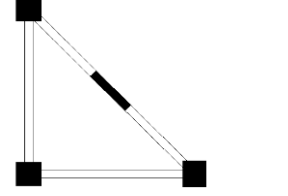
Tipo	Esquema	Comprobación
<p>Irregularidad Torsional $\phi_{Pi}=0.9$</p> <p>Se produce cuando la deriva máxima de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia</p>		$\Delta > 1.2 \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2}$
<p>Retrocesos excesivos en esquinas $\phi_{Pi}=0.9$</p> <p>Se produce cuando las proyecciones de la estructura a ambos lados del entrante son mayores que el 15% de la dimensión en planta de la estructura en la dimensión entrante</p>		$A > 0.15B$ y $C > 0.15D$
<p>Discontinuidades en el sistema de piso $\phi_{Pi}=0.9$</p> <p>Se producen cuando existen variaciones significativas de rigidez causadas por aberturas, entrantes o huecos mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso más el 50% entre niveles consecutivos</p>		<p>a) $C \times D > 0.5 A \times B$</p> <p>b) $[C \times D + C \times E] > 0.5 A \times B$</p>
<p>Ejes estructurales no paralelos $\phi_{Pi}=0.9$</p> <p>Se produce cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura</p>		

Tabla 7
Irregularidades en elevación

Tipo	Esquema	Ejemplo
<p>Piso Flexible $\phi Ei=0.9$</p> <p>Ocurre cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80% del promedio de los tres pisos superiores.</p>	 <p>1. Planta baja libre 2. Piso flexible en niveles intermedios</p>	
<p>Distribución de masa $\phi Ei=0.9$</p> <p>Ocurre cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1.5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes.</p>		<p>Data center en piso intermedio</p> 
<p>Irregularidad geométrica $\phi Ei=0.9$</p> <p>Ocurre cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente.</p>		

La **Tablas 6 y 7** se las puede encontrar en la norma NEC-SE-DS, en las presentadas se realizan modificaciones para describir mejor cada uno de los casos presentados e incluir gráficos más representativos. La penalización debido a los coeficientes $\phi Ei=0.9$, $\phi Pi=0.9$, de irregularidad son usados en el cálculo del cortante Basal de la estructura el cual corresponde a la ecuación:

$$V > 1.2 \frac{ISa(Ta)}{R\phi P\phi E} W$$

Dentro de esta ecuación, dichos factores producen un producto de 0.81 cuya inversa es 1.23, por tanto se recomienda para un análisis preliminar de la estructura, realizar una Mayoración de 1.3 a las cargas para considerar en ellas la acción del sismo frente a las irregularidades presentes en la misma.

3.2.4. Disposición de muros portantes

El NEC brinda da las siguientes consideraciones en cuanto a la ubicación y longitud de los muros. Estos soportan las cargas paralelas a los mismos en el caso de sismo de ahí la importancia de colocarlos ortogonalmente en primer lugar.

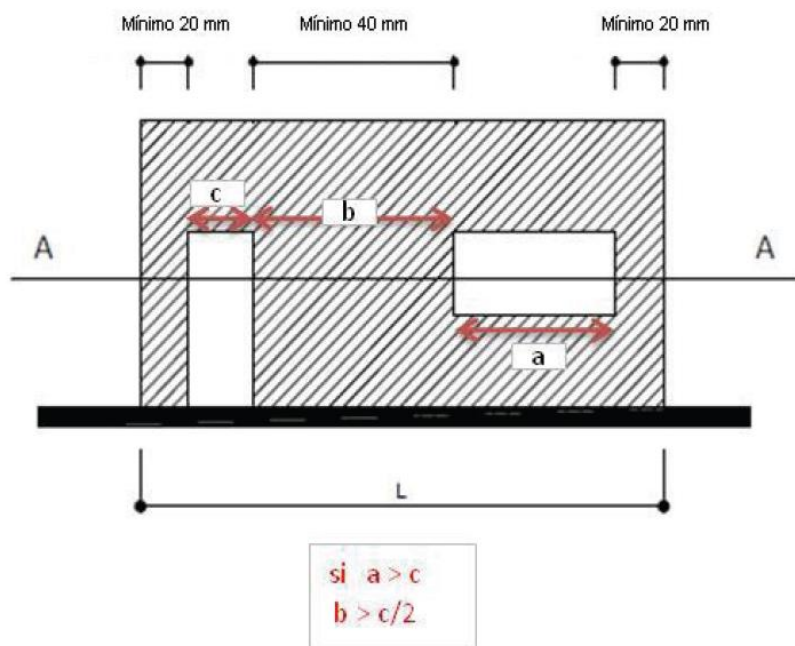


Figura 6. Disposición de aberturas en un muro.

Fuente: (NEC-SE-VIVIENDA, 2015)

Área Total, $A_T = Lt$

Área de Pared $> 65\% A_T$

Área de Aberturas $< 35\% A_T$

Dónde:

A_T : Área del Muro

T: Espesor del Muro

L: Longitud del Muro

3.2.5. Juntas de construcción

Una Junta sísmica es muy importante, esta separa sistemas estructurales en bloques independientes lo cual reduce la incidencia del sismo, las recomendaciones del NEC en este caso son las siguientes:

Tabla 8
Requerimientos de juntas de construcción en edificaciones.


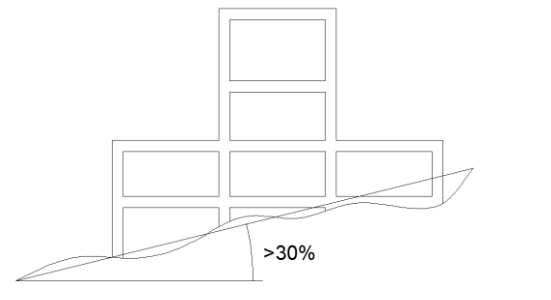

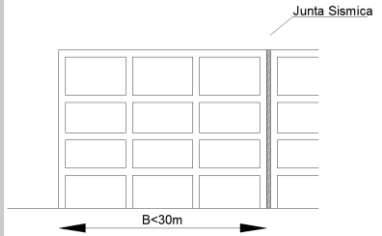
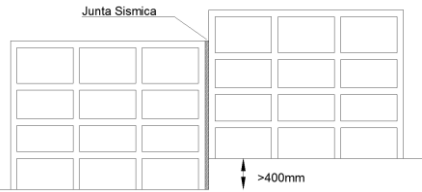
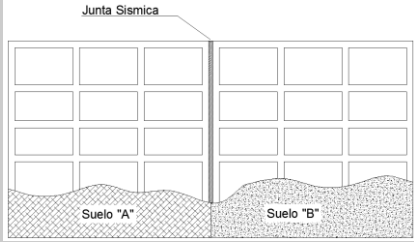
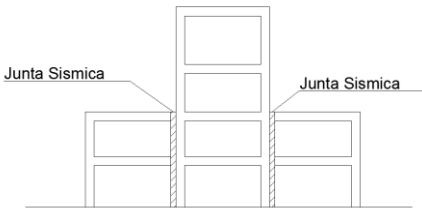
Casos	Ejemplo
<p>Cuando la relación de la longitud con respecto al ancho en planta excede 3 a 1</p>	
<p>Cuando el terreno tiene pendientes superiores al 30%</p>	
<p>Casas construidas independientemente de otras existentes. (En la imagen se aprecia el lugar donde se requiere una junta pero no se la ha dispuesto).</p>	

Tabla 9
Requerimientos de juntas en unidades habitacionales.

Casos	Ejemplo
<p>Cuando la dimensión mayor de la unidad estructural exceda de 30m</p>	
<p>Cuando se presente un cambio en el nivel de terraza mayor de 400mm.</p>	
<p>Cuando existen cambios significativos en la calidad de suelo</p>	
<p>Cuando exista diferencia en el número de niveles de edificaciones contiguas</p>	

Junta mínima de construcción

La junta sísmica depende de la ubicación de la estructura y corresponde al valor calculado de las derivas de piso considerando evitar el golpeteo con estructuras colindantes o bloques de la misma estructura. La junta mínima establecida es de 2.5cm. La deriva de piso máxima permitida se establece con la consideración de deriva máxima del 2% permitida por la norma ecuatoriana de la construcción.

Se recomienda que la junta de construcción sea el equivalente a 2 veces la deriva de piso del nivel más alto la cual a su vez es la mayor.

3.2.6. Adiciones y modificaciones

Una de las realidades más comunes en nuestro país es la de ampliar edificaciones sin tomar consideraciones especiales ante ello, por ejemplo se diseña y construye una vivienda de 2 pisos y con el pasar del tiempo se la amplía a 3 sin realizar modificaciones en los elementos inferiores.

Tabla 10
Aprobación de planos modificatorios los Chillos.

Descripción (código)	AÑO								
	TOTA L	2013**	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006
Planos Arq. Modificatorios- Ampliatorios	333	24	66	64	44	44	33	26	28
Construcción Total (área bruta) m2.	402. 131,99	33. 465,39	105.0 75,95	69.0 93,65	48.6 05,84	25.3 21,60	59.9 78,81	42.1 22,79	17.2 90,02
Área útil total m2.	365. 375,95	30. 546,89	96.2 12,66	63.4 11,84	44.0 59,13	22.1 24,95	52.7 97,23	40.2 63,73	14.8 27,20
Viviendas	2.882	286	896	534	307	149	321	289	94
Vivienda <65 m2	485	38	282	134	3	6	12	9	1
Vivienda >65 <120 m2	1.441	179	430	195	197	92	106	192	49
Vivienda >120 m2	956	69	184	205	107	51	203	88	44

Fuente: (Sistema de Gestión y Control Territorial, STHV-MDMQ, 2013)

Como se aprecia en la **Tabla 10** la aprobación de permisos para modificaciones y/o ampliaciones corresponden a 44 por ejemplo en el año 2010, lo cual es un número bajo en comparación con la cantidad de viviendas existentes, esto indica claramente que pocas personas presentan planos y requerimientos para ampliaciones.

Se recomienda en lo posible evitar las modificaciones, si esto es absolutamente necesario se recomienda un estudio del estado actual de la estructura a modificar considerando su ubicación resistencia y capacidad.

En este caso el municipio pide para este tipo de trabajos la presentación de planos, memoria de cálculo firmados y sellados por un ingeniero civil con título legalizado en el país, así como también de un documento formal en el cual el ingeniero se hace responsable del adecuado comportamiento de la estructura.

Tanques en cubierta

Existe una consideración básica en cuanto al peso de la estructura, las fuerzas que generan sismo son inerciales y por tanto mientras mayor sea la masa, mayor será la incidencia del sismo sobre la estructura, por ello la norma ecuatoriana de la construcción recomienda evitar en lo posible sobre todo en las cubiertas la colocación de tanques de agua de 1m³ o mas ya que inducen fuerzas inerciales que ocasionan flexión fuera del plano de los muros o bien el derrumbe de los mismos por volteo. (NEC-SE-VIVIENDA, 2015)

3.3. Cimentaciones

3.3.1. Visita de campo

El profesional responsable de la licencia de construcción debe realizar un informe correspondiente en el cual se certifica la realización de varias actividades que reflejen el posible estado del suelo previo a un estudio de suelos y son las siguientes:

- a) Verificar el comportamiento de casas similares en las zonas aledañas constatando que no se presenten asentamientos diferenciales, agrietamientos, pérdida de verticalidad, compresibilidad.
- b) Verificar en los alrededores del sector trabajos de movimiento de tierra, áreas de actividad minera, erosión, cuerpos de aguas u otros que puedan afectar la estabilidad y funcionalidad de las casas, en el caso de que los resultados de la exploración mínima indiquen condiciones inadecuadas para la estabilidad del proyecto, se deberán realizar estudios geotécnicos.

3.3.2. Estudio de suelos

Previo al diseño de la cimentación es necesario realizar un estudio en el suelo sobre el cual se va a sustentar la estructura, los ensayos mínimos recomendados son el ensayo de penetración estándar (SPT) y obtener una


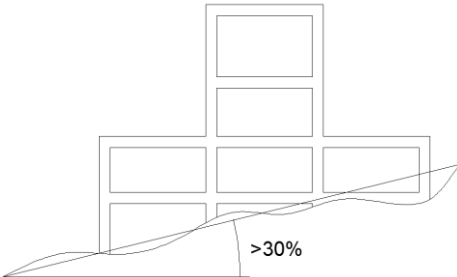
muestra de suelo inalterado, los mismos van orientados a determinar las características del suelo. Se debe realizar mínimo una calicata por cada tres unidades construidas o por cada 300 m² de construcción, hasta una profundidad mínima de 2.0 m, en la que se constate la calidad razonable del suelo de cimentación.

En las calicatas deben quedar determinados los espesores de los materiales inconvenientes para el apoyo directo y superficial de la cimentación, como son: descapote escombros, materia orgánica, etc., los cuales deberán ser retirados durante la construcción.

3.3.3. Estudio geotécnico

Los siguientes casos requieren la realización de un estudio geotécnico.

Tabla 11
Casos que requieren estudio geotécnico.

Casos	Descripción
Suelos que presenten inestabilidad lateral.	Se refiere a los suelos en ladera, estos poseen mayor impacto de factores ambientales, en otras palabras su erosión es mayor que la de un suelo confinado.
Suelos con pendientes superiores al 30%.	 
Suelos con compresibilidad excesiva.	Ocurre cuando el Límite líquido es mayor a 50
Suelos con expansibilidad de intermedia a alta.	Ocurre cuando el Índice de Plasticidad $IP > 35$ y $LC < 11$ (ALFARO,97)

3.3.4. Limpieza del terreno

Se debe retirar del terreno la presencia de todo material orgánico y se deben disponer los drenajes necesarios para evitar humedad en la construcción.

3.3.5. Sistema de cimentación

Existen dos tipos de sistemas estructurales, los aporticados y los constituidos por muros. El sistema de cimentación (plinto, viga o losa de cimentación) depende del tipo y calidad del suelo. En el caso de tipología de suelo, a nivel general la norma ecuatoriana ha clasificado los tipos de suelo A, B, C, D, E, F en base a ensayos de refracción sísmica con rangos de velocidades de onda de corte en los primeros 30m.

Para Quito, existe una microzonificación a cual muestra coeficientes para distintos tipos de suelo de la ciudad de manera más sectorizada disponibles en el programa MIZOSIQ elaborado por el Dr. Roberto Aguiar y que se encuentra disponible en el repositorio de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE".

En forma general, las columnas del pórtico deben conectarse a nivel de cimentación por una retícula formada por cadenas de amarre combinadas que a su vez hacen que los elementos en planta también sean rectangulares, deben asegurarse de que la transmisión de los esfuerzos de la súper estructura al suelo se realicen de la manera correcta, en el caso del sistema conformado por muros, se debe asegurar de que para cada muro debe haber una viga de cimentación.

3.3.6. Requisitos mínimos para cimentación de muros portantes

Acorde con el NEC, si en uno de los elementos del sistema de cimentación, de preferencia rectangulares, la relación largo sobre ancho es mayor a 2 o si tiene dimensiones mayores a 4m debe construirse una viga intermedia, si esto se hace las dimensiones mínimas se pueden reducirse

hasta 200x200mm; los refuerzos deben anclarse con ganchos a 90° en la cara exterior del elemento transversal terminal.

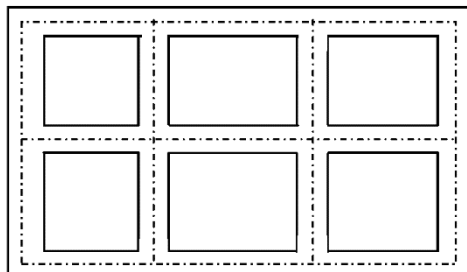


Figura 7. Sistema reticular de vigas de cimentación en sistema de muros portantes.

Fuente: (NEC-SE-VIVIENDA, 2015)

Tabla 12

Dimensiones y refuerzo mínimo en vigas de cimentación.

Vigas de cimentación	Un piso	Dos pisos	Resistencia mínima	
			ACERO f_y (MPa)	HORMIGÓN F'_c (MPa)
Ancho	250mm	300mm	420	21
Altura	200mm	300mm		
Acero longitudinal	4 ϕ 10mm	4 ϕ 12mm		
Estribos	Φ 8mm 200mm	a Φ 8mm a 200mm		

Fuente: (NEC-SE-VIVIENDA, 2015)

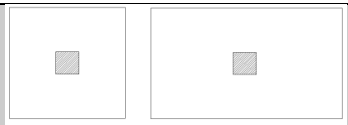
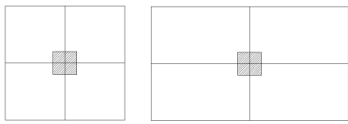
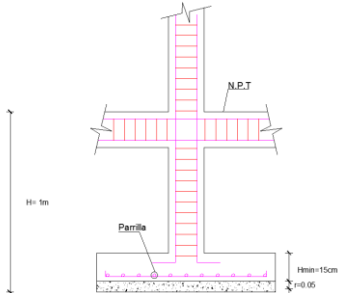
Cabe destacar que la norma ecuatoriana de la construcción brinda las recomendaciones en esta sección para la construcción de edificaciones de baja altura, por lo general estos sistemas están constituidos por pórticos antes que por muros portantes, para lo cual en los ítems subsiguientes se hará hincapié en este sistema.

La sugerencia del NEC en cuanto a este tipo de vigas es colocar refuerzo longitudinal superior e inferior y estribos de confinamiento en toda la longitud. La profundidad mínima a la cual debe estar la viga de cimentación es de 500mm por debajo del nivel de acabado del primer piso.

En suelos de poca resistencia o cuando después de un sondeo, se detecta suelo firme a una profundidad menor a 1 m se recomienda construir previo a la viga, un cimiento de hormigón ciclópeo que debe poseer una altura mínima de 300mm y un ancho no menor a 300mm; específicamente el NEC recomienda que para la elaboración de este cimiento debe usarse material pétreo con un tamaño máximo igual a la mitad del ancho del relleno pero sin exceder 250mm. El volumen ocupado por el agregado no debe ser superior al 40% del volumen total del relleno ciclópeo, el 60% restante debe llenarse con concreto de la misma o mejor calidad que el de las vigas de cimentación.

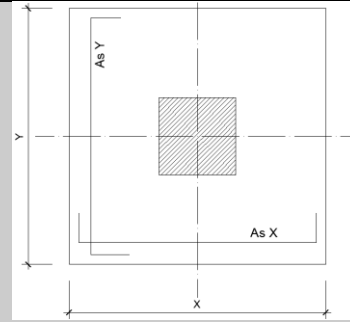
3.3.7. Requisitos mínimos para zapatas aisladas

Tabla 13
Requisitos mínimos para zapatas aisladas.

Requisito mínimo	Descripción
Debe ser cuadrangular o rectangular	
La profundidad entre el contrapiso y el fondo debe ser 1m	
Su centroide debe coincidir con el centroide de la columna o muro que recibe	
La menor dimensión de la zapada debe ser 1m y su espesor 15cm	

Continúa →

El refuerzo a flexión de las zapatas aisladas debe colocarse en la parte inferior de la misma y en ambas direcciones, de manera uniforme en todo el ancho de la zapata. La cuantía mínima en cualquier dirección debe ser de 0.0018.



La distancia libre mínima entre barras paralelas debe ser igual al diámetro de la barra pero no menor a 25mm.

La distancia máxima entre barras paralelas debe ser menor o igual que 3 veces el espesor de la zapata pero no mayor que 30cm o lo que indique el diseño de la cimentación

3.4. Normativa para elementos no estructurales

El análisis de elementos no estructurales es de suma importancia a nivel mundial. Frente a un evento sísmico, los primeros en colapsar son los mismos, resulta muy peligroso el desplome de una pared o la ruptura de un ventanal. En el caso concreto de nuestro país se ha dejado de lado el análisis de los mismos por tanto no existe una normativa como tal.

Se toma como consideración uno de los países con mayor cantidad de estudios y de experiencias frente a sismos como lo es Chile. La normativa MINVU, destaca el requisito de certificación de integridad de los componentes y sistemas no estructurales, y de sus anclajes y fijaciones. En el terremoto de Chile del año 2010 según el análisis posterior se verifica que cerca del 70% de los daños registrados correspondía a componentes no estructurales, quedando algunos edificios inoperativos por esta causa.

La norma MINVU contempla requisitos específicos para el diseño sísmico de cielos falsos, tabiques, fachadas, ductos de aire acondicionado, sistemas de protección contra incendios, ascensores, equipos eléctricos y mecánicos, entre otros sistemas no estructurales

3.4.1. Cielos falsos y tabiques

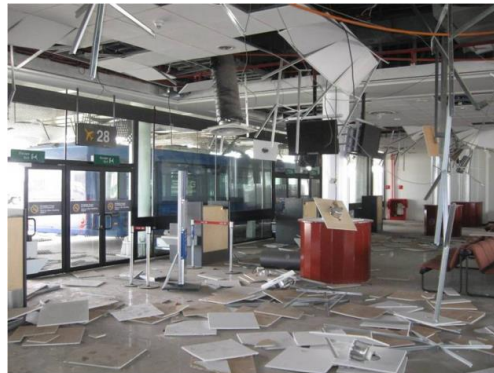


Figura 8. Sismo de Chile 2010 Cielos falsos

Fuente: (DRS, 2010)



Figura 9 Desprendimiento de tabiques Sismo Chile 2010

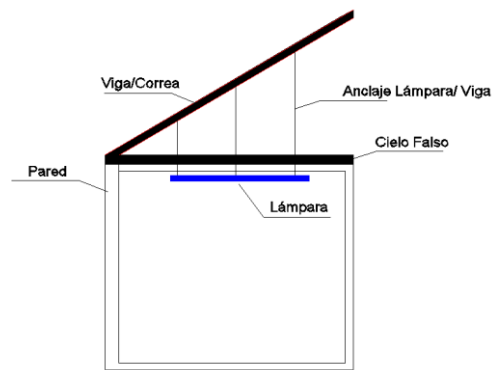
Fuente:(DRS, 2010)

Tabla 14
Recomendaciones para elementos no estructurales.

Elemento	Descripción	Esquema
Cielos Falsos	<p>El ancho del elemento perimetral no debe ser menor de 5cm, cada dirección ortogonal debe estar anclada al elemento perimetral y permitir desplazamientos de al menos 2cm en los extremos opuestos. La sección de cielo raso debe ser menor que 232m².</p>	

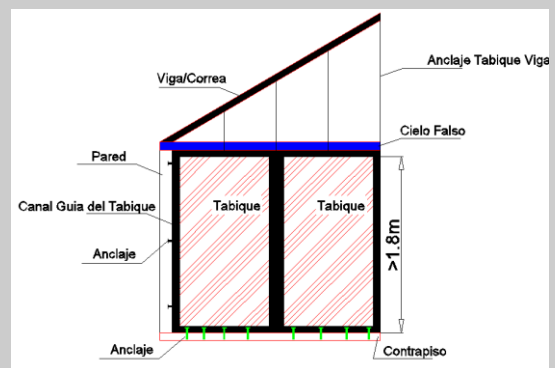
Continúa →

Aparatos de luz. Si el cielo sostiene aparatos de luz con peso menor o igual a 4.5kg se pueden montar en el cielo con un elemento que evite su caída.



Tabiques

Todas las divisiones con una altura mayor a 1.8m deben arriostrarse lateralmente e independientemente del arriostramiento del cielo raso.



Excepciones. Cuando el peso lineal de la división no es mayor que: $(45\text{kg}) / (h \text{ división})$

Las planchas de Gypsum poseen espesores que van de 6.4 a 15.9mm y sus pesos oscilan entre 15 a 33 Kg. Es decir, el gypsum por si solo cumple con la excepción.

3.4.2. Vidrios en muros cortina transparentes, fachadas transparentes y divisiones transparentes

Los vidrios en muros cortina transparente, fachada transparentes y divisiones transparentes deben cumplir con los requisitos de desplazamientos relativos de la ecuación 12:

$$\Delta_{fallout} \geq 1.25 ID_p$$

Fuente: (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011)

O 13 mm, cualquiera sea mayor Donde:

Δ_{fallout} : Desplazamiento sísmico relativo, medido entre los extremos del componente, para el cual se produce el desprendimiento del muro cortina, la fachada o la división, según se define en la sección 8.9.2.

I: Factor de importancia de la estructura.

D_p : El desplazamiento sísmico relativo para el cual debe ser diseñado para concordar con la sección 6.2.1.

$$D_p = \delta_{xA} - \delta_{yA}$$

Fuente: (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011)

Donde:

δ_{xA} : Desplazamiento horizontal de la estructura A en el nivel **x**.

δ_{yA} : Desplazamiento horizontal de la estructura A en el nivel **y**.

Excepción:

a) Los vidrios que tengan holgura suficiente respecto al marco de manera tal que no haya contacto físico entre el vidrio y el marco y que cumplan con un desplazamiento de entrepiso de diseño, no necesitan cumplir con este requisito.

Ejemplo de cálculo de holgura en vidrios

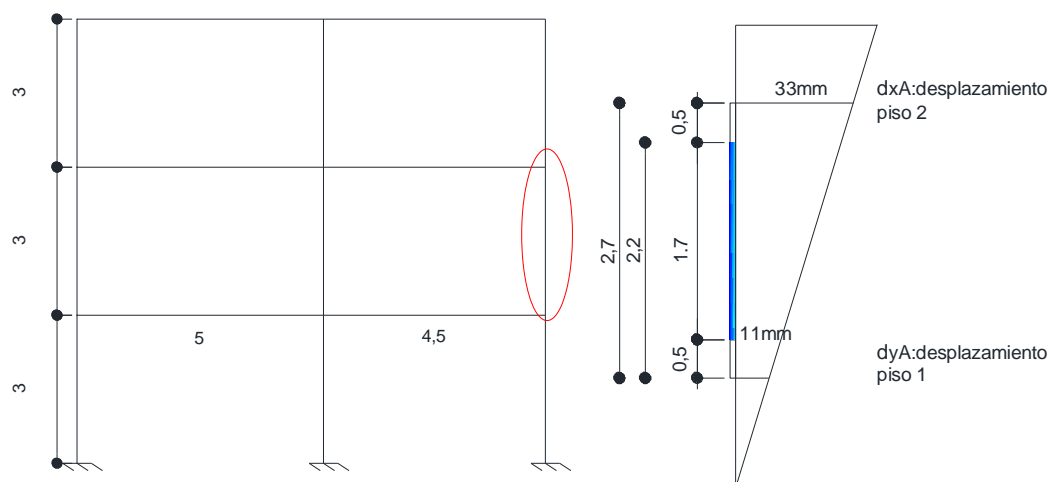


Figura 10. Pórtico de ejemplo para el cálculo de holgura en vidrios.

$$\Delta \geq 1.25 * I * Dp$$

$$Dp = \partial xA - \partial yA$$

$$Dp = 33mm - 11mm = 22mm$$

$$\Delta \geq 1.25 * (1) * (22)$$

$$\Delta \geq 0.175cm$$

El valor adoptado es mayor a 133mm por tanto la holgura será de 18mm.

3.5. Control de calidad en obra

Para la adecuada ejecución de una obra, es necesaria la adecuada supervisión de cada uno de los materiales y procedimientos llevados a cabo. Se analiza la sección el apéndice normativo 1 del NEC-SE-HM Estructuras de Hormigón Armado y se elabora el siguiente resumen.

3.5.1. Evaluación y aceptación de los materiales.

Cada uno de los materiales empleados en la ejecución debe ser evaluado y rechazado si no cumple con las exigencias o normativa adecuada para el mismo ya sean agregados, cemento, acero etc. El INEN posee los parámetros para la verificación de los mismos y si no los tiene, propone la verificación a través de otras normativas internacionales como el ACI.

Cemento

El cemento como tal, debe cumplir los requerimientos de la norma NTE INEN 152, "CEMENTO PORTLAND REQUISITOS", la norma habla acerca de los aspectos químicos y físicos que debe cumplir el cemento. Por lo general el cemento debe cumplir con los siguientes requerimientos:

Tabla 15
Requisitos Físicos del Cemento Portland

REQUISITOS FÍSICOS	HOLCIM BAJO ENSAYOS INEN 2380	VALOR REFERENCIAL INEN 152	ENSAYO DESCRITO EN NORMA
Tiempo de fraguado, método de Vicat			
Inicial, no menos de, minutos	45	45	INEN 158
Inicial, no más de, minutos	420	375	INEN 158
Contenido de aire del mortero, en volumen, %	-	12	INEN 195
Resistencia a la Compresión, mínimo MPa			INEN 488
1 día	-	-	
3 días	13	12	
7 días	20	19	
28 días	28	28	
Expansión en barras de mortero 14 días, % Max.	0.02	-	INEN 2529

Para fraguado inicial el método de Vicat usado para ensayar cementos portland de varias marcas establece un valor de 45 minutos, cabe destacar que la amasada para el ensayo a resistencia a la compresión está hecha de la siguiente manera: una parte de cemento por 2,75 partes de arena normalizada graduada y una relación agua – cemento de 0,485 para todos los cementos portland lo cual a los 20 días ofrece una resistencia de 28MPa acorde a los ensayos de la empresa.

Áridos

Los agregados a ser usados en la construcción deben cumplir especificaciones de granulometría y elementos dañinos que no deban poseer estos se encuentran descritos en la norma NTE INEN 872 ÁRIDOS PARA HORMIGÓN REQUISITOS.

Tabla 16
Requisitos de gradación del árido fino

TAMIZ INEN	PORCENTAJE QUE PASA
9.5mm	100
4.75mm	95 a 100
2.36mm	80 a 100
1.18mm	50 a 85
600µm	25 a 60
300µm	10 a 30

Fuente: (NTE INEN 872, 2011)

Tabla 17
Límites de las sustancias perjudiciales para el agregado fino.

SUSTANCIA PERJUDICIAL	PORCENTAJE MÁXIMO EN MASA	MÉTODO DE ENSAYO	COMENTARIO
Material más fino que el tamiz INEN 75 µm. a) Para hormigón sometido a abrasión 3 b) Para cualquier otro hormigón	3 5	INEN 697 (Determinación del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 µm, no 200 mediante lavado)	La presencia de partículas pequeñas en los agregados, hace que la mezcla requiera mayor cantidad de agua lo cual en un rango moderado puede mejorar la trabajabilidad pero en exceso disminuye la resistencia del hormigón.
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables.	3	INEN 698 (DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES)	Las arcillas y partículas desmenuzables como limos afectan la adherencia del agregado y la pasta.
Partículas livianas (carbón y lignito) a) Para hormigón sometido a abrasión b) Para cualquier otro hormigón	0,5 1	INEN 699 (DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS LIVIANAS)	Al poseer una densidad baja, pueden afectar la durabilidad del concreto, en el caso específico del carbón, este tiende a hincharse y puede generar roturas en el hormigón

Continúa →

Cloruros Cl		INEN 865	Los cloruros son precursores de la corrosión del acero de refuerzo, el hormigón provee al mismo de un recubrimiento que impide el ingreso de agentes que dañen al acero.
a) Para hormigón simple	1	(DETERMINACIÓN DE CLORUROS Y SULFATOS	
b) Para hormigón armado	0.4	SOLUBLES EN LAS ARENAS)	
c) Para hormigón preesforzado	0.1		
Sulfatos, como SO ₄	0.6	INEN 865 (DETERMINACIÓN DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN LAS ARENAS)	El contacto de la masa de hormigón con los sulfatos hace que se produzca una reacción química que genera expansión en la pasta y crea una presión capaz de romperla y finalmente desintegrar el concreto.
Partículas en suspensión después de 1 h de sedimentación	3	INEN 864 (DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN DESPUÉS DE UNA HORA DE SEDIMENTACIÓN)	Son precursoras de la erosión del hormigón a hacerlo más permeable, las partículas hacen que la adhesión del cemento al agregado no se logre integra.

Fuente: (NTE INEN 872, 2011)

Tabla 18
Límites de las sustancias perjudiciales para el agregado grueso.

SUSTANCIA PERJUDICIAL	PORCENTAJE MÁXIMO EN MASA	MÉTODO DE ENSAYO	COMENTARIO
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables.		INEN 698 (DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES)	Las arcillas y partículas desmenuzables como limos afectan la adherencia del agregado y la pasta
a) Para hormigón sometido a abrasión	5		
b) Para cualquier otro hormigón	10		
Material más fino que el tamiz INEN 75 µm. No. 200		INEN 697 (DETERMINACIÓN DEL MATERIAL MAS FINO QUE PASA EL TAMIZ CON ABERTURAS DE 75 µm, No 200 MEDIANTE LAVADO)	La presencia de partículas pequeñas en los agregados, hace que la mezcla requiera mayor cantidad de agua lo cual en un rango moderado puede
a) Para hormigón sometido a abrasión	1		
b) Para cualquier otro hormigón	1		

Continúa →

				mejorar la trabajabilidad pero en exceso disminuye la resistencia del hormigón.
Partículas livianas (carbón y lignito)			INEN 699 (DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS LIVIANAS)	Al poseer una densidad baja, pueden afectar la durabilidad del concreto, en el caso específico del carbón, este tiende a hincharse y puede generar roturas en el hormigón.
a) Para hormigón sometido a abrasión	0,5			
b) Para cualquier otro hormigón	1			
Resistencia a la abrasión:			INEN 860 INEN 861	
a) Para hormigón sometido a abrasión	50			
b) Para cualquier otro hormigón	50			
Resistencia a la disgregación (Pérdida de masa después de 5 ciclos de inmersión y secado)			INEN 863 (DETERMINACIÓN DE LA SOLIDEZ DE LOS ÁRIDOS MEDIANTE EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO)	
a) Si se utiliza sulfato de magnesio	18			
b) Si se utiliza sulfato de sodio	12			

Fuente: (NTE INEN 872, 2011)

Las tablas 17 y 18 se las encuentra en la norma INEN 872, las cuales fueron modificadas para incluir los ensayos requeridos para controlar la presencia de cada una de las sustancias perjudiciales ya sea en árido grueso o fino y una columna adicional con comentarios acerca de cómo cada una de estas impurezas afecta al hormigón.

Acero de refuerzo

Acorde con la sección 9.2.5 del NEC-SE-HM, la inspección del acero a ser utilizado en obra debe realizarse directamente en planta, si se la realiza en

obra en absoluta responsabilidad del fiscalizador y del contratista. Se debe verificar el grado de oxidación del material y si este presenta o no daños en su integridad, así mismo se debe contar con un lugar determinado para su correcto almacenaje. En el caso de secciones que deban llegar a formar rotulas plásticas, el acero no debe superar los 420MPa de fluencia.

Tabla 19
Características físicas de las varillas con resaltes para hormigón armado.

Diámetro Nominal (mm)	Dimensiones de los resaltes (mm)				Masa (kg/m)	
	Máximo a	Mínimo b	Máximo c	Nominal d	Máximo e	Mínimo e
8	5,60	0,32	3,10	0,395	0,418	0,371
10	7,00	0,40	3,90	0,617	0,654	0,580
12	8,40	0,48	4,70	0,888	0,941	0,835
14	9,80	0,67	5,50	1,208	1,281	1,136
16	11,20	0,72	6,20	1,578	1,673	1,484
18	12,60	0,88	7,00	1,998	2,117	1,878
20	14,00	1,01	7,80	2,466	2,614	2,318
22	15,40	1,11	8,60	2,984	3,163	2,805
25	17,50	1,26	9,80	3,853	4,085	3,622
28	19,60	1,39	11,00	4,834	5,124	4,544
32	22,40	1,64	12,00	6,313	6,692	5,935
36	25,20	1,84	14,00	7,990	8,470	7,511
40	28,00	1,96	15,70	9,865	10,456	9,273

Fuente: (NTE-INENC102)

Los elementos mencionados en la **Tabla 19** son los siguientes:

- espaciamiento promedio de los resaltes transversales,
- altura promedio de los resaltes transversales,
- ancho en la base de los resaltes longitudinales o ancho de la ranura,

d) valor calculado a partir del diámetro nominal, considerando una densidad del acero de 7,85 kg/dm³.

e) límites en la masa por metro para cada una de las unidades de muestreo.

Otro elemento a considerar para el caso del acero de refuerzo es la incidencia de la intemperie o las zonas en contacto con el hormigón, por ello el (ACI-318,08) detallan el reglamento para recubrimientos.

Tabla 20
Recubrimiento de acero de refuerzo.

Elemento	Recubrimiento de concreto (mm)
Concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a el	75
Concreto expuesto al suelo o la intemperie	
Barras N°. 19 a N°57	50
Barras No.16, alambre MW200 o MD200 y menores	40
Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo	
Losas muros y viguetas	
Barras N°.43 y N°57	40
Barras N°.36 y menores	20
Vigas, columnas	
Armadura principal, estribos, espirales	40

Fuente: (ACI 318, 2008).

Ladrillos cerámicos

Tabla 21
Tipos de ladrillos cerámicos.

Tipo	Características
A	Será ladrillo reprensado, de color rojizo uniforme, con ángulos rectos y aristas rectas. No tendrá manchas, eflorescencias, quemados ni desconchados aparentes en caras y aristas.
B	A diferencia del A puede tener pequeñas imperfecciones en sus caras exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 5 mm.
C	Será semejante al tipo B, diferenciándose de él en que puede, además, ser fabricado a mano y tener imperfecciones en sus caras

Continúa →

	exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 8 mm.
D	Podrá emplearse en la construcción de muros soportantes, tabiques divisorios no soportantes y relleno de losas alivianadas de hormigón armado.
E	Podrá emplearse únicamente en la construcción de tabiques divisorios no soportantes y rellenos de losas alivianadas de hormigón armado.
F	Podrá emplearse únicamente en el relleno de losas alivianadas de hormigón armado.

Tabla 22**Requisitos de resistencia y absorción de la humedad en ladrillos.**

Tipo de Ladrillo	Resistencia mínima a la compresión (MPa)		Resistencia mínima a la flexión(MPa)	Absorción máxima de humedad %
	Promedio de 5 unidades	Individual	Promedio de 5 unidades	Promedio de 5 unidades
Macizo tipo A	25	20	4	16
Macizo tipo B	16	14	3	18
Macizo tipo C	8	6	2	25
Macizo tipo D	6	5	4	16
Macizo tipo E	4	4	3	18
Macizo tipo F	3	3	2	
Método de ensayo	INEN 294	INEN 294	INEN 295	INEN 296

Fuente: (NTE-INEN 297)

Bloques huecos de hormigón

Tabla 23
Tipos de bloques huecos de hormigón y sus usos.

TIPO	USO
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento. Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento.
C	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento. Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento.
E	Losas alivianadas de hormigón armado.

TIPO	DIMENSIONES REALES			DIMENSIONES NOMINALES		
	largo	ancho	alto	largo	ancho	alto
A, B	40	20,15,10	20	39	19,14,09	19
C, D	40	10,15,20	20	39	09,14,19	19
E	40	10,15,20,25	20	39	09,14,19,24	20

Fuente: (NTE INEN 0638, 1993)

3.5.2. Ensayos aplicables al hormigón armado y sus agregados

Acorde con la norma NTE INEN 872, los ensayos a realizarse se los clasifica de la siguiente manera:

Ensayos preliminares

Son los que se realizan para verificar la idoneidad del material para fabricar hormigón, va destinado a la revisión de material del yacimiento, este debe cumplir los requisitos de las tablas anteriores.

Tabla 24
Ensayos preliminares de los agregados para el Hormigón.

ENSAYOS PRELIMINARES	NORMA	CRITERIO	Porcentaje en masa permitido
Análisis Granulométrico	INEN 696	x	x
Partículas livianas (Carbón, Lignito)	INEN 699	Al poseer una densidad baja, pueden afectar la durabilidad del concreto, en el caso específico del carbón, este tiende a hincharse y puede generar roturas en el hormigón.	0.5-1
Cloruros y Sulfatos	INEN 865	Son precursores de la corrosión del acero y de la pérdida de durabilidad del hormigón Rango	Cloruros a) Para hormigón simple 1 b) Para hormigón armado 0.4 c) Para hormigón preesforzado 0.1 Sulfatos 0.6
Partículas en suspensión después de 1 h de sedimentación	INEN 864	Son precursoras de la erosión del hormigón a hacerlo más permeable, las partículas hacen que la adhesión del cemento al agregado no se logre íntegra.	3

Tabla
Ensayos obligatorios al hormigón.

ENSAYOS PRELIMINARES	NORMA	CRITERIO	Porcentaje en masa permitido
Destinados al control de recepción			
Granulometría	INEN 696	x	x
material más fino que el tamiz INEN 75 µm	INEN 697	La presencia de partículas pequeñas en los agregados, hace que la mezcla requiera mayor cantidad de agua lo cual en un rango moderado puede mejorar la trabajabilidad pero en exceso disminuye la resistencia del hormigón.	1

Continúa →

Impurezas orgánicas	INEN 855	Pueden afectar las reacciones de hidratación, modificando el fraguado o reduciendo la resistencia.
---------------------	----------	--

Solo si las especificaciones lo requieren a fin de determinar

Propiedades críticas de un árido determinadas por factores locales (sales solubles, reactividad potencial, etc.), y

Propiedades requeridas para obtener hormigones de características especiales (por ejemplo: resistencia al desgaste o abrasión, para hormigones de pavimentos).

Destinados a control para el uso (diseño de dosificación):

Granulometría	INEN 696	x	x
Masa unitaria	INEN 858		
Densidad	INEN 857		2400 y 2900 kg/m ³
Absorción de agua			Grueso 0.2-4% Fino 0.2-2%
Porcentaje de huecos	INEN 858		
Humedad superficial	INEN 859		Finos 3-8% Gruesos 1-6%

Ensayos optativos

Son aquellos ensayos no incluidos en el grupo de ensayos obligatorios, y que se efectúan eventual y esporádicamente con el fin de obtener mayor información sobre un árido.

3.5.3. Ensayos aplicables a los materiales de construcción más comunes.

Tabla 26
Ensayos aplicables a los materiales de construcción.

MATERIAL	ENSAYOS	CRITERIOS	Rangos
Bloques	Resistencia a la compresión INEN 640. Absorción de agua INEN 642.	Dependiendo del uso del bloque, se los cataloga A,B,C,D,E	Resistencia mínima a la compresión a los 28 días (MPa) A (6)-B (4)-C (3)-D (2.5)-E (2). INEN 643
Ladrillos	INEN 294 Determinación de la resistencia a la compresión. INEN 295 Determinación de la resistencia a la flexión. INEN 296 Determinación de la absorción de la humedad.	Dependiendo del uso del bloque, se los cataloga A,B,C,D,E,F	Resistencia mínima a la compresión a los 28 días (MPa) A (20)-B (14)-C (6)-D (5)-E (4)- F (3). INEN 297
Cerámicas	NTE INEN 651:1998 Determinación de la absorción de agua. NTE INEN 652:1998 Determinación de la resistencia a la flexión. NTE INEN 2 188:1998 Determinación de la resistencia al impacto mediante	Se las cataloga acorde con la norma INEN 654	Resistencia a la rotura en N. Espesor \geq 7,5 mm No menor que 1100 Espesor < 7,5 mm No menor que 600 INEN 654
Morteros	NTE INEN 488 Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en cubos de 50 mm de arista.		Resistencia a los 7 Días 3.5 MPa 28 Días 6.2 MPa

3.5.4. Controles aplicables al hormigón armado

Control de proporciones dosificación y mezclado.

Uno de los requerimientos al trabajar con hormigón armado, es precisamente que este cumpla con una resistencia específica a los 28 días, para esto resulta necesario un control en cuanto a las proporciones de agregado, agua cemento y/o aditivos que se emplearan para constituir este hormigón.

El cálculo de la dosificación requerida debe realizarse por parte del ingeniero constructor y ser aprobado por el Supervisor de Estructuras de hormigón armado, lastimosamente una vez en obra las dosificaciones no se

suelen respetar obteniéndose una resistencia inferior a la calculada lo cual puede ocasionar varias complicaciones.

Control de la dosificación del hormigón

En el caso de Edificaciones pequeñas, la dosificación se la puede diseñar en laboratorios independientes, y es responsabilidad del fiscalizador solicitar los respectivos ensayos referentes a contenido de aire, consistencia, temperatura y masa volumétrica para verificar la calidad del hormigón.

Medición y mezclado

Tabla 27
Medición y Mezclado del concreto.

Ítem	Descripción
Materiales	Determinar adecuadamente las cantidades requeridas de material y cambiarlas fácilmente, cuando así se requiera
Mezcla	Mantener las proporciones requeridas de materiales entre amasada y amasada (carga y carga).
Mezcla	Introducir los materiales en la mezcladora, de acuerdo con la secuencia apropiada. (Ripio, Cemento, Arena y agua).
Mezcla	Verificar que todos los ingredientes queden completamente combinados durante las operaciones de mezclado y las partículas de árido estén totalmente cubiertas con pasta de cemento mediante inspección visual.
Equipo	Durante la descarga del hormigón de la mezcladora, verificar que este sea uniforme y homogéneo dentro de cada amasada (carga) y de amasada en amasada (carga en carga).

Fuente: (NEC-SE-HM, 2014).

Hormigón mezclado en obra

Antes de proceder con el mezclado, se debe verificar el estado en el que se encuentra la mezcladora revisando los siguientes puntos:

- Verificar que las paletas se encuentren limpias y libres de residuos de mezclas anteriores.
- Inspeccionar el desgaste de las paletas o del tambor y verificar que este sea menor al 10%.
- Revisar posibles fugas dentro del tambor.

Sobre todo en cuanto a las fugas, es muy importante revisarlas, el hecho de que una se presente variaría de manera considerable la cantidad de agua que se está colocando en la respectiva dosificación y es necesario ser consistes que una buena dosificación depende en gran medida de la relación agua cemento de la mezcla.



Figura 11. Resistencia del hormigón versus relación agua cemento.

Fuente: (Instituto del cemento Portland Argentino, 2012)

Tiempo de mezclado

El tiempo de Mezclado depende de la mezcladora a ser usada, se debe contar con las especificaciones técnicas del fabricante, pero el NEC recomienda que para mezcladoras estacionarias es como mínimo de 90 segundos para cargas de 1 m^3 o menores y 20 segundos adicionales por cada metro cúbico adicional o fracción de este.

Transporte

El transporte de la mezcla se los puede hacer mediante camiones mezcladores, agitadoras móviles e incluso recipientes lisos que no agitan, en el caso de los últimos, deben ser los suficientemente lisos para impedir que el hormigón se adhiera a sus paredes, debe ser hermético y poseer compuertas para su respectiva descarga.

Hormigón premezclado

Es el cual se lo elabora en planta y es llevado a la obra de manera general en camiones mezcladores. Las consideraciones por parte de fiscalización respecto a este tipo de hormigones son que de planta se presenten los ensayos respectivos como son: contenido de aire, consistencia, temperatura y masa volumétrica para verificar la calidad del hormigón, adicionalmente de la dosificación usada en planta para llegar a la resistencia requerida.

Inicialmente se deberá verificar que el hormigón se encuentre en estado plástico, sin endurecer y cumpla los requisitos de la norma (NTE-INEN 1855). Esta norma en sus aspectos más importantes cuenta con la siguiente información:

Asentamiento del hormigón premezclado

Cuando los asentamientos especificados para el proyecto rezan “máximo” o “no exceder” de:

Tabla 28
Tolerancias de asentamiento cuando se permite adición de agua en obra.

Tolerancias	Asentamiento	
	80 mm o menos	Mayor a 80mm
Tolerancia en más:	0mm	0mm
Tolerancia en menos:	40mm	60mm

(NTE-INEN 1855-1, 2001)

Esta tolerancia se acepta únicamente si se permite adición de agua en obra y siempre que no incremente la relación agua/cemento sobre el máximo especificado para el proyecto. Si el asentamiento especificado para el hormigón se encuentra en el rango de 80mm hacia abajo, no se permite que sea mayor al establecido pero si hasta 40mm menor. Por ejemplo si el asentamiento máximo permitido es 80mm no se tolera que sea 81mm pero es tolerable que sea 75mm.

Cuando los asentamientos especificados para el proyecto rezan “máximo” o “no exceder” de:

Tabla 29
Tolerancias de asentamiento

Asentamiento especificado	Tolerancias
50mm o menos	+ - 15mm
Entre 50mm y 100mm	+ -25 mm
Mayor que 100mm	+ -40mm

Fuente: (NTE-INEN 1855-1, 2001)

La **Tabla 29** se usa cuando no se permite adicionar agua en obra y los asentamientos están debidamente especificados.

Medición de la cantidad de hormigón

Se puede medir por volumen en las tolvas de recepción, por peso en los encofrados o por la suma de los valores absolutos de cemento, agua, aire y agregados, el fiscalizador debe también verificar el contador de la mezcladora; los límites de revoluciones y velocidad de mezclado deben estar entre 70 a 100.

3.5.5. Supervisión antes de la colocación del hormigón

Excavación y cimentación

Es necesario verificar el estado de la superficie donde se va a colocar el hormigón, esta debe estar eficientemente compactada y por ningún motivo suave. Además se debe humedecerlo para asegurar que el hormigón contenga la cantidad de agua requerida para fraguado y no sea absorbida por el suelo.

La excavación debe realizarse acorde al diseño propuesto en términos de niveles y ubicación siempre buscando el material firme a menos que previo un estudio se haya aprobado la colocación de material de mejoramiento (relleno) o se cuenta con otro sistema como pilotes.

Estructura de encofrado y apoyo

El fiscalizador deberá supervisar los elementos a ser utilizados para recibir el hormigón como puntales y encofrados, estos deben cumplir requerimientos para su adecuado desempeño; Los encofrados deben estar limpios y mantener la forma requerida, debe tomarse en cuenta que la forma de los mismos puede variar por el peso de maquinaria, trabajadores y del mismo hormigón lo cual puede deformarlo y a su vez obtener una sección distinta a la requerida.

En el caso de puntales, se debe asegurar que estos tengan la resistencia necesaria, se los debe colocar uno sobre otro en niveles continuos para evitar esfuerzos de flexión adicionales para los cuales la losa no fue calculada.

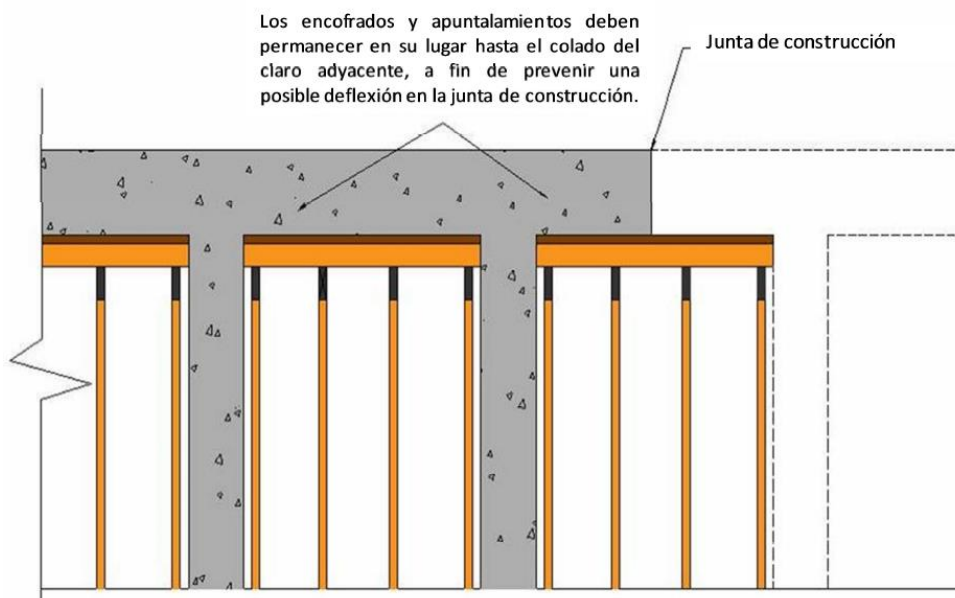


Figura 12. Ubicación de Juntas de Construcción y desencofrado

Fuente: (NEC-SE-HM, 2014)

- Se debe colocar encofrado superior para mantener la forma requerida cuando las inclinaciones son mayores a lo correspondido en 1.5 horizontal, 1 vertical.
- Si el proyecto no lo especifica, como se mencionó anteriormente para evitar el pandeo en el encofrado de losas se debe dejar una contraflecha de 2mm/m.

El encofrado, no se debe retirar arbitrariamente, el NEC-SE-HM estipula lo siguiente al respecto:

Tabla 30
Periodo mínimo de tiempo para desencofrar elementos verticales.

Elemento	Tiempo
Muros	12 horas
Columnas	12 horas
Lados de vigas y Trabes	12 horas
Casetones, ancho $\leq 750\text{mm}$	3 Días
Casetones, ancho 750mm	4 Días

Fuente: (NEC-SE-HM, 2014)

Tabla 31
Periodo mínimo de tiempo para desencofrar elementos horizontales.

Elemento	Carga viva menor que la carga muerta	Carga viva mayor que la carga muerta
Centros de arco	14 días	7 días
Vigas, viguetas		
Menos de 3 m de luz	7 días	4 días
De 3 a 6 m de luz	14 días	7 días
Más de 6 m de luz	21 días	14 días
Losas en una dirección		
Menos de 3 m de luz	4 días	3 días
De 3 a 6 m de luz	7 días	4 días
Más de 6 m de luz	10 días	7 días

Fuente: (NEC-SE-HM, 2014)

La **Tabla 31** y **Tabla 32** se utilizan cuando no se especifica la resistencia mínima a la cual se debe desencofrar, para términos generales el NEC recomienda desencofrar cuando los elementos llegan al 70% de la resistencia. Para conocer la resistencia se deben tomar muestras en obra al momento de vaciado del hormigón conforme a la norma NTE-INEN1576.

Tabla 32
Irregularidades en Superficies de Hormigón.

Clase	Descripción	Irregularidad Permitida (mm)
A	Superficies expuestas al público	3
B	Texturas rugosas que van a recibir estuco, yeso o paneles de madera.	6
C	Superficies expuestas permanentemente o cuando no se especifica otro tipo de acabado	13
D	Superficies permanentemente ocultas o cuando no importa la rugosidad.	25

Fuente: (NEC-SE-HM, 2014)

3.5.6. Colocación del acero de refuerzo.

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta es lo referente al acero de refuerzo, el profesional a cargo de la fiscalización debe verificar doblado, espaciamiento, amarres y colocación de cada elemento de acero para que trabaje de manera íntegra con el hormigón siendo este un requerimiento especial del hormigón armado.

Cada elemento de acero debe corresponder a un diámetro nominal establecido.

3.5.7. Corte y dobléz

A menos que lo indiquen los documentos del contrato, las varillas rectas deben tener una tolerancia longitudinal de 2.5cm y las varillas dobladas se deben medir de exterior a exterior, la especificación para corte y dobléz debe tomarse del capítulo 7 del ACI 318; todos ellos se hacen en frío.

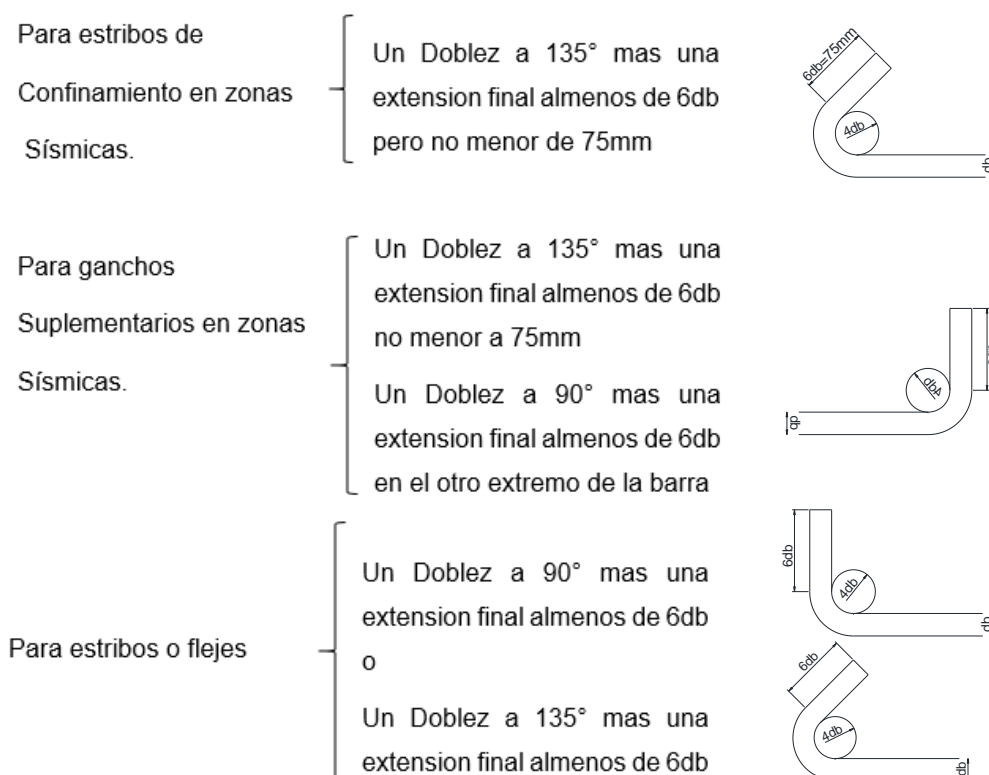


Figura 13. Ganchos para refuerzo transversal.

Fuente: (ACI 318, 2008)

Tabla 33

Diámetros mínimos y máximos de varilla de refuerzo.

Tipo	Diámetro mínimo de barra, db	Diámetro máximo de barra, db
Barras corrugadas	8mm	36mm
Alambre para mallas	4mm	10mm
Estribos	10mm	16mm

Fuente: (NEC-SE-HM, 2014)

CAPÍTULO IV PATOLOGÍA EN EDIFICACIONES SEGÚN ESTUDIO MUNICIPIO DE RUMIÑAHUI

4.1. Antecedentes.

Se elige el cantón Rumiñahui para el estudio de patología debido a que este municipio proporciona la información relacionada con permisos de construcción con datos como nombres de propietarios, claves catastrales y profesionales a cargo de las obras previa solicitud ingresada por el autor del presente trabajo de investigación, información imprescindible para realizar las respectivas encuestas.

Según el municipio de Sangolquí, no existen registros de patologías en viviendas.

En la actualidad se empieza a hacer investigaciones sobre control de obra y ensayo de materiales usados en las mismas por parte de los estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en varios proyectos ubicados en Sangolquí y el Cantón Quito los cuales muestran resultados alarmantes en cuanto a los temas antes mencionados; estos trabajos posteriormente servirán como referencia para futuras investigaciones.

4.2. Determinación de población y muestra

Para el fin del presente estudio, es necesario que las obras de construcción tengan un tiempo de uso promedio de 5 años tiempo estimado en el cual la estructura presenta daños visibles y característicos.

Con la información obtenida por parte del municipio de Rumiñahui, según los registros de permisos de construcción del mes de JUNIO del año 2010, el total de permisos de construcción aprobados es de 32, siendo esta nuestra población a usar para encontrar nuestro número muestra.

Para obtener el valor de la muestra, se usa la siguiente ecuación estadística

$$\frac{k^2 N p q}{e^2 (N - 1) + k^2 p q}$$

Fuente: (SPIEGEL, MURRAY, 1988)

Donde:

N: es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).

k: es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos: un 95,5 % de confianza es lo mismo que decir que nos podemos equivocar con una probabilidad del 4,5%.

Tabla 34

Distribución normal estándar.

Valor de k	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2,24	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97,5%	99%

Fuente: (SPIEGEL, MURRAY, 1988)

e: es el error muestral deseado, en tanto por uno. El error muestral es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella.

p: proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p=q=0.5$ que es la opción más segura.

q: proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1-p$.

n: tamaño de la muestra (número de encuestas que vamos a hacer).

Para el estudio los datos a usar son los siguientes:

Tabla 35

Información para obtención de la muestra

k=	1.65
N=	32
p,q=	0.5
e=	0.1
n=	22

n= 22, por tanto se realizarán 22 encuestas.

4.3. Principales parámetros a encuestar

El interés principal al realizar las encuestas es obtener información relacionada con las patologías que se encuentran en las construcciones actualmente en uso, para ello se divide la información en tres aspectos principales:

- Los preliminares de construcción en la obra tales como personal que construye, ubicación y tiempo de uso de la estructura.
- El tipo de control empleado en obra tanto en procesos como en materiales usados.
- Las patologías visibles en la estructura.

4.4. Elaboración de encuestas

Debido al tiempo de interacción bastante corto con el encuestado, se limita la cantidad de preguntas a realizar, con la perspectiva clara de la información a recopilar se elaboran 26 preguntas que el propietario de la vivienda debe responder limitándose a SI o NO para la elaboración de diagramas de Pareto.

Como información del predio, se coloca el nombre del propietario y su ubicación. Las preguntas se documentan de la siguiente manera:

- 3 preguntas de responsabilidad del propietario.
- 11 preguntas destinadas a verificar el control llevado a cabo por el responsable de la construcción.

- 12 preguntas con patologías comunes en las viviendas.

Todas estas preguntas se las plasma en el siguiente modelo de encuesta con el cual se trabaja.



ENCUESTA PARA ESTUDIO DE PATOLOGÍA EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES

Estamos realizando una encuesta para determinar el nivel de conformidad con el desempeño de su estructura.

Le agradecemos brindarnos unos minutos para responder a las siguientes preguntas:

Fecha:

Ciudad:

Nombre:

Preguntas:

1. Cuantos años de uso tiene la estructura?

1-2 años 3- 4 años 5-6 años

2.- ¿La estructura se encuentra situada un área de riesgo?

SI NO

3.- ¿El proceso de construcción fue supervisado por un profesional (Ingeniero-Arquitecto)?

4.- ¿La estructura se constuyó en base a los planos estructurales?

5.- ¿La estructura se constuyó en base a los planos arquitectónicos?

6.- ¿El encargado entrega informes de avance verbal y/o escritos?

7.- ¿El encargado entrega informes de donde se compran los materiales?

8.- ¿El encargado entrega informes de ensayo de áridos (arena-ripió)?

9.- ¿El encargado entrega informes de ensayo de mampuestos (bloque-Ladrillo)?

10.- ¿El encargado entrega informes de ensayo de hormigones?

11.- ¿El cemento se almacena en lugares adecuados no a la interperie?

12.- ¿Las varillas se almacenan en lugares adecuados no a la interperie?

13.- ¿El personal cuenta con equipo de seguridad apropiado?

14.- ¿Los elementos estructurales cumplen con secciones mínimas?

15.- El personal de trabajadores consistió en:

Maestro Mayor, Maestro Mayor Albañil y Sólo Sólo
Albañiles y y Peones Peones Albañiles Peones
Peones

16.- ¿Existe discontinuidad de elementos estructurales?

17.- ¿Tiene problemas de fisuras en Losas?

18.- ¿Tiene problemas de fisuras en mampostería (paredes)?

19.- ¿Tiene problemas de fisuras en elementos estructurales (vigas/columnas)?

20.- ¿Existen problemas de humedad?

21.- ¿Existe desprendimiento de concreto?

22.- ¿Existen deflexiones en Losas?

23.- ¿Existe pandeo en columnas?

24.- ¿Existen elementos de conducción de agua y/o luz expuestos?

25.- ¿Existen problemas de mal olor por sifonamiento?

26.- ¿Existen problemas de taponamiento en canalizaciones?

Figura 14. Formato de encuesta.

Cabe destacar que la preguntas 1; 3-13y 15 las responderá el propietario con base a su experiencia mientras se cinstruye y las preguntas 2; 14 ;16-26 se evaluan en base a la estructura en ese momento.

4.5. Visita de campo

Las visitas a los predios se las realiza de manera aleatoria debido a la negación de los propietarios a contestar la encuestas, en muchos de los casos los propietarios se limitan a responder a la preguntas pero no permiten el ingreso para la respectiva inspección, en estos lugares se llenan las encuestas y únicamente se toman fotografías de las fachadas como referencia.

En los predios en los cuales los propietarios dan acceso, se registran fotográficamente las patologías presentes en las estructuras. La duración promedio de cada entrevista es de aproximadamente 10 minutos.

4.6. Principales patologías encontradas

Existen varios tipos de patologías claramente visibles en la estructuras una de las más predominantes, la de eflorescencias en paredes por presencia de humedad, fisuras en paredes por asentamientos e incumplimientos de secciones mínimas en elementos estructurales, cada una de estas se describe a continuación:

4.6.1. Problemas de humedad

El Valle de los Chillos y más concretamente el cantón Rumiñahui posee zonas con un nivel freático elevado, la mayoría de lugares cuentan con suelos conocidos como cangaguas que retienen agua, una de las patologías más visibles en las casas es precisamente la de humedad.



Figura 15. Problemas de humedad en losas de viviendas visitadas.

Como se aprecia en la figura 15, existe humedad en las losas de las viviendas, la misma proviene de la terraza accesible en todos los casos.



Figura 16. Problemas de humedad en paredes de viviendas visitadas por tubería de mala calidad.

En la figura 16, se observa una pared de baño que tuvo que ser picada para reemplazar la tubería de agua potable ya que la misma tenía fugas.



Figura 17. Problemas de humedad en paredes de viviendas visitadas.

Tabla 36
Estadístico de Problemas de humedad por ubicación en viviendas.

Ubicación	N° Viviendas	%
Paredes exteriores	9	40.9
Paredes Interiores	13	59.1
Losas	5	22.73
Tubería en mal estado	2	9.1

4.6.2. Grietas en mampostería

Otra patología presente en elementos no estructurales es la de fisuras en la mampostería, en ocasiones se distingue apenas líneas en las paredes y en otras más serias grietas profundas debidas a asentamientos en la estructura.



Figura 18. Grietas horizontales en paredes en una vivienda.



Figura 19. Grietas verticales en paredes en una vivienda.

En la Figura 19 podemos apreciar una grieta en la unión de la pared con la columna en toda la luz de la misma.

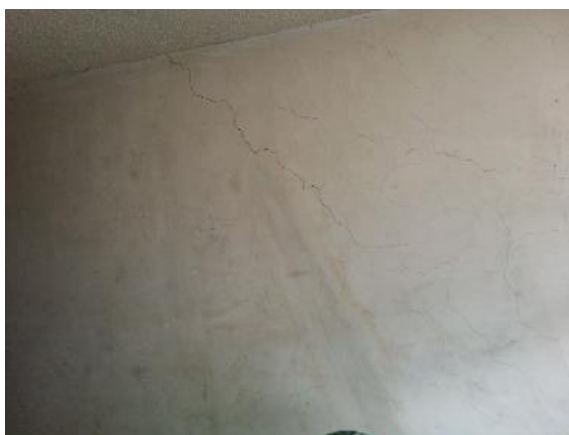


Figura 20 Grietas diagonales en paredes en una vivienda.

**Tabla 37
Estadístico de Problemas de grietas por tipo en viviendas.**

Tipo	N° Viviendas	%
Horizontal	10	45.45
Vertical	6	27.27
Diagonal	2	9.1

4.6.3. Ejes de columnas que no coinciden

Una de las recomendaciones del NEC-SE-HM es la de cuidar la continuidad de los elementos estructurales, es decir que la sección usada para los mismos se mantenga desde el primer al último piso y en una línea en el caso de columnas, una patologías muy recurrente es la de discontinuidad.



Figura 21. Ejes de columnas desfasados en edificaciones visitadas.

En la Figura 21 se observa una edificación de tres pisos ubicada frente al relleno sobre un colector de aguas que se realizó en el redondel del Supermercado Santa María en Sangolquí en la cual las columnas del piso 2 y 3 claramente no son concéntricas, en la figura de la derecha se aprecia el mismo problema.



Figura 22. Discontinuidad en columnas en edificaciones visitadas.

En la **Figura 22** podemos apreciar que la columna llega únicamente hasta el piso 2, y el piso 3 únicamente está constituido por mampostería sin reforzar, el piso superior en un evento sísmico es el que posee un mayor desplazamiento y por ende es mucho más peligroso si se dispone de esta manera.

Tabla 38
Estadístico de Problemas de discontinuidad en viviendas.

Problema	N° Viviendas	%
Discontinuidad en vigas	6	45.45
Discontinuidad en columnas	10	27.27
Sin problemas	8	9.1

4.6.4. Elementos de conducción de agua/luz expuestos

Un aspecto muy común es el de dejar las tuberías expuestas, lo cual daña la estética de la vivienda y facilita el deterioro o destrucción de la misma accidentalmente.



Figura 23. Elementos de conducción expuestos.

En la **Figura 23** se observa una bajante de agua lluvia que se deja expuesta y adosada a la columna, este es el tercer piso de la vivienda por la tanto esta

es una de las bajantes que lleva el agua recogida por la losa de la terraza accesible

En las Figuras 24 y 25 podemos observar claramente las tuberías colocadas en exteriores de las viviendas.



Figura 24. Elementos de conducción expuestos.

En el caso de la última incluso podemos observar que la tubería de desagüe de el fregadero de cocina también está por fuera de la casa, el propietario manifiesta que en reiteradas ocasiones esta se ha roto y la ha debido remplazar.



Figura 25. Elementos de conducción expuestos.

Tabla 39 Problemas de elementos de conducción expuestos en viviendas.

Problemas de elementos de conducción expuestos en viviendas.

Problema	Nº Viviendas	%
Conducción de agua	3	13.6
Conexiones de luz	13	59.1
Sin problemas	6	27.3

CAPÍTULO V VISITA DE CAMPO A EDIFICACIONES EN CONSTRUCCIÓN

5.1. Construcciones analizadas

5.1.1. Generalidades

Las visitas se las realiza en obras en proceso de construcción destinadas al uso residencial y donde el encargado de la ejecución de la obra proporcionó la debida apertura. Se toman 4 obras ubicadas en varios sectores del valle de los chillos, cabe destacar que unas pertenecen el municipio de Sangolquí y otras a la administración zonal de Quito.

La visita de campo consta de una residencia temporal de 5 días para cada obra en la cual se supervisa la metodología Constructiva, el Control de los procesos y las Patologías encontradas.

5.1.2. Muestra

Las construcciones analizadas en la presente son las siguientes:

Proyecto 1: Se encuentra ubicado en el sector del Tingo y está conformado por un total de 8 unidades habitacionales de 3 pisos de hormigón armado cada una, solo la última de estas tiene acceso a la cubierta. Las viviendas se encuentran localizadas en 2 hileras una frente a la otra y separadas entre sí por juntas.



Figura 26. Ubicación de las viviendas Proyecto 1.

Proyecto 2: Se encuentra ubicado en el barrio San Carlos de Alangasí a pocos metros del centro de reposo San Juan de Dios, consta de un total de 9 unidades habitacionales de 2 pisos de estructura mixta dispuestas a manera de conjunto.

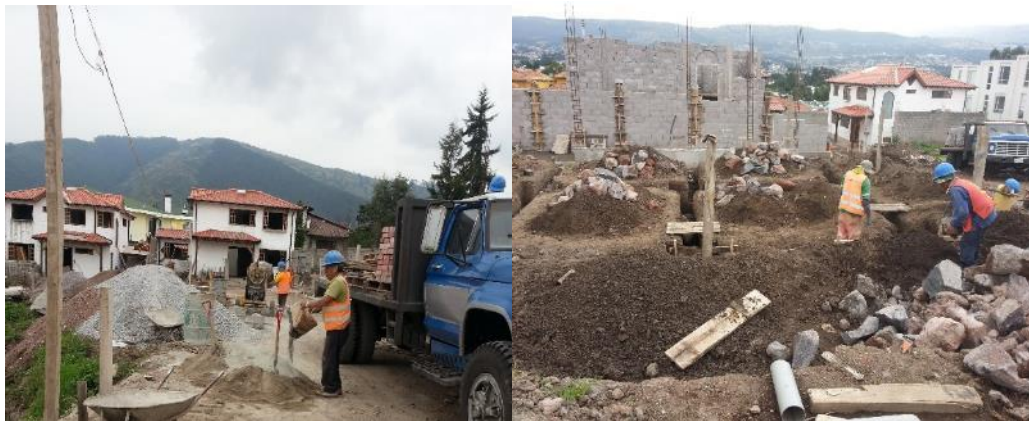


Figura 27. Vista del proyecto 2.

Proyecto 3: Se encuentra ubicado en el sector de Fajardo, consta de una edificación de departamentos de 4 pisos en total.



Figura 28. Vista del Proyecto 3.

Proyecto 4: Se encuentra ubicado en el sector de Fajardo, consta de departamentos de 2 y 3 pisos a manera de conjunto habitacional.



Figura 29. Vista del proyecto 4.

5.2. Métodos más comunes de control de obra en el ámbito estructural.

5.2.1. Cimentaciones.



Figura 30. Fundición de cimentaciones Proyecto 2.

Los controles a realizar en estos trabajos son los siguientes:

En la excavación:

- Verificar alineamientos y ejes
- Verificar ancho de excavación

- Verificar el fondo de excavación parejo y limpio
- Verificar que las paredes estén rectas

En el Hormigonado:

- Chequear tensores y pilares según los planos
- Verificar los niveles de las armaduras de rejilla cimiento columna y cadenas
- Verificar la dosificación del hormigón
- Verificar transporte y vaciado del hormigón
- Verificar el vibrado del hormigón.
- Verificar recubrimiento mínimo de 5 cm (ACI 318, 2008).
- Controlar curado durante los primeros 7 días.

Descripción de procedimientos realizados durante la visita

Luego de la excavación, se colocan piedras medianas para las cadenas que serán fundidas con hormigón ciclópeo, se funden los replantillos y sobre ellos se colocan las columnas con la respectiva rejilla prefabricadas, se las nivela con plomada y nivel y se entiban con madera, luego se transporta el hormigón en carretilla y se lo vacía desde una altura de 50cm, se hace homogénea la mezcla con un codal.

Observaciones.

En este caso, la sección de zapata es de 40x40cm y 15cm de espesor y la sección de columna de 15x10 cm. El NEC-SE-VIVIENDA especifica que la dimensión menor para zapatas aisladas es de 1 m mínimo y de un espesor de 15cm , en el caso de la columna la misma norma recomienda que para estructuras de 2 pisos la columna inferior debe ser como mínimo de 20x20 cm , como podemos apreciar, las secciones mínimas no se cumplen en el proyecto.

No existe control alguno por parte de un profesional calificado únicamente el maestro de obra se encuentra presente, no se toma muestras para ningún tipo de ensayo del hormigón.

5.2.2. Columnas



Figura 31. Fundición de columnas.

Los controles a realizar en estos trabajos son los siguientes:

En el encofrado y armado:

- Verificar alineamientos y ejes
- Verificar dimensiones
- Verificar separación de estribos $s \leq (6db \text{ long}, 100\text{mm})$ en zona de confinamiento. (NEC-SE-HM, 2014)
- Verificar separación de estribos $s \leq (6db \text{ long}, 150\text{mm})$ en la zona intermedia. (NEC-SE-HM, 2014)
- Verificar colocación de separadores
- Verificar amarres y plomos
- Verificar altura de llenado
- Verificar colocación correcta de encofrados

En el Hormigonado:

- Verificar la dosificación del hormigón
- Verificar mojado de superficies
- Verificar disponibilidad de vibrado
- Verificar altura de llenado $< 2\text{m}$. (HOLCIM, 2015)
- Verificar que el espesor de cada capa no sea superior a 50 cm. Con espesores superiores la compactación no es eficaz. (HOLCIM, 2015)
- Verificar que no se arroje el hormigón con pala a gran distancia o distribuirlo con rastrillos o hacerlo avanzar más de 1 m, dentro de las formaletas. (HOLCIM, 2015)
- Verificar que se lleve a cabo el vibrado.

- La duración de la vibración debe estar comprendida entre 10 y 25 segundos, y la distancia entre los puntos de inmersión debe ser de aprox. 50 cm, dependiendo de la característica del vibrador. (HOLCIM, 2015)
- Verificar superficies de terminación.
- Controlar curado durante los primeros 7 días.

5.2.3. Vigas.



Figura 32. Vigas fundidas en el Proyecto 1.

Los controles a realizar en estos trabajos son los siguientes:

En el encofrado y armado:

- Verificar limpieza armadura.
- Verificar alineamientos y ejes.
- Verificar dimensiones.
- Verificar separación de estribos $s \leq (d/4, 6db \text{ long}, 200\text{mm})$ en 2 h (NEC-SE-HM, 2014)
- Verificar separación de estribos $s < d/2$ en la zona intermedia.
- Verificar colocación de separadores. (NEC-SE-HM, 2014)
- Verificar amarres y plomos.
- Verificar colocación correcta de encofrados.

En el Hormigonado:

- Verificar la dosificación del hormigón.
- Verificar mojado de superficies.

- Verificar disponibilidad de vibrado.
- Verificar altura de llenado < 2m.
- Verificar que no se arroje el hormigón con pala a gran distancia o distribuirlo con rastrillos o hacerlo avanzar más de 1 m, dentro de las formaletas.
- Verificar que se lleve a cabo el vibrado.
- La duración de la vibración debe estar comprendida entre 10 y 25 segundos, y la distancia entre los puntos de inmersión debe ser de aprox. 50 cm, dependiendo de la característica del vibrador.
- Verificar superficies de terminación.
- Controlar curado durante los primeros 7 días.

5.2.4. Losas.



Figura 33. Fundición de Losas.

Los controles a realizar en estos trabajos son los siguientes:

En el encofrado y armado:

- Verificar alineamientos y ejes.
- Verificar geometría de la losa, anclaje escalera
- Verificar dimensiones.
- Verificar nivel horizontal de moldaje.
- Verificar armadura, cantidad y ubicación.
- Verificar nivel de altura losa
- Verificar amarres y plomos.
- Verificar colocación de tubería eléctrica
- Verificar colocación correcta de encofrados.

En el Hormigonado:

- Verificar la dosificación del hormigón.
- Verificar mojado de superficies.
- Verificar disponibilidad de vibrado.

- Verificar que no se arroje el hormigón con pala a gran distancia o distribuirlo con rastrillos o hacerlo avanzar más de 1 m, dentro de las formaletas.
- Verificar que se lleve a cabo el vibrado.
- La duración de la vibración debe estar comprendida entre 10 y 25 segundos, y la distancia entre los puntos de inmersión debe ser de aprox. 50 cm, dependiendo de la característica del vibrador.
- Verificar superficies de terminación.
- Controlar curado durante los primeros 7 días.

5.3. Métodos más comunes de control de obra en el ámbito no estructural.

5.3.1. Colocación de mampostería.



Figura 34. Colocación de Mampostería Proyecto 2.

Los controles a realizar en estos trabajos son los siguientes:

- Verificar alineamientos y ejes
- Verificar que los refuerzos secundarios de hierro o chicotes en las columnas estén ubicados a no más de 60 cm de distancia entre sí, con una longitud libre de 50 cm y un empotramiento de 15 cm mínimo. (HOLCIM, 2015).
- Verificar la colocación de elementos de impermeabilización en las bases (chova).
- Verificar el mortero de pega a emplear (*1 saco de 50 kg de cemento, 40 litros de agua potable, 4 parihuelas al ras de arena fina, seca y limpia*). (HOLCIM, 2015)
- Verificar las plomadas a medida que se avanza.
- Verificar la colocación de elementos de unión entre mampostería – vigas y mampostería – losas ya sea colocando espuma o con mortero.

Descripción de procedimientos realizados durante la visita

La metodología encontrada para la colocación de elementos no estructurales no es la misma en los proyectos analizados, en el caso del proyecto 1, luego de fundidos todos los elementos estructurales, se procede a la colocación de la mampostería que está constituida de bloques de hormigón de 15 cm los cuales se pegan con una pasta de mortero a base de cemento arena y agua sin contar con la colocación de chicotes, es decir se los coloca directamente sobre el contrapiso y las losas sin elementos de adicionales de conexión con las columnas.

El proyecto 2, cuenta con un mayor control en este aspecto, existen elementos de impermeabilización, que se colocan antes de la mampostería.



Figura 35. Impermeabilización y arriostramiento de mampostería proyecto 2.

Adicionalmente se colocan elementos de conexión entre el contrapiso y los bloques de igual manera en las columnas se colocan chicotes a 60cm de las base.

Observaciones.

En ninguno de los 3 proyectos existe un profesional a cargo del control; El proyecto 4 al contrario, cuenta con un exigente control por parte de fiscalización, la mampostería se coloca con guías de piola ubicadas

previamente para control de plomadas, en caso de no contar con la plomada correcta, se procede a demoler, el procedimiento de colocación es el mismo.



Figura 36. Proceso de enlucido con máquina proyectora.

5.3.2. Enlucidos.

Los controles a realizar en estos trabajos son los siguientes:

- Verificar la limpieza de la superficie
- Verificar la eliminación de excesos de mortero de los bloques
- Verificar que se humedezcan las superficies a enlucir.
- Verificar la dosificación del mortero a usar
- Verificar que la mezcla se mantenga por menos de 30 min.
- En el caso de maquina proyectora, verificar que la tolva se encuentre limpia y libre de residuos.
- Verificar el espesor de enlucido.
- Controlar el curado. Si el enlucido es en exterior deje pasar 6 horas para poder realizar el primer curado, y realizar 3 curados al día: en la mañana, al medio día y en la tarde por los primeros 3 días.
- Controlar curado. Si el enlucido es interior deje pasar 12 horas para poder realizar el primer curado, y realizar un curado diario en la mañana por los primeros 7 días.

Descripción de procedimientos realizados durante la visita

Se prepara mortero con arena cemento y agua (1 saco de 50 kg de cemento, 50 litros de agua potable, 5 parihuelas al ras de arena fina, seca y

limpia) y se aplica sobre la mampostería ya colocada así como en las losas etc. las cuales previamente se humedecen con agua.

Se aplica con balaustre lanzándolo hacia el elemento y se enrasa con una liana.

En el caso especial de proyecto 4, la metodología es distinta; Se procede a igualar los excesos de mortero colocado para unir los bloques en el caso de las mamposterías y a igualar las irregularidades en los elementos de hormigón armado con ayuda de una amoladora o simplemente picando.

Se coloca el material para en lucido en este caso ENLUMAX en la tolva de la maquina proyectora la cual después de encenderla mezcla y adiciona el agua necesaria para la aplicación.

Mediante la bomba y la manguera de la maquina se proyecta el material sobre la superficie, Se iguala el material con ayuda de una madera (codal) para secciones grandes, y en las pequeñas con una liana.

Observaciones.

En ninguno de los 3 proyectos existe un profesional a cargo del control; El proyecto 4 al contrario, cuenta con un exigente control por parte de fiscalización, el mismo se encuentra presente durante todo el día todos los días.

5.3.3. Estucados.



Figura 37. Proceso de estucado Proyecto 4.

Los controles a realizar en estos trabajos son los siguientes:

- Verificar plomadas de enlucido previo
- Verificar la proporción de sílice – agua (2:1)
- Verificar la colocación de la capa de sílice min 3mm
- Verificar la proporción de carbonato de calcio – agua (2:1)
- Verificar la colocación del empaste.
- Verificar superficies de terminación.

Descripción de procedimientos realizados durante la visita

Luego de enlucida la mampostería, se coloca una capa de sílice de aproximadamente 3mm para evitar cuarteaduras posteriormente. Una vez colocada la capa de sílice, se procede a mezclar el carbonado de calcio con agua mediante la ayuda de un taladro y un aspa. Una vez obtenida una mezcla homogénea y no muy espesa, se la coloca sobre las paredes y losas con ayuda de una liana y/o codal.

Observaciones.

En ninguno de los 3 proyectos existe un profesional a cargo del control; El proyecto 4 al contrario, cuenta con un exigente control por parte de fiscalización, el mismo se encuentra presente durante todo el día todos los días.

5.4. Falencias encontradas en el control de obra

En primer lugar cabe resaltar que la mayoría de patologías que se presentan luego de varios años de construida la estructura e incluso cuando aún se la construye, se deben a la falta de control en obra más que al diseño deficiente, en el caso de las edificaciones analizadas el control de obra fue prácticamente inexistente o nulo.

La falencia principal en control de obra es precisamente el hecho de que no existe control de obra y debido a eso se encuentran las siguientes patologías o problemas:

5.4.1. Columna Corta



Figura 38. Columna corta Proyecto 1.



Figura 39. Columna corta Proyecto 1.

En la Figura 39 se aprecia que los bloques de la misma edificación al estar en desnivel, las losas seccionan a la columna intermedia en 5 partes lo cual la convierte en una columna corta; en este proyecto, todas las unidades habitacionales están dispuestas de esta manera. La Figura 38 corresponde a una edificación terminada del mismo proyecto, se puede apreciar que los ventanales van de columna a columna, lo cual disminuye la longitud de la misma volviéndola columna corta, El problema que se presenta en el elemento estructural cuando la interacción **tabique-columna** no fue

considerado en su diseño y por, la columna recibe una mayor carga horizontal y durante una fuerza sísmica esta la absorbe y falla por cortante.



Figura 40. Discontinuidad nudos en una estructura.

5.4.2. Problemas de continuidad en nudos.

En la Figura 40 se observa claramente que no existe homogeneidad en el hormigón usado para la conexión viga columna; inicialmente no existía hormigón en este sector por lo que se coloca un resane posterior a la fundición a base de mortero.

La conexión viga columna en la primera planta de una estructura de 3 pisos es muy importante, la inexistencia de confinamiento proporcionado por el hormigón en esta sección ocasionaría en el caso de un evento sísmico que los esfuerzos sean absorbidos únicamente por las varillas y la sección de hormigón interior convirtiéndose en puntos críticos de colapso. Con el debido control de obra se habría colocado de manera adecuada el encofrado y verificado que al momento del vaciar el hormigón toda la sección se llene y el hormigón quede homogéneo mediante vibrado.

5.4.3. Inexistencia de Hormigón en elementos.

Otro problema grave en el cual se incurre es la de no colocar correctamente los encofrados y adicionalmente a esto no vibrar el hormigón.



Figura 41. Varillas expuestas en gradas.

En la Figura 41 se observa una grada en la cual las varillas se pueden ver después de fundida la misma. Un control de obra adecuado exige la colocación correcta de los encofrados y más aún el vaciado correcto del hormigón haciendo hincapié en el vibrado del mismo.

5.4.4. Cambios de sección en columnas



Figura 42. Cambio de sección en columnas de una estructura.

En la Figura 42, Claramente se aprecia que la sección en las columnas no es la misma en la cabeza y pie de columna y mucho más grave aún, las secciones más pequeñas se encuentran en la parte inferior de las columnas. El NEC-SE-VIVIENDA recomienda que exista continuidad en la sección del elemento, si se considera necesario, permite la reducción de sección pero de nivel a nivel, no en el mismo.

Las consideraciones para NEC-SE-VIVIENDA hacen alusión a edificaciones de 2 pisos pero aun en ellas, la sección de columna inferior es

mayor que la sección de columna en el pisos superior, en la imagen observamos que el pie de columna es el más pequeño, esto es debido una vez más a la mala colocación de los encofrados, lo cual vuelve vulnerables a los nudos de pie de columna.

5.4.5. Inadecuada colocación de acero en elementos estructurales.



Figura 43. Mala colocación de acero en una losa y viga.

En la Figura 43 podemos observar una varilla que en lugar de estar colocada en el nervio de la losa alivianada se encuentra sobre uno de los bloques lo cual elimina el aporte del acero en este nervio, el diseño de losas nervadas requiere que el acero del nervio colabore a soportar los esfuerzos de flexión de la losa, la inexistencia de acero en uno de los nervios hace que dicha sección no trabaje de manera adecuada.

De igual manera en la figura de la derecha se puede apreciar como los estribos no se encuentran ubicados a 90° y el recubrimiento es inexistente; el ACI recomienda la colocación de 2 hileras de confinamiento colocadas a 9° debido a que la falla por cortante se produce a 45° y es crítica en la zona $2h$, la mala colocación de estribos en esta sección hace vulnerable al corte a esta viga.

5.4.6. Inexistencia de recubrimientos en elementos estructurales

En la Figura 44 se aprecia que el acero colocado en esta escalera se encuentra expuesto debido a una mala colocación del encofrado, posteriormente se lo cubrirá con mortero, pero este no posee las propiedades del hormigón con el cual se funde el elemento.



Figura 44. Inexistencia de recubrimientos en una grada.

Este recubrimiento evita el pandeo bajo ciertas condiciones de carga de compresión, evita la oxidación cuando se exponga al clima y la pérdida de resistencia cuando se expone al fuego. EL NEC-SE-HM remite al capítulo 7 del ACI-318 las condiciones de recubrimiento que deben poseer los elementos. Según el ACI el recubrimiento mínimo en este caso debe ser de 4cm.

5.4.7. Perforaciones en elementos estructurales.

Una patología común es la de elementos viga o columna que se perforan arbitrariamente para colocar por ellas tuberías ya sea de agua o luz lo cual disminuye la sección para la cual el elemento fue calculado y en el caso concreto de vigas por lo general se lo hace en donde la sección es más crítica por acción de esfuerzos de corte.

En la Figura 45 se observa una viga que es atravesada por una tubería para instalación de luz dentro de la distancia $2h$ de la viga zona crítica a corte. Como se menciona anteriormente en el proyecto 2 la existencia de un fiscalizador era nula, el único encargado de obra es el maestro mayor, no existe ni siquiera la presencia del contratista, como medida preventiva se controlaría en primer lugar los planos de instalaciones y dada la necesidad incluso se los modificaría; ya en obra con la debida supervisión no se perforaría este elemento porque se colocarían las tuberías adecuadamente desde el principio.



Figura 45. Vigas atravesadas por tuberías en proyectos.

5.4.8. Inexistencia de juntas de construcción.

Un aspecto sísmico importante a tener en cuenta al momento de construir una edificación cercana a otra es la de colocar juntas sísmicas entre las dos.



Figura 46. Inexistencia de juntas sísmicas entre estructuras.

En la Figura 46 se observa que no existe ninguna junta de construcción entre la estructura nueva y la de la derecha ya existente. El NEC-SE-VIVIENDA da como mínimo una junta de 2.5 cm en edificaciones adyacentes, en este caso en particular, existe una diferencia de niveles entre las edificaciones lo cual hace aún más imperativa la presencia de una junta sísmica, con un control adecuado se realizarían la modificaciones pertinentes en los planos para incluir la junta.

5.4.9. Inadecuado amarre y colocación de acero.



Figura 47. Inadecuada sujeción y colocación de acero en un proyecto.

La Figura 47 es una fotografía tomada desde arriba que muestra el interior del encofrado de una columna, claramente podemos observar que los hierros longitudinales de la columna no se encuentran alineados debido al mal amarre del estribo, esto afecta claramente a la distribución de acero dentro del elemento estructural lo cual vuelve vulnerable a esta columna.

5.4.10. Inadecuada sujeción de elementos no estructurales.

Como se menciona anteriormente los elementos no estructurales son los primeros en colapsar ante un evento sísmico y en reiteradas ocasiones pueden costar serias lesiones a los propietarios por no hablar de sus vidas.

En el caso de la colocación de ventanales, en el proyecto 1 los mismos poseen unas grandes dimensiones, los marcos se sujetan a la mampostería únicamente con 2 tornillos intermedios en todos los lados.



Figura 48. Colocación de ventanales Proyecto 1.

Las normas MINVU y FEMA especifican que los elementos que sirven de soporte a otro como canaletas para cielo raso o canaletas para ventanas deben sujetarse de una manera adecuada hacia la mampostería y permitir el desplazamiento del elemento que sostienen, es decir el marco debe estar bien anclados a la mampostería.

5.4.11. Inexistencia de control en obra.

Solo una de las obras visitadas cuenta con un eficiente control de obra en el resto de ella la presencia de un profesional en obra es casi nula, en el caso del proyecto 2 el único presente en obra como responsable es el Maestro Mayor el cual toma todas las consideraciones únicamente basado en su experiencia.



Figura 49. Replanteo Proyecto 2.

En la Figura 50 podemos apreciar el método empleado para replantear todas las unidades habitacionales del proyecto 2, únicamente el maestro mayor apoyándose en una cinta coloca los puntos sobre los cuales se va a excavar y posteriormente construir, no existen planos topográficos de la zona ni se usa un teodolito para este trabajo, al día posterior de tomada esta fotografía comenzaron las excavaciones.

CAPÍTULO VI ENCUESTAS A FISCALIZADORES

6.1. Determinación de población y muestra

La fiscalización de la construcción se maneja en gran parte en base a la experiencia de los profesionales a cargo, por tanto es de suma importancia para el desarrollo de un manual contar con los conocimientos que los mismos han ido adquiriendo a través de los años.

Se toma como universo a los profesionales que se encuentran prestando servicios de Fiscalización en distintos sectores del país.

Para obtener el valor de la muestra, se usa la siguiente ecuación estadística:

$$\frac{k^2 N p q}{e^2 (N - 1) + k^2 p q}$$

Fuente: (SPIEGEL, MURRAY, 1988)

Donde:

N: es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).

k: es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos: un 95,5 % de confianza es lo mismo que decir que nos podemos equivocar con una probabilidad del 4,5%.

Tabla 40
Distribución normal estándar.

Valor de k	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2,24	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97,5%	99%

Fuente: (SPIEGEL, MURRAY, 1988)

e: es el error muestral deseado, en tanto por uno. El error muestral es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella.

p: proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p=q=0.5$ que es la opción más segura.

q: proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1-p$.

n: tamaño de la muestra (número de encuestas que vamos a hacer).

Para el estudio los datos a usar son los siguientes:

Tabla 41

Información para obtención de la muestra

k=	1.65
N=	20
p,q=	0.5
e=	0.1
n=	16

$n= 16$, por tanto se realizarán 16 encuestas.

6.2. Principales parámetros a encuestar

El interés principal al realizar las encuestas es obtener información acerca de la experiencia y controles llevados a cabo por los profesionales que se encuentran prestando servicios de fiscalización en la actualidad versus las patologías encontradas en el desarrollo y son:

- Ensayos aplicables al hormigón armado

- Ensayos aplicables al suelo
- Secciones admitidas en elementos estructurales
- Controles sísmicos
- Controles de calidad
- Controles de almacenamiento de materiales
- Controles de seguridad del personal

6.3. Elaboración de encuestas

Debido al tiempo de interacción bastante corto con el encuestado, se limita la cantidad de preguntas a realizar, con la perspectiva clara de la información a recopilar se elaboran 19 preguntas las mismas que el profesional debe responder basándose en su experiencia, se coloca el nombre del profesional y su ubicación. Las preguntas se documentan de la siguiente manera:

- 2 preguntas sobre ensayos aplicables al hormigón armado
- 1 pregunta sobre ensayos aplicables al suelo
- 1 pregunta sobre secciones admitidas en elementos estructurales
- 2 preguntas sobre controles sísmicos
- 1 pregunta sobre secciones admitidas en acero
- 5 preguntas sobre controles de calidad y de obra
- 3 preguntas sobre controles de almacenamiento de materiales
- 4 preguntas sobre controles del personal

Todas estas preguntas se las plasma en el siguiente modelo de encuesta con el cual se trabaja.



ENCUESTA PARA ESTUDIO DE PROCESOS DE FISCALIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES

Estamos realizando una encuesta para determinar el nivel de control en los procesos constructivos. Le agradecemos brindarnos unos minutos para responder a las siguientes preguntas:

Nota: La información se utilizará únicamente con fines estadísticos sin usar referencias personales.

Fecha: _____

Ciudad: _____

Nombre: _____

Firma: _____

Preguntas:

1. Cuantos años de experiencia profesional posee?

1-5 años 6- 10 años más de 10 años

2.- ¿Que ensayos aplicables al hormigón armado usa usted en sus proyectos?

3.- ¿Que estudios aplicables al suelo solicita usted previos a la construcción?

4.- ¿Que tolerancias en el asentamiento del hormigón usted acepta en obra?

5.- ¿Cuales son las secciones mínimas de acero en estribos que ha usado en proyecto?

6.- ¿En los proyectos controla la existencia de juntas Sísmicas de Construcción/ y de cuanto las recomienda?

7.- ¿Cuales son las secciones mínimas para elementos estructurales que recomienda para estructuras de 3 pisos?

8.- ¿Siendo de 1 a 5 el riesgo sísmico de las zonas en Quito que valoración daría usted?

9.- ¿Que controles de calidad aplica en la recepción en obra del cemento?

10.- ¿Que controles de calidad aplica en la recepción en obra de los áridos (arena/ripio)?

11.- ¿Que controles de calidad aplica en la recepción en obra de los mampuestos (bloques/ladrillos)?

12.- ¿De que manera realiza usted el almacenaje de cemento?

13.- ¿De que manera realiza usted el almacenaje de los áridos (arena/ripio)?

14.- ¿De que manera realiza usted el almacenaje de los mampuestos (bloques/ladrillos)?

15.- ¿Trabaja mediante el uso de cronogramas?

16.- Su personal de trabajadores consta de:

Maestro Mayor Albañiles Peones Electricistas Plomeros Maquinistas Otros

17.- ¿Cual es el equipo de seguridad proporcionado a su personal en cada área?

18.- ¿Cual es el tiempo que usted emplea para el control de obra diariamente?

19.- ¿Que aspectos recomendaría usted para un control de obra eficiente?

Figura 50. Formato de encuesta a Fiscalizadores.

6.4. Conteo y totales

Las respuestas proporcionadas a las preguntas detalladas anteriormente se registran en varias tablas de conteo individuales.

Tabla 42

Análisis de la Pregunta 1.

¿Cuántos años de experiencia profesional posee?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
1 a 5 años	16	6	38
6 a 10 años	16	9	56
más de 10	16	1	6

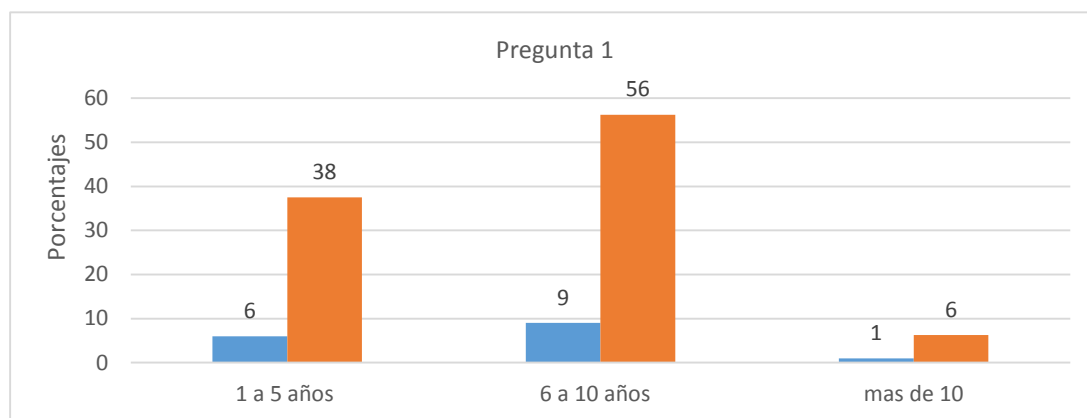


Figura 51. Respuestas a la pregunta 1.

Tabla 43

Análisis de la Pregunta 2.

¿Qué ensayos aplicables al hormigón armado usa usted en sus proyectos?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
Compresión	16	16	100
Cono de Abrhams	16	16	100
Esclerómetro	16	5	31
Presiométrico	16	4	25
Volumétrico	16	0	0
Otros	16	1	6
Ninguno	16	2	13

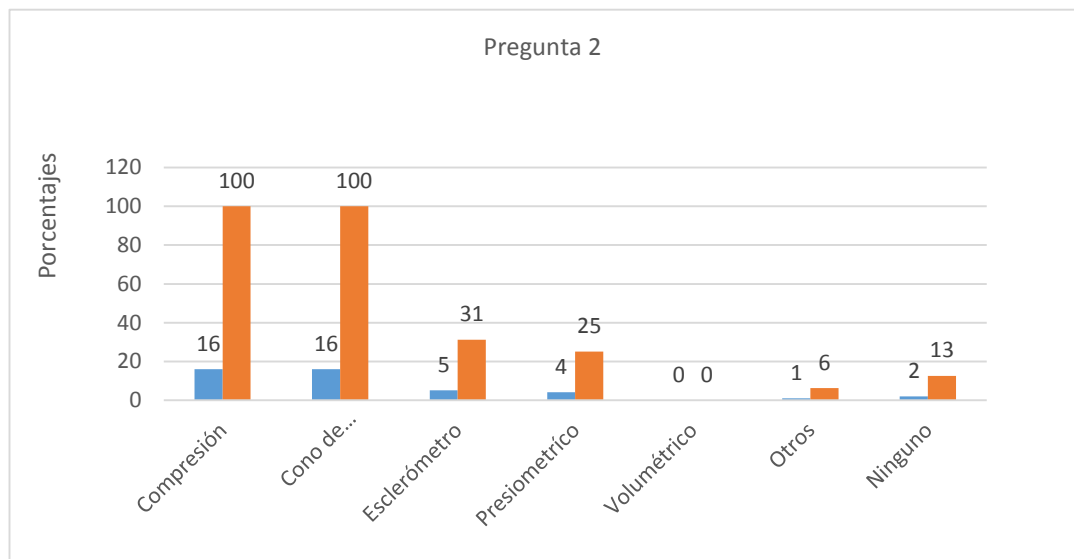


Figura 52. Respuestas a la Pregunta 2.

Tabla 44
Análisis de la Pregunta 3.

¿Que estudios aplicables al suelo solicita usted previos a la construcción?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
SPT	16	6	38
Refracción Sísmica	16	3	19
Densímetro Nuclear	16	2	13
Cono y arena	16	7	44
% de Humedad	16	14	88
Próctor	16	6	38
Permeabilidad	16	11	69

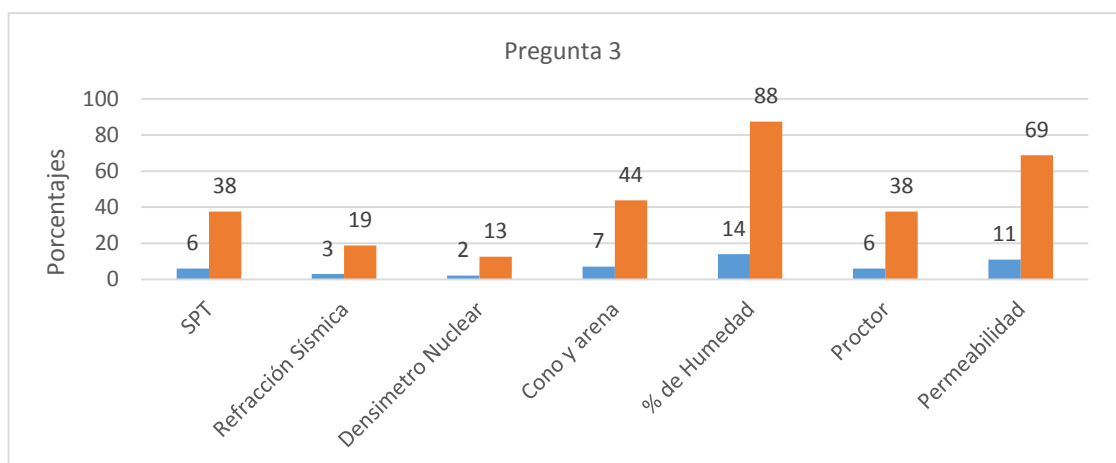


Figura 53. Respuestas a la pregunta 3.

Tabla 45

Análisis de la Pregunta 4.

¿Que tolerancias en el asentamiento del hormigón usted acepta en obra?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
1 cm	16	0	0
2cm	16	2	13
2.5 cm	16	2	13
3cm	16	4	25
5cm	16	7	44
más de 5cm	16	1	6

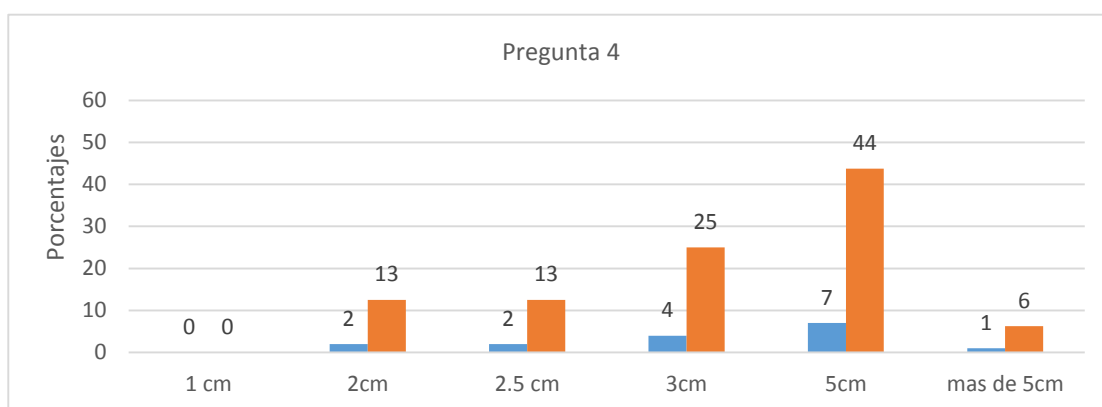


Figura 54. Respuestas a la pregunta 4.

Tabla 46

Análisis de la Pregunta 5.

¿Cuáles son las secciones mínimas de acero en estribos que ha usado en proyecto?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
8mm	16	2	13
10mm	16	9	56
12mm	16	5	31

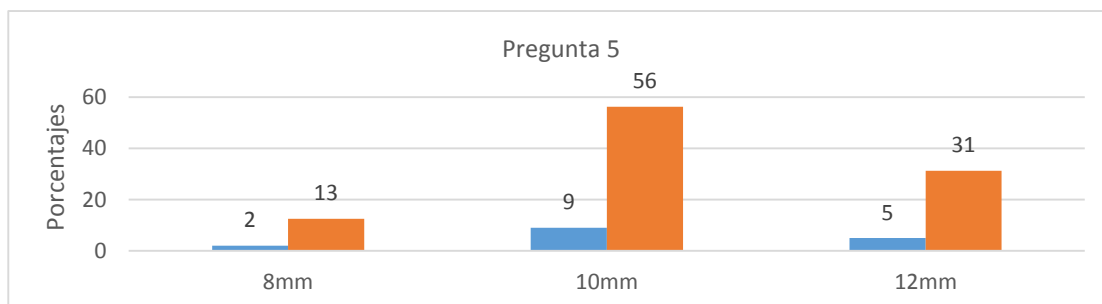


Figura 55. Respuestas a la pregunta 5.

Tabla 47
Análisis de la Pregunta 6.

¿En los proyectos controla la existencia de juntas Sísmicas de Construcción/ y de cuanto las recomienda?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
0 cm	16	0	0
2 cm	16	1	6
3 cm	16	7	44
5 cm	16	8	50

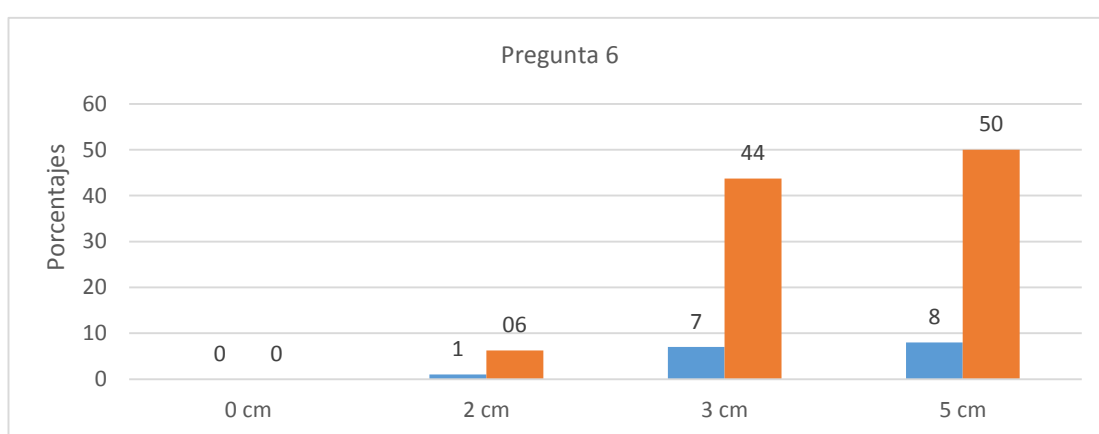


Figura 56. Respuestas a la pregunta 6.

Tabla 48
Análisis de la Pregunta 7.

¿Cuáles son las secciones mínimas para elementos estructurales que recomienda para estructuras de 3 pisos?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
Columna 20x20	16	1	6
Columna 20x25	16	6	38
Columna 30x30	16	5	31
Columna 40x30	16	4	25
Viga 15x15	16	0	0
Viga 20x20	16	5	31
Viga 20x30	16	8	50
Viga 40x30	16	3	19

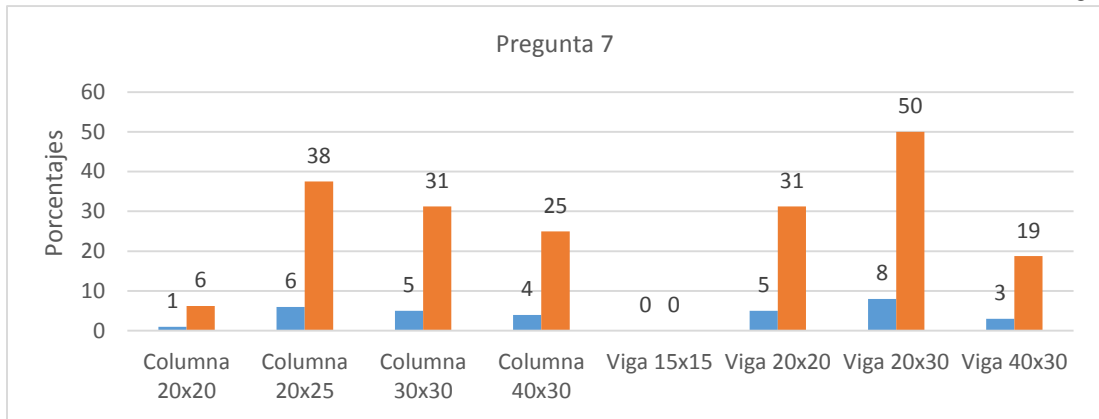


Figura 57. Respuestas a la pregunta 7.

**Tabla 49
Análisis de la Pregunta 8.**

¿Siendo de 1 a 5 el riesgo sísmico de las zonas en Quito que valoración daría usted?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
1	16	0	0
2	16	0	0
3	16	0	0
4	16	7	44
5	16	9	56

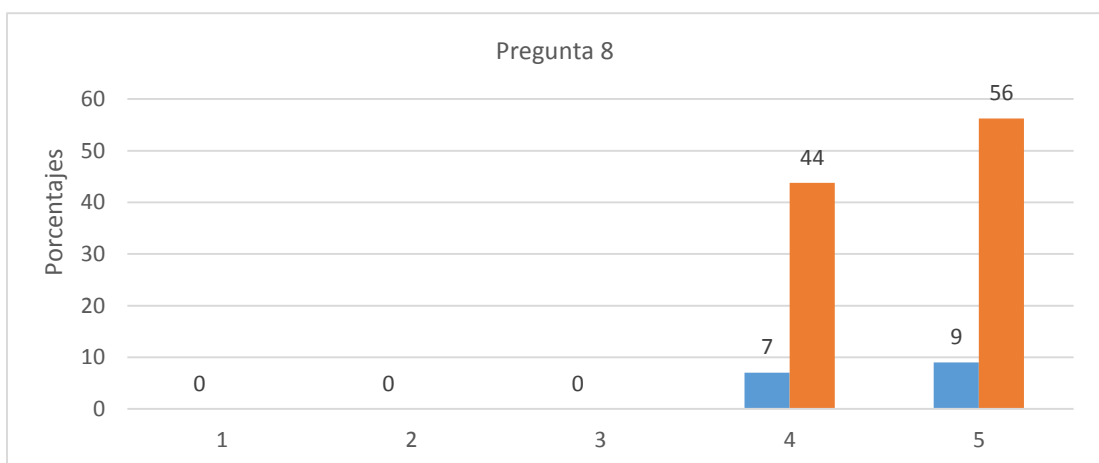


Figura 58. Respuestas a la pregunta 8.

Tabla 50
Análisis de la Pregunta 9.

¿Qué controles de calidad aplica en la recepción en obra del cemento?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
Fecha fabricación	16	14	88
Procedencia	16	15	94
Visual	16	16	100
Ensayo de finura	16	4	25
ninguno	16	6	38

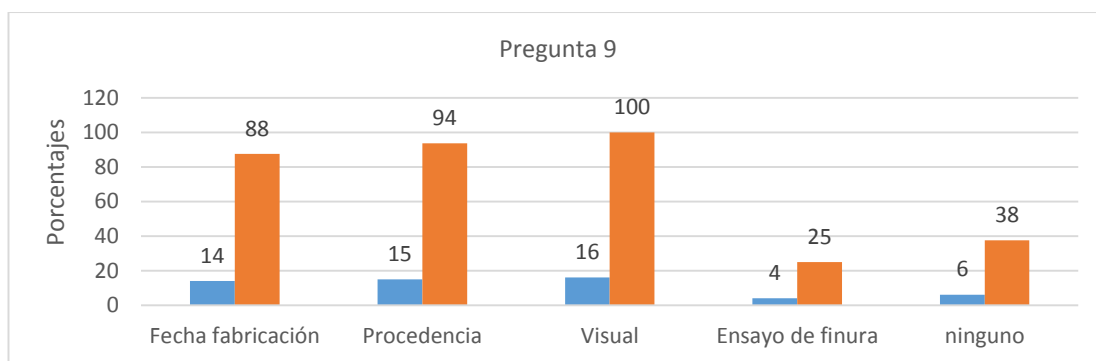


Figura 59. Respuestas a la pregunta 9.

Tabla 51
Análisis de la Pregunta 10.

¿Qué controles de calidad aplica en la recepción en obra de los áridos (arena/ripió)?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
Material vegetal	16	8	50
Humedad	16	12	75
Homogeneidad	16	2	13
Alcalinidad	16	0	0
ninguno	16	3	19

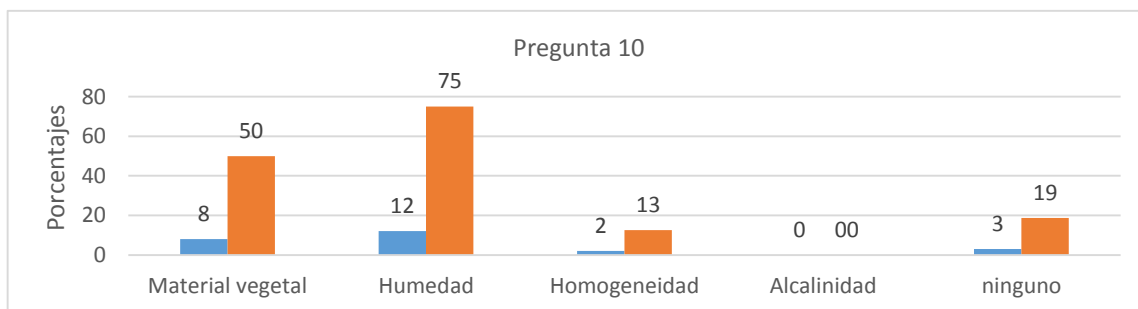


Figura 60. Respuestas a la pregunta 10.

Tabla 52
Análisis de la Pregunta 11.

¿Qué controles de calidad aplica en la recepción en obra de los mampuestos (bloques/ladrillos)?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
Homogeneidad	16	12	75
ninguno	16	4	25

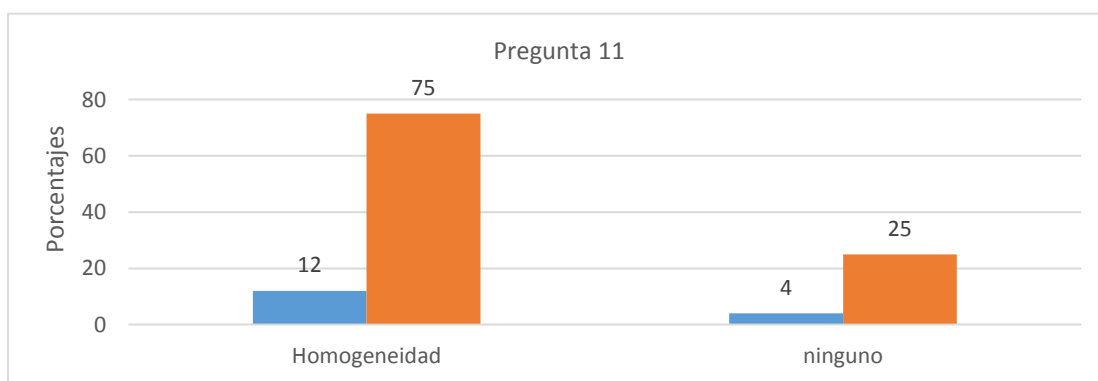


Figura 61. Respuestas a la pregunta 11.

Tabla 53
Análisis de la Pregunta 12.

¿De qué manera realiza usted el almacenaje de cemento?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
Bajo techo	16	16	100
A la intemperie	16	0	0

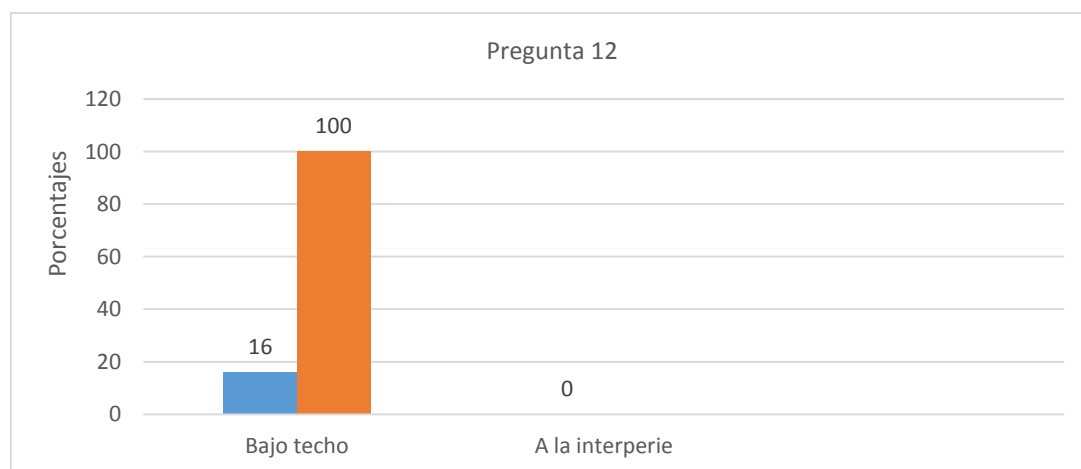


Figura 62. Respuestas a la pregunta 12.

Tabla 54
Análisis de la Pregunta 13.

¿De qué manera realiza usted el almacenaje de los áridos (arena/ripio)?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
Bajo techo	16	10	63
A la intemperie	16	6	38

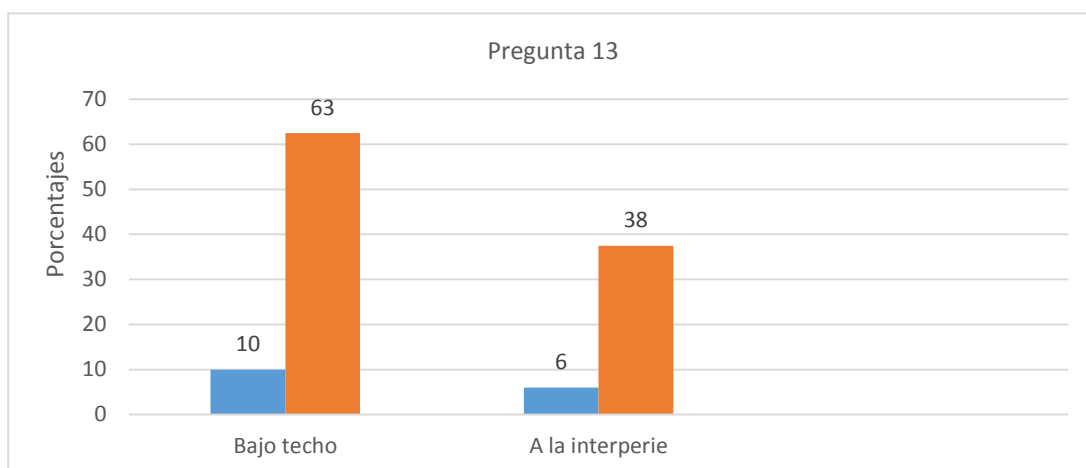


Figura 63. Respuestas a la pregunta 13.

Tabla 55
Análisis de la Pregunta 14.

¿De qué manera realiza usted el almacenaje de los mampuestos (bloques/ladrillos)?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
Bajo techo	16	4	25
A la intemperie	16	12	75

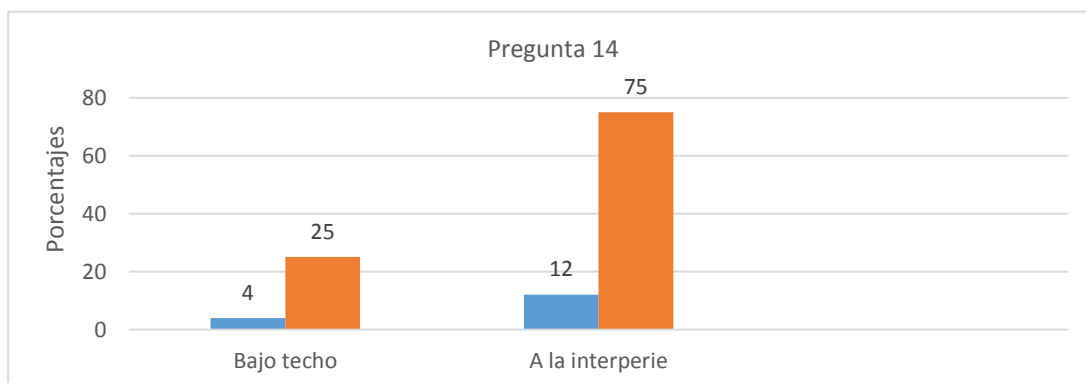


Figura 64. Respuestas a la pregunta 14.

Tabla 56
Análisis de la Pregunta 15.

¿Trabaja mediante el uso de cronogramas?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
Si	16	16	100
No	16	0	0

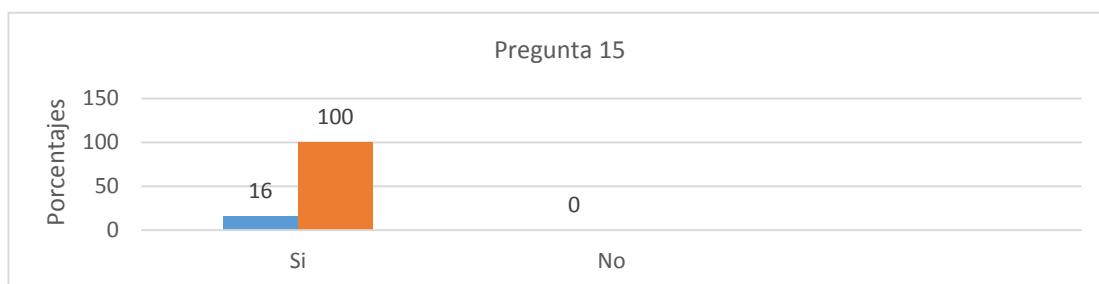


Figura 65. Respuestas a la pregunta 15.

Tabla 57
Análisis de la Pregunta 16.

Su personal de trabajadores consta de:

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
Maestro mayor	16	16	100
Albañil	16	16	100
Peón	16	16	100
Electricista	16	16	100
Plomero	16	16	100
Maquinista	16	16	100
Otros	16	16	100

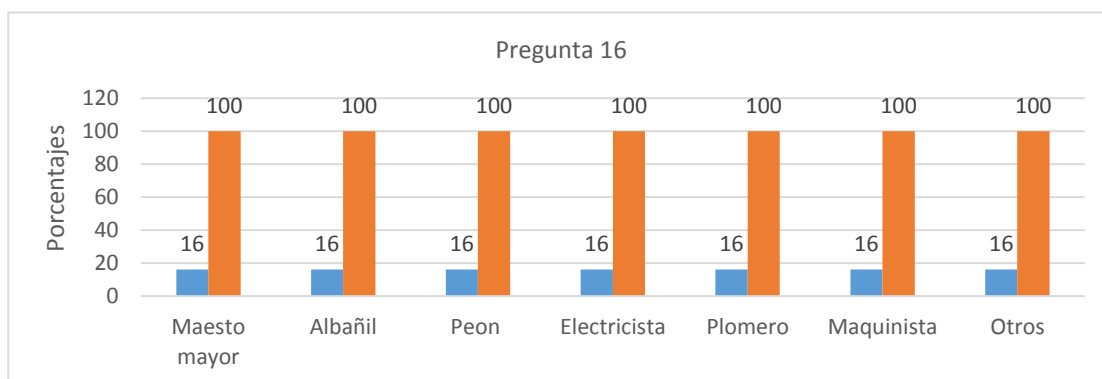


Figura 66. Respuestas a la pregunta 16.

Tabla 58
Análisis de la Pregunta 17.

¿Cuál es el equipo de seguridad proporcionado a su personal en cada área?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
Casco	16	16	100
Zapatos punta acero	16	16	100
Guantes	16	16	100
Gafas	16	16	100
Protectores oídos	16	16	100
Arnés de seguridad	16	16	100
Otros	16	16	100

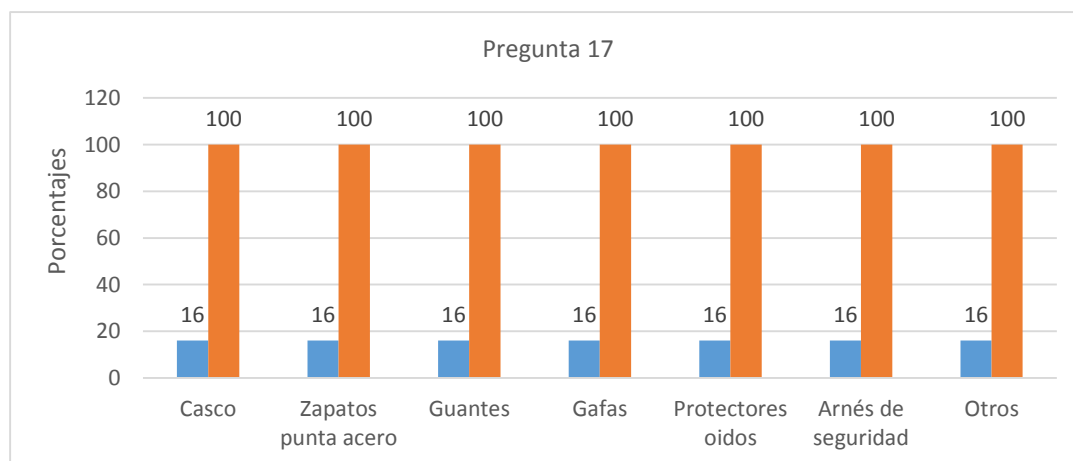


Figura 67. Respuestas a la pregunta 17.

Tabla 59
Análisis de la Pregunta 18.

¿Cuál es el tiempo que usted emplea para el control de obra diariamente?

Opciones	Encuestas	Respuestas	%
3 horas	16	0	0
4 horas	16	0	0
más de 4 horas	16	16	100

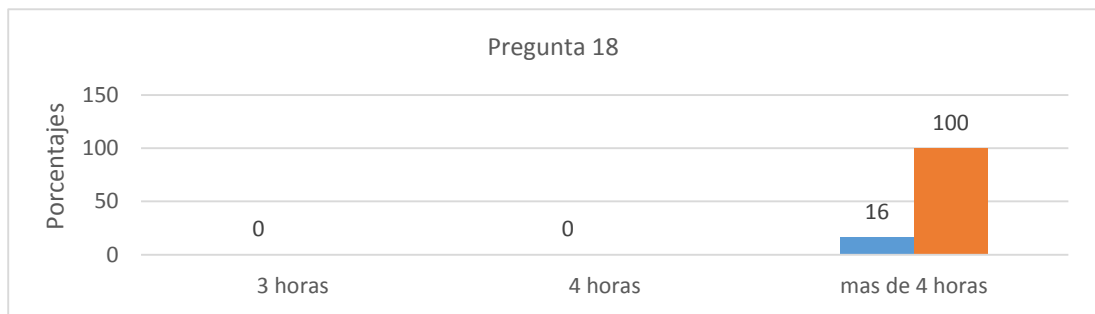


Figura 68. Respuestas a la pregunta 18

Análisis de la pregunta 19

¿Qué aspectos recomienda usted para un control de obra eficiente?

En el caso de esta pregunta, las opciones de respuesta son mucho más variables y se enfocan en los siguientes aspectos:

- Personal con experiencia
- Uso de cronogramas
- Especificaciones técnicas bien definidas
- Realización de ensayos

6.5. Conclusiones

Si bien es cierto las normas manejadas en el país que se analizan en el capítulo 3 de la presente investigación, nos muestran lineamientos y regulaciones a seguir, su correcta aplicación corresponde a la conciencia del profesional que la usa, la importancia de saber en realidad cuales de estas consideraciones las aplican o no los fiscalizadores es fundamental para abordar puntos específicos en el manual.

Con respecto a las preguntas y respuestas podemos concluir lo siguiente:

- Ninguno de los profesionales entrevistados se encontraba fiscalizando viviendas de baja altura independientes.
- El Ámbito de la fiscalización de obras lo constituyen en su mayoría profesionales que poseen una experiencia profesional de 6 a 10 años con un 56% del total de encuestados, lo que indica que es importante

que el fiscalizador sea una persona con mucha experiencia en el sector.



- EL fiscalizador toma en cuenta como algo indispensable la realización de ensayos aplicables al hormigón de entre los cuales los más usados son ensayo de Cono de Abrhams 100% y ensayos de compresión en cilindros de hormigón 100%.
- El fiscalizador solicita estudios aplicables al suelo antes de construir, entre los más usados están el ensayo de cono y arena (43.8%), ensayo de contenido de humedad (87.5%), Próctor (37.5%), Permeabilidad (68.8%) y ensayo de penetración estándar (37.5%).
- El asentamiento en del hormigón aceptado por los fiscalizadores corresponde a 5cm (43.8%), sin embargo existen profesionales mucho más rigurosos que aceptan únicamente 3 y hasta 2 cm como máximo.
- El fiscalizador esta consiente acorde con la norma NEC-SE-HM que el diámetro mínimo para estribos es de 10mm, un 56.3% lo consideran así, sin embargo todavía existen profesionales que usan estribos de 8mm (12.5%) lo cual es aceptable para únicamente condiciones específicas.
- El fiscalizador esta consiente de la importancia de la ubicación de juntas de construcción en las edificaciones, el 50% de fiscalizadores usa juntas de 5cm y el 43.8% juntas de 3cm ninguno de ellos no usa juntas.
- Los fiscalizadores están conscientes del peligro sísmico que corre la ciudad de Quito, todos los encuestados afirman que el riesgo se encuentra entre 4 y 5.
- Los controles realizados por los fiscalizadores en la recepción en obra del cemento van desde el control visual (100%), verificación de procedencia (93.8%), verificación de la fecha de fabricación (87.5%) pero aun así existe un buen porcentaje (37.5%) de profesionales que no lo controlan porque confían en su proveedor.

- Los controles realizados por los fiscalizadores en la recepción en obra de los áridos van desde el control de homogeneidad por inspección visual (75%), el resto de profesionales no realiza ningún control.
- Los profesionales realizan el almacenaje del cemento bajo techo en todos los casos.
- Los profesionales almacenan bajo techo los áridos en medida de lo posible (62.5%), esto depende mucho de las instalaciones y ubicación del proyecto afirman los mismos.
- En el caso del almacenaje de los mampuestos, no se toma mucha importancia donde se los almacena, el 75% los almacena a la intemperie.
- Todos los profesionales entrevistados trabajan mediante el uso de cronogramas, cabe destacar que los mismos se encuentran prestando servicios de fiscalización en contratos públicos y privados que exigen los mismos.
- Los profesionales exigen el uso de los equipos de seguridad que han otorgado a sus trabajadores los cuales son casco, zapatos punta de acero, guantes, gafas, protectores de oídos, arnés de seguridad en determinados casos entre otros.
- EL tiempo empleado para el control de obra diariamente corresponde a más de 4 horas (100%), lo que demuestra lo rigurosa que es la presencia de la fiscalización en la obra.

CAPÍTULO VII EVALUACIÓN DE RESULTADOS ESTUDIO DE PATOLOGÍAS

7.1. Diseño de la tabla de conteo

Como se menciona anteriormente la evaluación de los resultados se la realizará mediante tablas y diagrama de Pareto con la información obtenida de las encuestas realizadas en el capítulo 4, las mismas se encuentran divididas en de la siguiente manera:

ENCUESTA PARA ESTUDIO DE PATOLOGÍA EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES

Estamos realizando una encuesta para determinar el nivel de conformidad con el desempeño de su estructura.
Le agradecemos brindarnos unos minutos para responder a las siguientes preguntas:

Fecha: _____ Ciudad: _____

Nombre: _____

Preguntas:

	1. Cuantos años de uso tiene la estructura?	1-2 años	3- 4 años	5-6 años				
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		SI	NO	
PROPIETARIO	2.- ¿La estructura se encuentra situada un área libre de riesgo?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	3.- ¿El proceso de construcción fue supervisado por un profesional (Ingeniero-Arquitecto)?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	4.- ¿La estructura se constuyó en base a los planos estructurales?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	5.- ¿La estructura se constuyó en base a los planos arquitectónicos?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	6.- ¿El encargado entrega informes de avance verbal y/o escritos?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	7.- ¿El encargado entrega informes de donde se compran los materiales?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	8.- ¿El encargado entrega informes de ensayo de áridos (arena-ripió)?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	9.- ¿El encargado entrega informes de ensayo de mampuestos (bloque-Ladrillo)?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	10.- ¿El encargado entrega informes de ensayo de hormigones?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	11.- ¿El cemento se almacena en lugares adecuados no a la interperie?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	12.- ¿Las varillas se almacenan en lugares adecuados no a la interperie?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
CONTROL	13.- ¿El personal cuenta con equipo de seguridad apropiado?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	14.- ¿Los elementos estructurales cumplen con secciones mínimas?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	15.- El personal de trabajadores consistió en:	Maestro Mayor, Albañiles y Peones	Maestro Mayor y Peones	Albañil y Peones	Sólo Albañiles	Sólo Peones		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	16.- ¿Existe discontinuidad de elementos estructurales?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	17.- ¿Tiene problemas de fisuras en Losas?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	18.- ¿Tiene problemas de fisuras en mampostería (paredes)?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	19.- ¿Tiene problemas de fisuras en elementos estructurales (vigas/columnas)?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	20.- ¿Existen problemas de humedad?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	21.- ¿Existe desprendimiento de concreto?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	22.- ¿Existen deflexiones en Losas?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
PATOLOGÍAS	23.- ¿Existe pandeo en columnas?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	24.- ¿Existen elementos de conducción de agua y/o luz expuestos?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	25.- ¿Existen problemas de mal olor por sifonamiento?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	26.- ¿Existen problemas de taponamiento en canalizaciones?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Figura 69. Estructura del Cuestionario.

Tabla 60**Estructura del Cuestionario.**

Pregunta No.	Grupo
1-3	Preliminar (Propietario)
4-15	Control de Obra (Profesional)
16-26	Patologías (Profesional)

En el caso de las encuestas formuladas, de la pregunta 2 a la 14 una respuesta "SI" representa una buena ejecución de la actividad o en otras palabras algo positivo, en el caso de las preguntas de la 16-26 una respuesta "SI" representa algo negativo, por tanto se realizarán 2 diagramas de Pareto para las preguntas detalladas anteriormente.

7.2. Conteo y totales

Las respuestas proporcionadas a las preguntas detalladas anteriormente se registran en una tabla de conteo de respuestas SI y NO a cada una de las preguntas.

Tabla 61**Resultados de las preguntas (a).**

Pregunta	Encuestas	Respuestas Si	Respuestas No	% No	%acumulado No
2	22	18	4	2.65	2.65
3	22	13	9	5.96	8.61
4	22	22	0	0.00	8.61
5	22	22	0	0.00	8.61
6	22	10	12	7.95	16.56
7	22	4	18	11.92	28.48
8	22	0	22	14.57	43.05
9	22	0	22	14.57	57.62
10	22	1	21	13.91	71.52
11	22	5	17	11.26	82.78
12	22	4	18	11.92	94.70
13	22	17	0	0.00	82.78
14	22	14	8	5.30	88.08
TOTAL		130	151		

Tabla 62
Resultados de las Preguntas (b).

Pregunta	Encuestas	Respuestas Si	Respuestas No	% Si	%acumulado Si
16	22	11	11	12.64	12.64
17	22	2	20	2.30	14.94
18	22	16	6	18.39	33.33
19	22	1	21	1.15	34.48
20	22	22	0	25.29	59.77
21	22	12	10	13.79	73.56
22	22	6	16	6.90	80.46
23	22	0	22	0.00	80.46
24	22	16	6	18.39	98.85
25	22	1	21	1.15	100.00
26	22	0	22	0.00	100.00
TOTAL		87	155		

7.3. Análisis de los resultados de la encuesta mediante diagrama de

Pareto

En la encuesta realizada, se dividen los ítems en 2 partes debido a que en una de ellas una respuesta “NO” efectivamente representa algo negativo pero en la otra la misma respuesta significa lo contrario. En la **Tabla 64** se observa que el total de respuestas SI a las 13 preguntas es de 130 y la cantidad de respuestas NO a las preguntas es de 151, en este caso una respuesta “SI” representa algo positivo.

En la **Tabla 65** se observa que el total de respuestas SI a las 11 preguntas es de 90 y la cantidad de respuestas NO a las preguntas es de 152, en este caso una respuesta “SI” representa algo negativo. Luego de ordenar las respuestas NO de la tabla de mayor a menor y Si de la tabla de mayor a menor se obtienen las siguientes tablas que incluyen el cálculo de porcentajes individuales y acumulados.

Tabla 63
Tabla para Diagrama de Pareto Respuestas NO (Realizadas al Propietario de la Vivienda).

Preguntas	Encuestas	Respuestas Si	Respuestas No	% No	%acumulado No	Línea 80%
8	22	0	22	16.42	16.42	80
9	22	0	22	16.42	32.84	80
10	22	1	21	15.67	48.51	80
7	22	4	18	13.43	61.94	80
12	22	4	18	13.43	75.37	80
6	22	10	12	8.96	84.33	80
3	22	13	9	6.72	91.04	80
14	22	14	8	5.97	97.01	80
2	22	18	4	2.99	100.00	80
11	22	22	0	0.00	100.00	80
4	22	22	0	0.00	100.00	80
5	22	22	0	0.00	100.00	80
13	22	17	0	0.00	100.00	80
TOTAL		147	134			

Tabla 64
Tabla para Diagrama de Pareto Respuestas SI (Respondidas mediante inspección en la visita)

Pregunta	Encuestas	Respuestas Si	Respuestas No	% SI	%acumulado SI	Línea 80%
20	22	22	0	24.44	24.44	80
18	22	16	6	17.78	42.22	80
24	22	16	6	17.78	60.00	80
16	22	14	8	15.56	75.56	80
21	22	12	10	13.33	88.89	80
22	22	6	16	6.67	95.56	80
17	22	2	20	2.22	97.78	80
19	22	1	21	1.11	98.89	80
25	22	1	21	1.11	100.00	80
23	22	0	22	0.00	100.00	80
26	22	0	22	0.00	100.00	80
TOTAL		90	152			

La representación gráfica de las respuestas obtenidas es la siguiente:

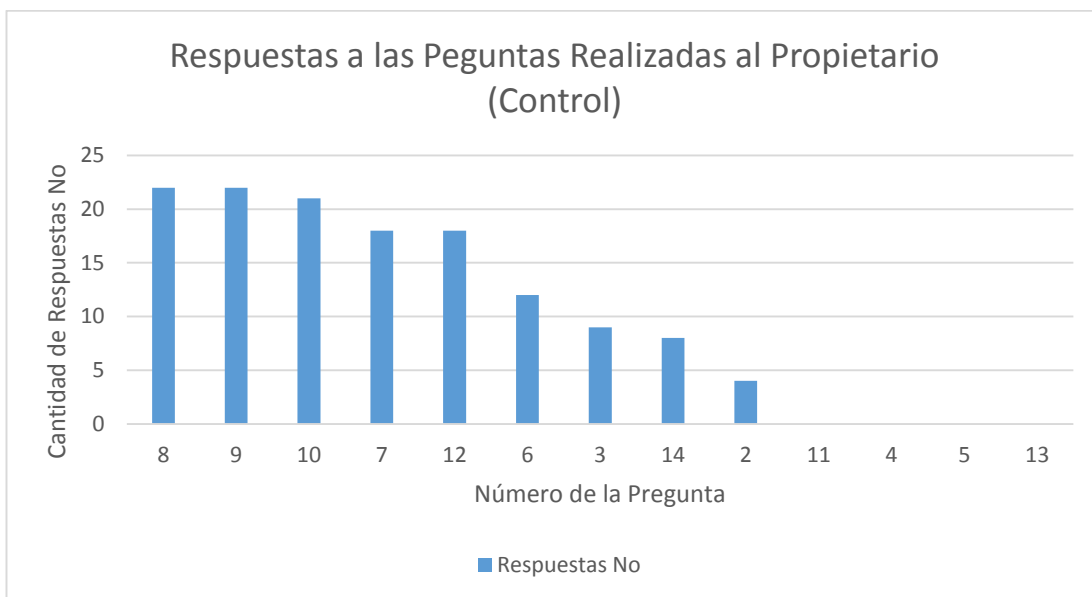


Figura 70. Respuestas a las preguntas realizadas al propietario.

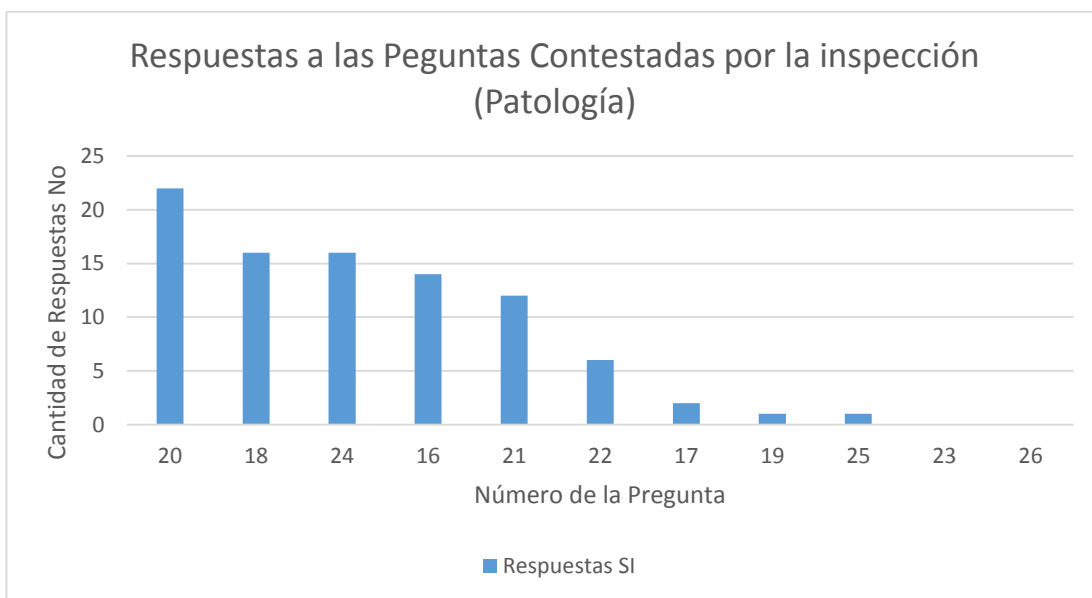


Figura 71. Respuestas a las preguntas mediante inspección.

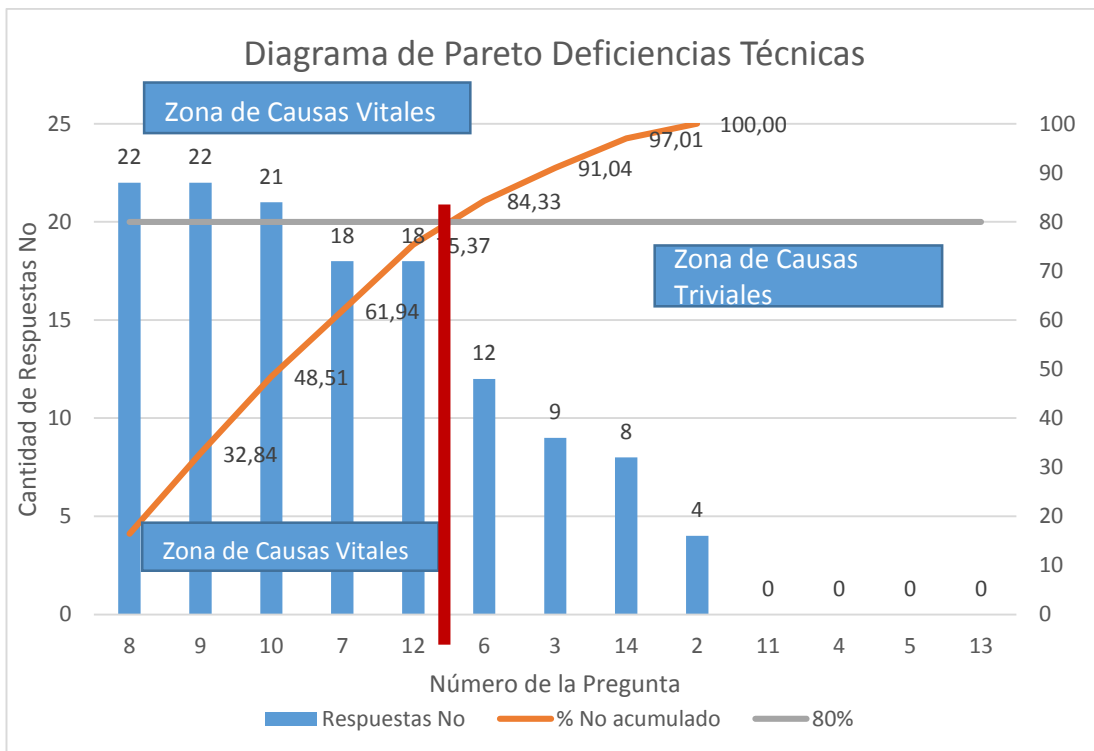


Figura 72. Diagrama de Pareto Deficiencias Técnicas.

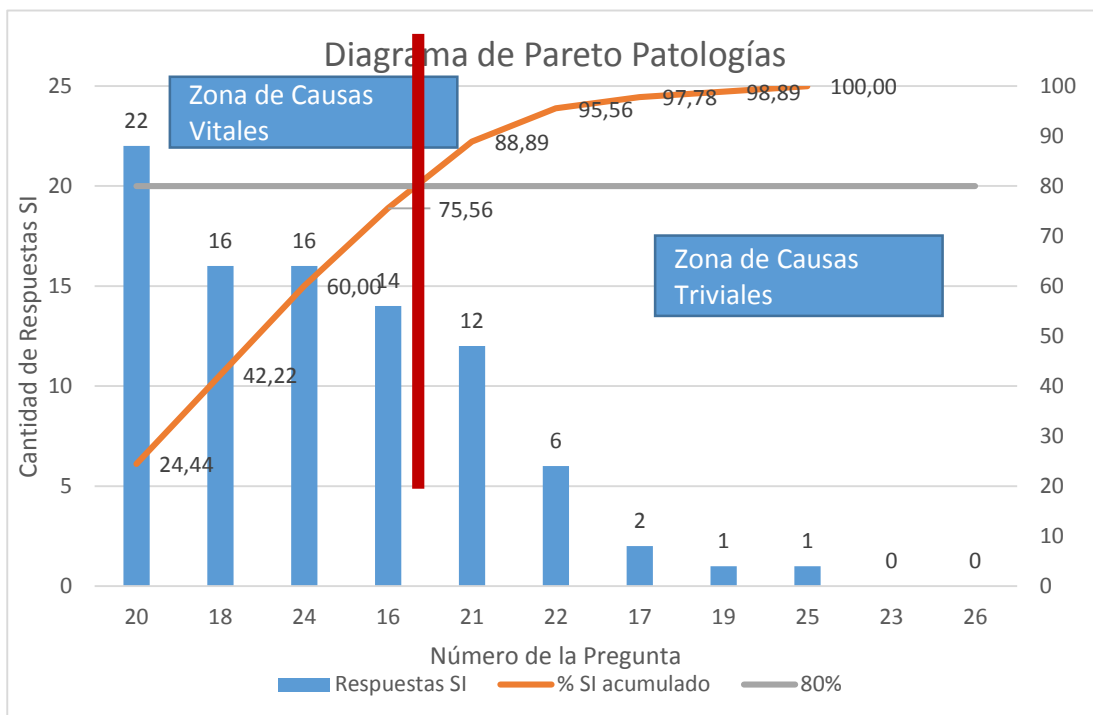


Figura 73. Diagrama de Pareto Patologías.

7.4. Localización geográfica de patologías encontradas

Acorde con los resultados obtenidos de las encuestas realizadas, acorde con la ubicación en las cuales se realizan, se establece por zonas cuales poseen mayor cantidad de patologías independientemente de si poseen o no un profesional a cargo de la obra. En la Figura 26 se observa que las zonas de El Cabre, Capelo, Albornoz y Cotogchoa tienen mayores problemas. A excepción de Cotogchoa, estas poblaciones se encuentran ubicadas en el centro de Sangolquí lo cual refleja en parte la falta de control en el área.

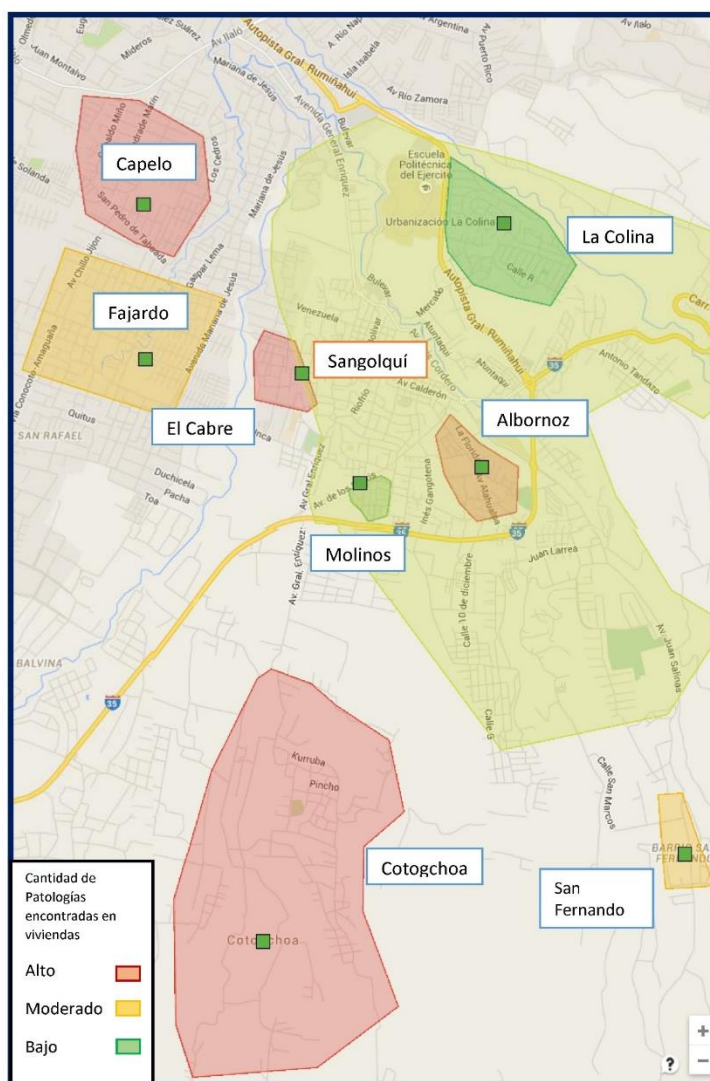


Figura 74. Ubicación Geográfica de patologías encontradas.

7.5. Conclusiones

El Diagrama de Pareto de Causas Técnicas, nos representa las respuestas NO a las actividades técnicas que son responsabilidad del profesional supervisor en Obra, de las 22 encuestas se concluye lo siguiente:

- La respuesta NO con mayor incidencia corresponde a las preguntas 8: “¿El encargado entrega informes de ensayo de Áridos (Arena-Ripio)?” y 10: “¿El encargado entrega informes de ensayos de Hormigones?”; de las 22 respuestas, 22 y 21 son negativas respectivamente.
- En el diagrama de Pareto se establecen 2 zonas las cuales pertenecen a la izquierda y la derecha del punto de cruce de la curva de porcentaje acumulado de respuestas NO y la línea del 80%; estas zonas se las denomina a la izquierda “Causas Vitales” y a la derecha “Causas Triviales”.
- Según el diagrama de Pareto, las causas que originan los problemas son las que se encuentran en la zona de causas vitales, para las cuales se debe implementar un plan de mejora.
- La zona de causas vitales corresponde a las preguntas 7, 8, 9, 10 y 12.
- En casi la totalidad de viviendas visitadas, el encargado en la obra no presentó informes de ningún tipo de ensayo a los propietarios. El municipio de RUMIÑAHUI no solicita los mismos claramente se refleja el hecho de que ni siquiera se los llevó a cabo.

Tabla 65
Problemas para diseñar medidas correctivas.

Falencia encontrada	N° de Viviendas	%
El encargado no entrega informes de ensayo de Áridos (Arena-Ripio)	22	100
El encargado no entrega informes de ensayo de Mampuestos	22	100
El no encargado entrega informes de ensayos de Hormigones	21	95.5
El encargado no entrega informes de donde se compran los materiales	18	81.8
Las varillas no se almacenan en lugares adecuados	18	81.8

El Diagrama de Pareto Patologías, nos representa las respuestas SI a la existencia de diversas patologías en Obra, de las 22 encuestas se concluye lo siguiente:

- La respuesta SI con mayor incidencia corresponde a la pregunta 20: “¿Existen problemas de Humedad?; de las 22 respuestas, 22 son negativas.
- La zona de causas vitales corresponde a las preguntas 16, 18, 20 y 24.
- En casi la totalidad de viviendas visitadas existen problemas de humedad, en algunos casos muy fuertes.
- 14 de 22 viviendas visitadas tiene problema de discontinuidad de elementos estructurales, esto se refiere a que elementos estructurales no poseen la misma sección en toda su longitud o sus ejes no son concéntricos correspondiente a la pregunta 16.
- La mayoría de viviendas visitadas tiene problemas de fisuras en mampostería correspondiente a la pregunta 18.
- 16 de 22 viviendas poseen elementos de conducción de agua y /o luz expuestos, debido a problemas con las instalaciones colocadas en obra, para lo cual tuvieron que picar reemplazar y dejar las tuberías por fuera.

Tabla 66
Problemas para diseñar medidas correctivas.

Falencia encontrada	N° de Viviendas	%
Existen problemas de humedad	22	100
Problemas de fisuras en paredes	16	72.7
Existen elementos de conducción expuestos	16	72.7
Existe discontinuidad de elementos estructurales	14	63.6

CAPÍTULO VIII

MANUAL TÉCNICO DE FISCALIZACIÓN PARA EDIFICACIONES DE 1 A 3 PISOS DE HORMIGÓN ARMADO SISMORESISTENTES DESTINADAS A USO RESIDENCIAL

Recomendaciones generales de aplicación del manual

El Objetivo principal de este manual es el de proveer la información necesaria para la fiscalización de edificaciones de baja altura en el ámbito técnico y de control; las tablas presentes en el siguiente manual son un compendio de las normas INEN, NEC-SE-HM, NEC-SE-VIVIENDA y MINVU los valores tomados en las tablas deben tomarse únicamente como referencia y ser comprobados por el profesional mediante ensayos.

8.1. Generalidades

8.1.1. Definiciones de fiscalización

El fiscalizador es el encargado de velar por el cabal y oportuno cumplimiento de las normas legales y de todas y cada una de las obligaciones y compromisos contractuales asumidos por parte de la CONTRATISTA. Es el encargado de tomar todas las medidas que sean necesarias para que la obra se lleve a cabo de manera correcta cumpliendo plazos, especificaciones y reglamentos

8.1.2. Objetivos de la fiscalización

Los objetivos más importantes de la labor fiscalizadora, son los siguientes:

- Certificar el fiel cumplimiento de especificaciones incluidas en los contratos celebrados, de tal manera que se lleve a cabo la adecuada consecución de la obra a construir.
- Realizar la oportuna verificación de los diseños propuestos así como de las especificaciones; en el caso de encontrar errores en los mismos sugerir las debidas correcciones de una manera ágil.
- Garantizar que todos los trabajos se lleven a cabo adecuada y eficientemente.

- Certificar que el personal sea calificado y trabaje de manera eficiente.
- Certificar que el equipo usado en la obra se encuentre en estado óptimo y trabaje de manera eficiente.
- Llevar un registro adecuado y permanente referente a personal, materiales, equipo, condiciones climáticas, etc.
- Mantener a los dueños y/o ejecutivos de la entidad contratante al tanto de los avances de obra mediante la realización de informes que contengan al menos el análisis del estado del proyecto en ejecución, atendiendo a los aspectos económicos, financieros y de avance de obra.
- Revisión y actualización de los cronogramas presentados por el contratista, así como verificación de que las actividades se encuentren llevando a cabo en los tiempos señalados.
- Sugerir en obra medidas correctivas en cuanto a aspectos técnicos como dosificación, mezclado, e incluso metodología constructiva al constructor en caso de ser necesario.
- Medir las cantidades de obra ejecutadas y con ellas elaborar, verificar y certificar la exactitud de las planillas de pago, incluyendo la aplicación de las fórmulas de reajuste de precios;
- Examinar cuidadosamente los materiales a emplear y controlar su buena calidad y la de los rubros de trabajo, a través de ensayos de laboratorio que deberá ejecutarse directamente o bajo la supervisión de su personal;
- Cálculo de cantidades de obra y determinación de volúmenes acumulados;
- Llevar informes específicos de todos los ensayos llevados a cabo que incluyen ya sea de materiales, hormigones, suelos, etc.
- Verificar constantemente que la obra se encuentre con el equipo mínimo requerido estipulado en el contrato así como del personal calificado.
- En el caso de personal deficiente, recomendar el reemplazo del mismo.
- Supervisar el adecuado control de medidas de seguridad en el desarrollo de procesos y en el personal.
- Todos los puntos expuestos anteriormente que incluyan relación entre constructor y fiscalizador se deben anotar en el libro de obra con su firma respectiva; en el caso de requerimientos especiales, se debe redactar un oficio al contratista.
- Verificar que el contratista se encuentre al día con los permisos respectivos así como de especificaciones, diseños, etc.
- Expedir certificados de aceptabilidad de equipos, materiales y obras o parte de ellas. (CONTRALORIA, 1991)

8.2. Especificaciones técnicas mínimas según NEC-SE-VIVIENDA

Se revisa la norma NEC-SE-VIVIENDA y NEC-SE-HM y respetando el orden en que se presentan las especificaciones se procede a elaborar el siguiente resumen y comentarios:

8.2.1. Configuración estructural

8.2.1.1. Continuidad vertical

Para que un elemento sea considerado como estructural, debe constituirse a partir de la cimentación, en otras palabras, las columnas y o muros deben partir de la cimentación y tener continuidad en los demás niveles; si un elemento, en este caso va de la losa de entrepiso, debe llegar a la losa de cubierta para considerarlo como estructural en ese piso y sobre todo en el caso de muros, también su dimensión no será menor a la mitad de la dimensión que tenía en el piso inferior.

8.2.1.2. Regularidad en planta y elevación

Deben evitarse en medida de lo posible las irregularidades geométricas en la estructura, estas usualmente causan un comportamiento deficiente ante la ocurrencia de un sismo, por ello el NEC penaliza a cada una de estas estructuras con coeficientes determinados para el cálculo de cortante basal.

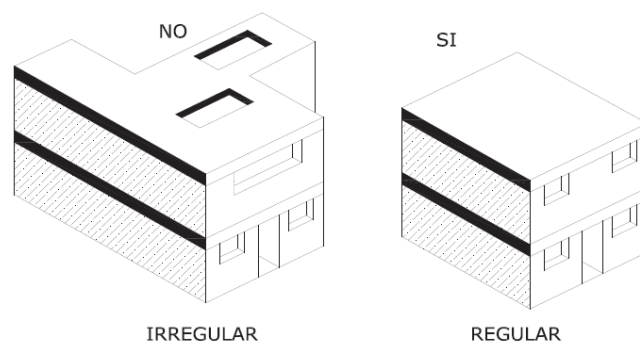


Figura 75. Planeamiento regular de edificaciones.

Fuente: (NEC-SE-VIVIENDA, 2015)



Figura 76. Relación de Aspecto, Largo/Ancho en edificaciones

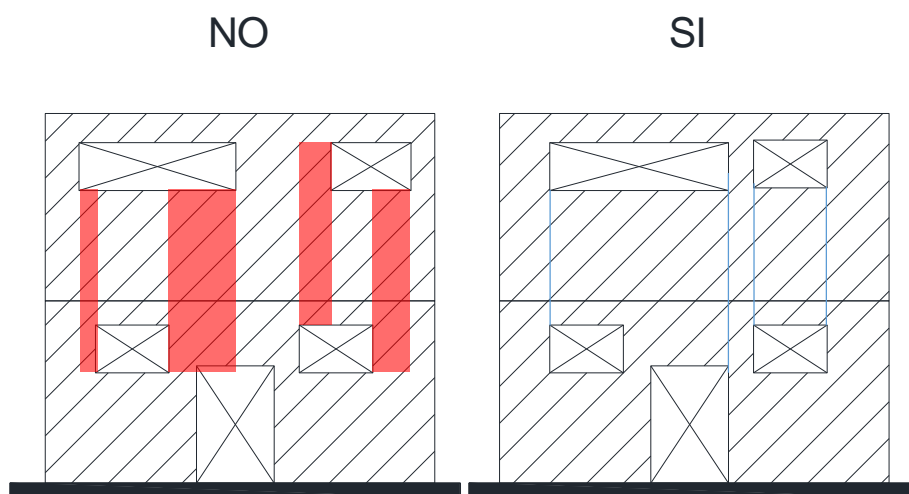


Figura 77. Localización de Aberturas Puertas y Ventanas.

8.2.1.3. Irregularidades en planta y elevación

Tabla 67
Irregularidades en Planta.

Tipo	Esquema	Comprobación
<p>Irregularidad Torsional $\phi_{Pi}=0.9$</p> <p>Se produce cuando la deriva máxima de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia</p>		$\Delta > 1.2 \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2}$
<p>Retrocesos excesivos en esquinas $\phi_{Pi}=0.9$</p> <p>Se produce cuando las proyecciones de la estructura a ambos lados del entrante son mayores que el 15% de la dimensión en planta de la estructura en la dimensión entrante</p>		$A > 0.15B$ y $C > 0.15D$
<p>Discontinuidades en el sistema de piso $\phi_{Pi}=0.9$</p> <p>Se producen cuando existen variaciones significativas de rigidez causadas por aberturas, entrantes o huecos mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso más el 50% entre niveles consecutivos</p>		<p>a) $C \times D > 0.5 A \times B$</p> <p>b) $[C \times D + C \times E] > 0.5 A \times B$</p>
<p>Ejes estructurales no paralelos $\phi_{Pi}=0.9$</p> <p>Se produce cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura</p>		

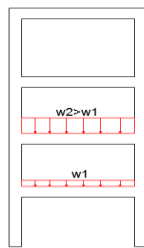
Tabla 68
Irregularidades en elevación.

Tipo	Esquema	Ejemplo
<p>Piso Flexible $\phi_{Ei}=0.9$</p> <p>Ocurre cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80%</p>	<p>1. Piso bajo libre 2. Piso flexible en niveles intermedios</p>	

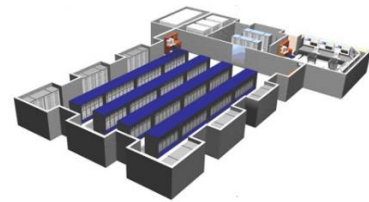
del promedio de los tres pisos superiores.

Distribución de masa $\phi E_i=0.9$

Ocurre cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1.5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes.



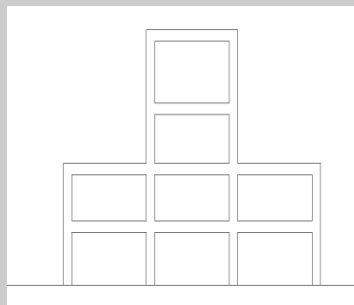
Data center en piso intermedio



Irregularidad geométrica

$\phi E_i=0.9$

Ocurre cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente.



Las **Tablas 67 y 68** las puede encontrar en la norma NEC-SE-DS, en las presentadas se realizan modificaciones para describir mejor cada uno de los casos presentados e incluir gráficos más representativos. La penalización debido a los coeficientes $\phi E_i=0.9$, $\phi P_i=0.9$, de irregularidad son usados en el cálculo del cortante Basal de la estructura el cual corresponde a la ecuación:

$$V > 1.2 \frac{I S a(T a)}{R \phi P \phi E} W$$

Dentro de esta ecuación, dichos factores producen un producto de 0.81 cuya inversa es 1.23, por tanto se recomienda para un análisis preliminar de la estructura, realizar una Mayoración de 1.3 a las cargas para considerar en ellas la acción del sismo frente a las irregularidades presentes en la misma.

8.2.1.4. Disposición de muros portantes

El NEC brinda da las siguientes consideraciones en cuanto a la ubicación y longitud de los muros. Estos soportan las cargas paralelas a los mismos en

el caso de sismo de ahí la importancia de colocarlos ortogonalmente en primer lugar.

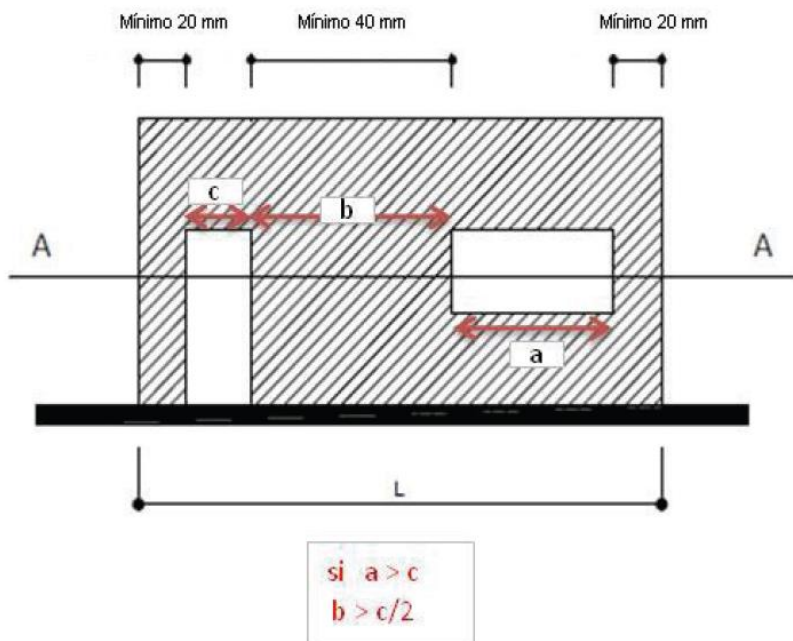


Figura 78. Disposición de aberturas en un muro.

Fuente: (NEC-SE-VIVIENDA, 2015)

Área Total, $A_T = Lt$

Área de Pared $> 65\% A_T$

Área de Aberturas $< 35\% A_T$

Dónde:

A_T : Área del Muro

L : Longitud del Muro

T : Espesor del Muro

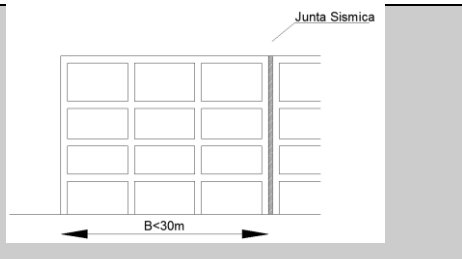
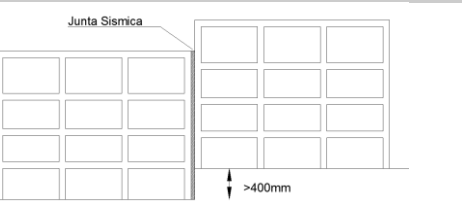
8.2.1.5. Juntas de construcción

Una Junta sísmica es muy importante, esta separa sistemas estructurales en bloques independientes lo cual reduce la incidencia del sismo, las recomendaciones del NEC en este caso son las siguientes:

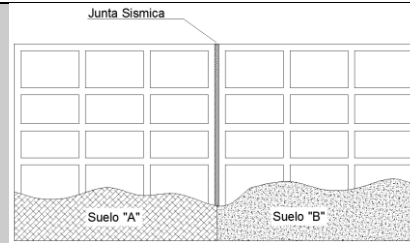
Tabla 69
Requerimientos de juntas de construcción en edificaciones.

Casos	Ejemplo
<p>Cuando la relación de la longitud con respecto al ancho en planta excede 3 a 1</p>	
<p>Cuando el terreno tiene pendientes superiores al 30%.</p> <p>Se interpreta la norma de manera que en terrenos con esta pendiente, se coloque una junta tal que no se excave más de 1 piso para la construcción. Se recomienda más que junta la colocación de doble columna en esta situación para separar los bloques.</p>	
<p>Casas construidas independientemente de otras existentes.</p> <p>(En la imagen se aprecia el lugar donde se requiere una junta pero no se la ha dispuesto).</p>	

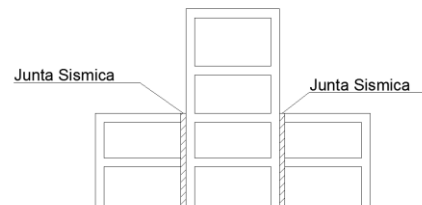
Tabla 70
Requerimientos de juntas de construcción en unidades habitacionales.

Casos	Ejemplo
<p>Cuando la dimensión mayor de la unidad estructural exceda de 30m</p>	
<p>Cuando se presente un cambio en el nivel de terraza mayor de 400mm.</p>	

Cuando existen cambios significativos en la calidad de suelo



Cuando exista diferencia en el número de niveles de edificaciones contiguas



Junta mínima de construcción

La junta sísmica depende de la ubicación de la estructura y corresponde al valor calculado de las derivas de piso considerando evitar el golpeteo con estructuras colindantes o bloques de la misma estructura. La junta mínima establecida es de 2.5cm. La deriva de piso máxima permitida se establece con la consideración de deriva máxima del 2% permitida por la norma ecuatoriana de la construcción.

Se recomienda que la junta de construcción sea el equivalente a 2 veces la deriva de piso del nivel más alto la cual a su vez es la mayor.

$$Junta_{min} = 2.5cm$$

$$Junta_{recomendada} = 2 * (deriva de piso)$$

$$\Delta_{m\acute{a}x} = 2\%$$

8.2.1.6. Adiciones y modificaciones

Una de las realidades más comunes en nuestro país es la de ampliar edificaciones sin tomar consideraciones especiales ante ello, por ejemplo se diseña y construye una vivienda de 2 pisos y con el pasar del tiempo se la amplía a 3 sin realizar modificaciones en los elementos inferiores.

Tabla 71
Aprobación de planos arquitectónicos modificatorios los chillos.

Descripción	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006
Planos Arq. Modificatorios-Ampliatorios aprobados	24	66	64	44	44	33	26	28
Viviendas (cuántas modificaciones se presentaron para ser aprobadas)	286	896	534	307	149	321	289	94
Vivienda <65 m2	38	282	134	3	6	12	9	1
Vivienda >65 <120 m2	179	430	195	197	92	106	192	49
Vivienda >120 m2	69	184	205	107	51	203	88	44

Fuente: (Sistema de Gestión y Control Territorial, STHV-MDMQ, 2013)

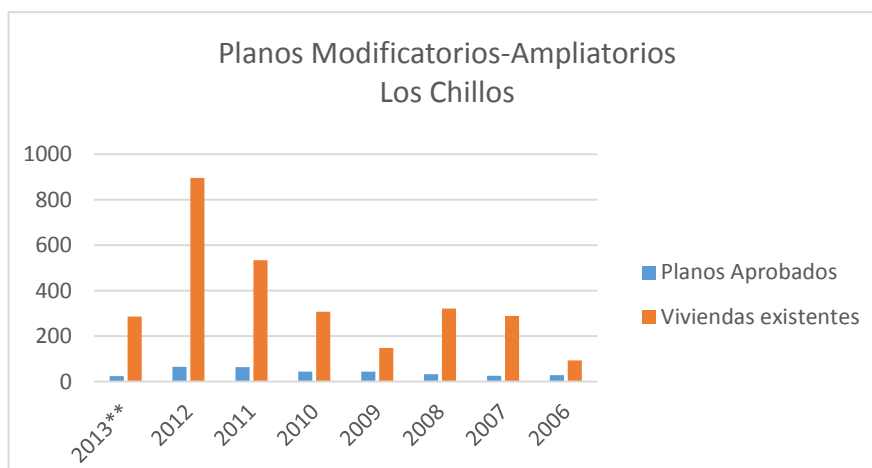


Figura 79. Planos Modificatorios- Ampliatorios vs Viviendas Los Chillos

Como se aprecia en la **Tabla 72** la aprobación de permisos para modificaciones y/o ampliaciones en el año 2010 se aprueban 44, este es un número bajo en comparación con la cantidad de viviendas existentes, esto indica claramente que pocas personas presentan planos y requerimientos para ampliaciones.

Se recomienda en lo posible evitar las modificaciones, si esto es absolutamente necesario se recomienda un estudio del estado actual de la

estructura a modificar considerando su ubicación resistencia y capacidad. En este caso el municipio pide para este tipo de trabajos la presentación de planos, memoria de cálculo firmados y sellados por un ingeniero civil con título legalizado en el país, así como también de un documento formal en el cual el ingeniero se hace responsable del adecuado comportamiento de la estructura.

Sugerencia de requisitos mínimos de control:

- Estudio de suelos
- Verificar el estado actual estructural de la edificación (dimensiones de los elementos, peso que soportan, resistencia actual del hormigón, sistema de cimentación entre otros.
- Modelo matemático del comportamiento de la estructura con la ampliación con las consideraciones sísmicas vigentes.
- Determinar si es necesario o no reforzar la estructura por medio de un estudio de vulnerabilidad sísmica.

8.2.1.7. Tanques en cubierta

Existe una consideración básica en cuanto al peso de la estructura, las fuerzas que generan sismo son inerciales y por tanto mientras mayor sea la masa, mayor será la incidencia del sismo sobre la estructura, por ello la norma ecuatoriana de la construcción recomienda evitar en lo posible sobre todo en las cubiertas la colocación de tanques de agua de 1m^3 o más por que inducen fuerzas inerciales que ocasionan flexión fuera del plano de los muros o bien el derrumbe de los mismos por volteo. (NEC-SE-VIVIENDA, 2015)

8.2.2. Cimentaciones

8.2.2.1. Visita de campo

El profesional responsable de la licencia de construcción debe realizar un informe correspondiente en el cual se certifica la realización de varias

actividades que reflejen el posible estado del suelo previo a un estudio de suelos y son las siguientes:

- Verificar el comportamiento de casas similares en las zonas aledañas constatando que no se presenten asentamientos diferenciales, agrietamientos, pérdida de verticalidad, compresibilidad.
- Verificar en los alrededores del sector trabajos de movimiento de tierra, áreas de actividad minera, erosión, cuerpos de aguas u otros que puedan afectar la estabilidad y funcionalidad de las casas, en el caso de que los resultados de la exploración mínima indiquen condiciones inadecuadas para la estabilidad del proyecto, se deberán realizar estudios geotécnicos.

8.2.2.2. Estudio de suelos

Previo al diseño de la cimentación es necesario realizar un estudio en el suelo sobre el cual se va a sustentar la estructura, los ensayos mínimos recomendados son el ensayo de penetración estándar (SPT) y obtener una muestra de suelo inalterado, los mismos van orientados a determinar las características del suelo. Se debe realizar mínimo una calicata por cada tres unidades construidas o por cada 300 m² de construcción, hasta una profundidad mínima de 2.0 m, en la que se constate la calidad razonable del suelo de cimentación.

En las calicatas deben quedar determinados los espesores de los materiales inconvenientes para el apoyo directo y superficial de la cimentación, como son: descapote escombros, materia orgánica, etc., los cuales deberán ser retirados durante la construcción.

La capacidad de carga de los suelos varía dependiendo de la composición de los mismos

Tabla 72
Capacidad de carga de Suelo.

Tipo de Material	ρ (kg/cm ²)
Terrenos Resistentes	
Roca, dura y sana (granito, basalto)	40
Roca, medio dura y sana (pizarras y esquistos)	20
Roca, blanda o fisurada	7
Conglomerado compacto bien graduado	4
Gravas. Mezcla de arena y grava	2
Arena gruesa. Mezcla de grava y arena	2
Terrenos Intermedios	
Arena fina a media. Arena media a gruesa, mezclada con limo o arcilla.	1.5
Arena fina. Arena media a fina mezclada con limo o arcilla.	1.0
Arcilla inorgánica, firme.	1.5
Terrenos de baja resistencia	
Arcilla inorgánica, blanda.	0.5
Limo inorgánico, con o sin arena.	0.25

Fuente: (TORRES, 2007)

8.2.2.3. Estudio geotécnico

Los siguientes casos requieren la realización de un estudio geotécnico.

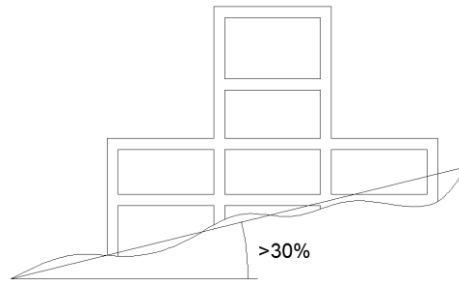
Tabla 73
Casos que requieren estudio geotécnico.

Casos	Descripción
Suelos que presenten inestabilidad lateral.	Se refiere a los suelos en ladera, los cuales generalmente poseen mayor impacto de factores ambientales, en otras palabras su erosión es mayor que la de un suelo confinado.



Continúa →

Suelos con pendientes superiores al 30%.



Suelos con compresibilidad excesiva.

Ocurre cuando el Límite líquido es mayor a 50

Suelos con expansibilidad de intermedia a alta (limos, arcillas).

Ocurre cuando el Índice de Plasticidad $IP > 35$ y $LC < 11$ (ALFARO,97)

8.2.2.4. Limpieza del terreno

Se debe retirar del terreno la presencia de todo material orgánico y se deben disponer los drenajes necesarios para evitar humedad en la construcción.

8.2.2.5. Sistema de cimentación

Existen dos tipos de sistemas estructurales, los aporticados y los constituidos por muros. El sistema de cimentación (plinto, viga o losa de cimentación) depende del tipo y calidad del suelo.

En el caso de tipología de suelo, a nivel general la norma ecuatoriana ha clasificado los tipos de suelo A, B, C, D, E, F en base a ensayos de refracción sísmica con rangos de velocidades de onda de corte en los primeros 30m.

Para Quito, existe una microzonificación a cual muestra coeficientes para distintos tipos de suelo de la ciudad de manera más sectorizada disponibles en el programa MIZOSIQ elaborado por el Dr. Roberto Aguiar y que se encuentra disponible en el repositorio de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE".

En forma general, las columnas del pórtico deben conectarse a nivel de cimentación por una retícula formada por cadenas de amarre combinadas que a su vez hacen que los elementos en planta también sean rectangulares, deben asegurarse de que la transmisión de los esfuerzos de la súper estructura al suelo se realicen de la manera correcta, en el caso del

sistema conformado por muros, se debe asegurar de que para cada muro debe haber una viga de cimentación.

8.2.2.6. Requisitos mínimos para cimentación de muros portantes

Acorde con el NEC, si en uno de los elementos del sistema de cimentación, de preferencia rectangulares como se dijo anteriormente la relación largo sobre ancho es mayor a 2 o si tiene dimensiones mayores a 4m debe construirse una viga intermedia, si esto se hace las dimensiones mínimas se pueden reducirse hasta 200x200mm; los refuerzos deben anclarse con ganchos a 90° en la cara exterior del elemento transversal terminal.

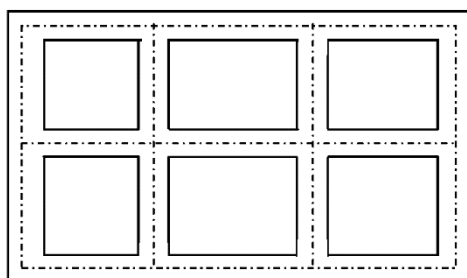


Figura 80. Sistema reticular de vigas de cimentación en sistema de muros portantes.

Tabla 74

Dimensiones y refuerzo mínimo en vigas de cimentación.

Vigas de cimentación	Un piso	Dos pisos	Resistencia mínima	
			ACERO f_y (MPa)	HORMIGÓN F'_c (MPa)
Ancho	250mm	300mm	420	21
Altura	200mm	300mm		
Acero longitudinal	4 ϕ 10mm	4 ϕ 12mm		
Estribos	Φ 8mm 200mm	a Φ 8mm a 200mm		

Fuente: (NEC-SE-VIVIENDA, 2015)

La profundidad mínima a la cual debe estar la viga de cimentación es de 500mm por debajo del nivel de acabado del primer piso. En suelos de poca resistencia o cuando después de un sondeo, se detecta suelo firme a una profundidad menor a 1 m se recomienda construir previo a la viga, un cimiento de hormigón ciclópeo que debe poseer una altura mínima de 300mm y un ancho no menor a 300mm.

Específicamente el NEC recomienda que para la elaboración de este cimiento debe usarse material pétreo con un tamaño máximo igual a la mitad del ancho del relleno pero sin exceder 250mm. El volumen ocupado por el agregado no debe ser superior al 40% del volumen total del relleno ciclópeo, el 60% restante debe llenarse con concreto de la misma o mejor calidad que el de las vigas de cimentación.

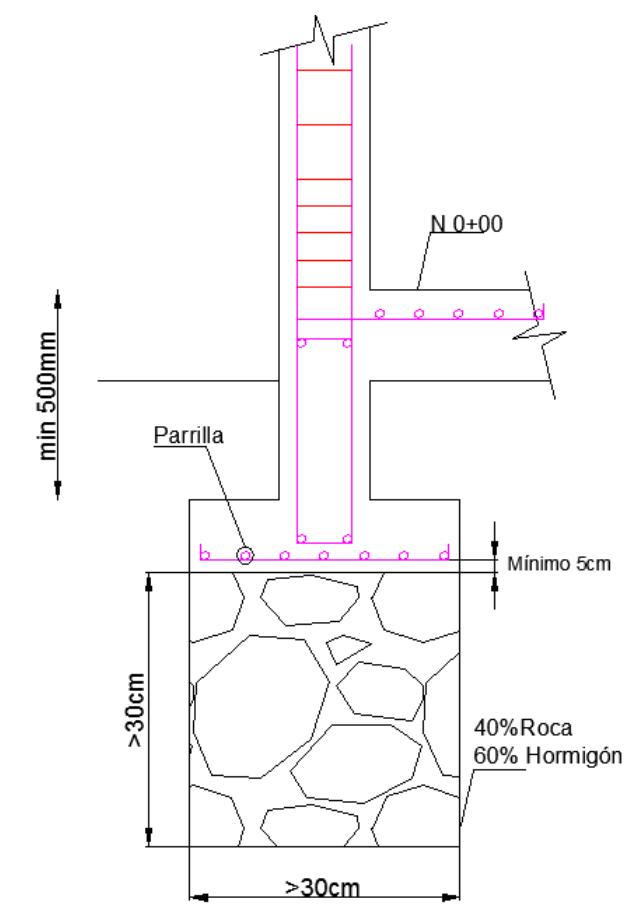
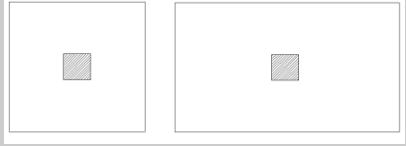
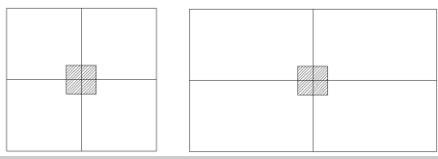
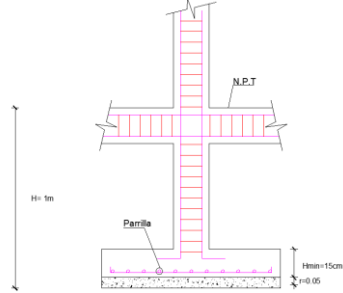
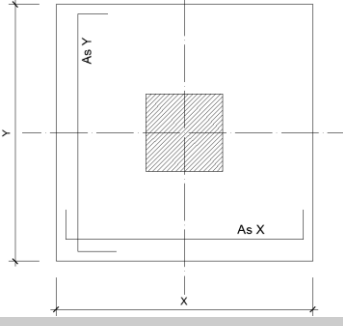
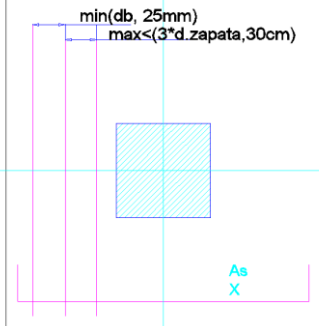


Figura 81. Viga Corrida de cimentación sobre zócalo de hormigón Ciclópeo

8.2.2.7. Requisitos mínimos para zapatas aisladas

Tabla 75
Requisitos mínimos para zapatas aisladas.

Requisito mínimo	Descripción
<p>Debe ser cuadrangular o rectangular</p>	
<p>La profundidad entre el contrapiso y el fondo debe ser 1m</p>	
<p>Su centroide debe coincidir con el centroide de la columna o muro que recibe</p>	
<p>La menor dimensión de la zapada debe ser 1m y su espesor 15cm</p>	
<p>El refuerzo a flexión de las zapatas aisladas debe colocarse en la parte inferior de la misma y en ambas direcciones, de manera uniforme en todo el ancho de la zapata. La cuantía mínima en cualquier dirección debe ser de 0.0018.</p>	
<p>La distancia libre mínima entre barras paralelas debe ser igual al diámetro de la barra pero no menor a 25mm. La distancia máxima entre barras paralelas debe ser menor o igual que 3 veces el espesor de la zapata pero no mayor que 30cm o lo que indique el diseño de la cimentación. En el caso de plintos de lindero es necesario un diseño de zapata</p>	

8.2.3. Normativa para elementos no estructurales

El análisis de elementos no estructurales es de suma importancia a nivel mundial. Frente a un evento sísmico, los primeros en colapsar son los mismos, resulta muy peligroso el desplome de una pared o la ruptura de un ventanal. En el caso concreto de nuestro país se ha dejado de lado el análisis de los mismos por tanto no existe una normativa como tal.

Se toma como consideración uno de los países con mayor cantidad de estudios y de experiencias frente a sismos como lo es Chile. La normativa MINVU, destaca el requisito de certificación de integridad de los componentes y sistemas no estructurales, y de sus anclajes y fijaciones.

En el terremoto de Chile del año 2010 según el análisis posterior se verifica que cerca del 70% de los daños registrados correspondía a componentes no estructurales, quedando algunos edificios inoperativos por esta causa.

Las normas MINVU y FEMA contemplan requisitos específicos para el diseño sísmico de cielos falsos, tabiques, fachadas, ductos de aire acondicionado, sistemas de protección contra incendios, ascensores, equipos eléctricos y mecánicos, entre otros sistemas no estructurales

8.2.3.1. Cielos falsos y tabiques

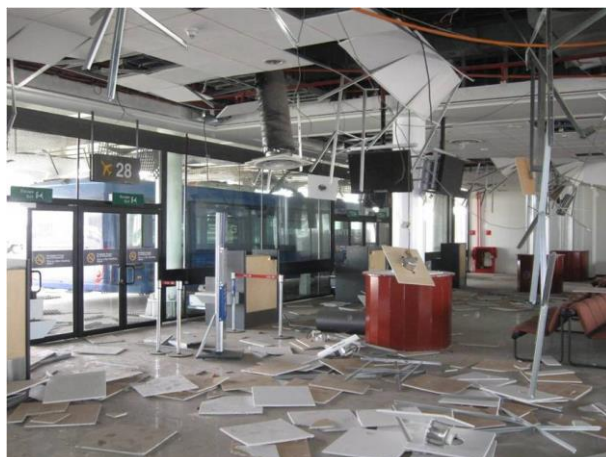


Figura 82. Sismo de Chile 2010 Cielos falsos

Fuente: (DRS, 2010)



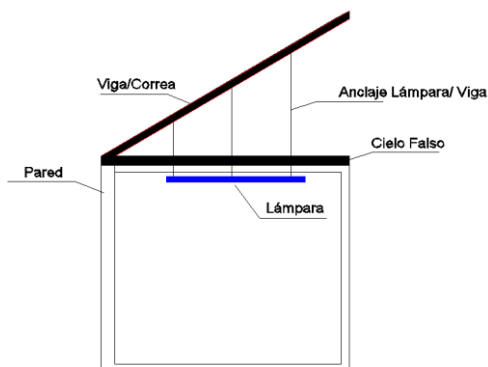
Figura 83 Desprendimiento de tabiques Sismo Chile 2010

Fuente:(DRS, 2010)

Tabla 76 Recomendaciones para elementos no estructurales más comunes.

Elemento	Descripción	Esquema
Cielos Falsos	<p>El ancho del elemento perimetral no debe ser menor de 5cm, cada dirección ortogonal debe estar anclada al elemento perimetral y permitir desplazamientos de al menos 2cm en los extremos opuestos. La sección de cielo raso debe ser menor que 232m².</p>	

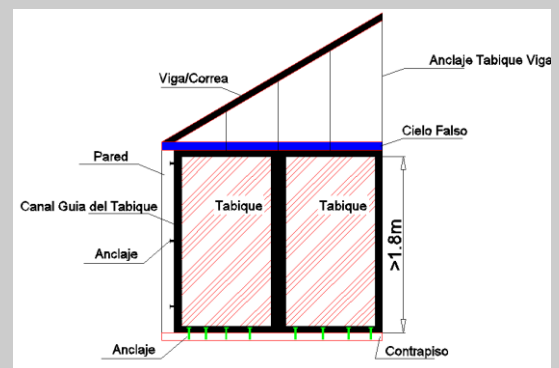
Aparatos de luz. Si el cielo sostiene aparatos de luz con peso menor o igual a 4.5kg se pueden montar en el cielo con un elemento que evite su caída.



Continúa →

Tabiques

Todas las divisiones con una altura mayor a 1.8m deben arriostrarse lateralmente e independientemente del arriostramiento del cielo raso.



Excepciones. Cuando el peso lineal de la división no es mayor que: $(45\text{kg}) / (h \text{ división})$

Las planchas de Gypsum poseen espesores que van de 6.4 a 15.9mm y sus pesos oscilan entre 15 a 33 Kg. Es decir, el gypsum por si solo cumple con la excepción.

8.2.3.2. Vidrios en muros de cortina, fachadas y divisiones transparentes

Los vidrios en muros cortina transparente, fachada transparentes y divisiones transparentes deben cumplir con los requisitos de desplazamientos relativos de la ecuación 12:

$$\Delta_{\text{fallout}} \geq 1.25 I D_p$$

Fuente: (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011)

O 13 mm, cualquiera sea mayor Donde:

Δ_{fallout} : Desplazamiento sísmico relativo, medido entre los extremos del componente, para el cual se produce el desprendimiento del muro cortina, la fachada o la división, según se define en la sección 8.9.2.

I: Factor de importancia de la estructura.

D_p : El desplazamiento sísmico relativo para el cual debe ser diseñado para concordar con la sección 6.2.1.

$$D_p = \delta_{xA} - \delta_{yA}$$

Donde:

Δ_{xA} : Desplazamiento horizontal de la estructura A en el nivel 2.

δ_{yA} : Desplazamiento horizontal de la estructura A en el nivel 1.

Excepción:

a) Los vidrios que tengan holgura suficiente respecto al marco de manera tal que no haya contacto físico entre el vidrio y el marco y que cumplan con un desplazamiento de entrepiso de diseño, no necesitan cumplir con este requisito.

EJEMPLO DE CÁLCULO DE HOLGURA EN VIDRIOS

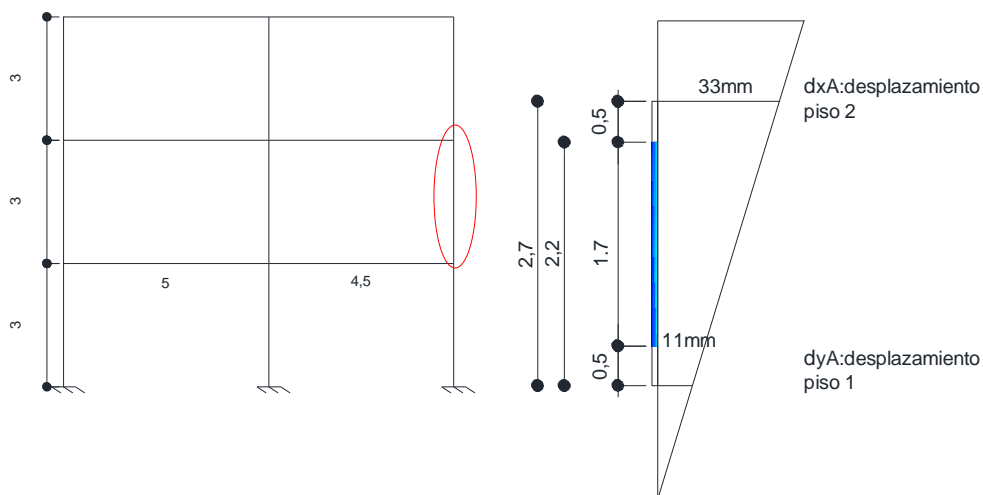


Figura 84. Pórtico de ejemplo para el cálculo de holgura en vidrios.

$$\Delta \geq 1.25 * I * Dp$$

$$Dp = \partial x_A - \partial y_A$$

$$Dp = 33mm - 11mm = 22mm$$

$$\Delta \geq 1.25 * (1) * (22)$$

$$\Delta \geq 0.175cm$$

El valor adoptado es mayor a 133mm por tanto la holgura será de 18mm.

8.2.4. Control de calidad en obra

Para la adecuada ejecución de una obra, es necesaria la adecuada supervisión de cada uno de los materiales y procedimientos llevados a cabo. Se analiza la sección el apéndice normativo 1 del NEC-SE-HM Estructuras de Hormigón Armado y se elabora el siguiente resumen.

8.2.4.1. Evaluación y aceptación de materiales

Cada uno de los materiales empleados en la ejecución debe ser evaluado y rechazado si no cumple con las exigencias o normativa adecuada para el mismo ya sean agregados, cemento, acero etc.

8.2.4.2. Cemento

El cemento como tal, debe cumplir los requerimientos de la norma NTE INEN 152, "CEMENTO PORTLAND REQUISITOS", la norma habla acerca de los aspectos químicos y físicos que debe cumplir el cemento.

La Tabla 77 se encuentra en los manuales de hormigón de la compañía Holcim y se los compara con los requisitos para cemento de la norma INEN 0152, para ampliar la información ahí reflejada. Para fraguado inicial el método de Vicat usado para ensayar cementos portland de varias marcas establece un valor de 45 minutos.

La amasada para el ensayo a resistencia a la compresión está hecha de la siguiente manera: una parte de cemento por 2,75 partes de arena normalizada graduada y una relación agua – cemento de 0,485 para todos los cementos portland lo cual a los 20 días ofrece una resistencia de 28MPa acorde a los ensayos de la empresa.

Por lo general el cemento debe cumplir con los siguientes requerimientos:

Tabla 77
Requisitos Físicos del Cemento Portland Tipo I.

REQUISITOS FÍSICOS	HOLCIM BAJO ENSAYOS INEN 2380	VALOR REFERENCIAL INEN 152	ENSAYO DESCRITO EN NORMA
Tiempo de fraguado, método de Vicat			
Inicial, no menos de, minutos	45	45	INEN 158
Inicial, no más de, minutos	420	375	
Contenido de aire del mortero, en volumen, %	-	12	INEN 195
Resistencia a la Compresión, mínimo MPa			INEN 488
1 día	-	-	
3 días	13	12	
7 días	20	19	
28 días	28	28	
Expansión en barras de mortero 14 días, % Max.	0.02	-	INEN 2529

8.2.4.3. Almacenaje del cemento

Es indispensable el adecuado almacenaje de los materiales de construcción, todos deben almacenarse bajo techo, en el caso específico del cemento, este no debe colocarse directamente sobre el suelo sino sobre este debe apilarse sobre vigas de madera y un entablado de preferencia en un sitio no húmedo, así mismo no debe colocarse más de 10 sacos uno sobre el otro, esto acorde con la resistencia de las envolturas

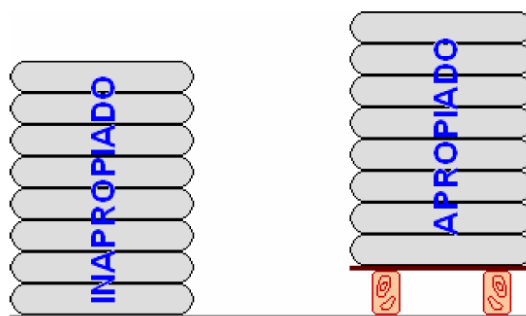


Figura 85. Almacenaje adecuado del Cemento.

Fuente:(Romo, 2010)

8.2.4.4. Áridos para hormigón

Los agregados a ser usados en la construcción deben cumplir especificaciones de granulometría y elementos dañinos que no deban poseer estos se encuentran descritos en la norma NTE INEN 872 ÁRIDOS PARA HORMIGÓN REQUISITOS.

Tabla 78
Requisitos de gradación del árido fino.

TAMIZ INEN	PORCENTAJE QUE PASA
9.5mm	100
4.75mm	95 a 100
2.36mm	80 a 100
1.18mm	50 a 85
600µm	25 a 60
300µm	10 a 30

Fuente: (NTE INEN 872, 2011)

Tabla 79
Sustancias perjudiciales para el agregado fino para el hormigón.

SUSTANCIA PERJUDICIAL	% Max EN MASA	MÉTODO DE ENSAYO	COMENTARIO
Material más fino que el tamiz INEN 75 µm. a) Para hormigón sometido a abrasión b) Para cualquier otro hormigón	3 5	INEN 697 (Determinación del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 µm, N°200 mediante lavado)	La presencia de partículas pequeñas en los agregados, hace que la mezcla requiera mayor cantidad de agua, esto en un rango moderado puede mejorar la trabajabilidad pero en exceso disminuye la resistencia del hormigón.
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables.	3	INEN 698	Las arcillas y partículas desmenuzables como limos afectan la adherencia del agregado y la pasta.
Partículas livianas (carbón y lignito)		INEN 699 (DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS)	Al poseer una densidad baja, pueden afectar la durabilidad del concreto, en

Continúa →

a) Para hormigón sometido a abrasión	0,5	LIVIANAS)	el caso específico del carbón, este tiende a hincharse y puede generar roturas en el hormigón
b) Para cualquier otro hormigón	1		
Cloruros Cl		INEN 865 (DETERMINACIÓN DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN LAS ARENAS)	Los cloruros son precursores de la corrosión del acero de refuerzo, el hormigón provee al mismo de un recubrimiento que impide el ingreso de agentes que dañen al acero. A su vez producen cristalización de las sales dentro de los poros, esto puede producir rupturas debidas a la presión ejercida por los cristales de sal. Puesto que la cristalización ocurre en el punto de evaporación del agua, este tipo de ataque se produce de manera más acentuada en el concreto que no está permanentemente en contacto directo con el agua.
a) Para hormigón simple	1		
b) Para hormigón armado	0.4		
c) Para hormigón preesforzado	0.1		
Sulfatos, como SO ₄	0.6	INEN 865 (DETERMINACIÓN DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN LAS ARENAS)	El contacto de la masa de hormigón con los sulfatos hace que se produzca una reacción química que genera expansión en la pasta y crea una presión capaz de romperla y finalmente desintegrar el concreto.
Partículas en suspensión después de 1 h de sedimentación	3	INEN 864 (DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN DESPUÉS DE UNA HORA DE SEDIMENTACIÓN)	Son precursoras de la erosión del hormigón a hacerlo más permeable, las partículas hacen que la adhesión del cemento al agregado no se logre íntegra.

Fuente: (NTE INEN 872, 2011)

Tabla 80
Sustancias perjudiciales para el agregado grueso para el hormigón.

SUSTANCIA PERJUDICIAL	PORCENTAJE MÁXIMO EN MASA	MÉTODO DE ENSAYO	COMENTARIO
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables.		INEN (DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES)	698 Las arcillas y partículas desmenuzables como limos afectan la adherencia del agregado y la pasta
a) Para hormigón sometido a abrasión	5		
b) Para cualquier otro hormigón	10		
Material más fino que el tamiz INEN 75 µm. No. 200		INEN 697 (DETERMINACIÓN DEL MATERIAL MAS FINO QUE PASA EL TAMIZ CON ABERTURAS DE 75 µm, No 200 MEDIANTE LAVADO)	La presencia de partículas pequeñas en los agregados, hace que la mezcla requiera mayor cantidad de agua lo cual en un rango moderado puede mejorar la trabajabilidad pero en exceso disminuye la resistencia del hormigón.
a) Para hormigón sometido a abrasión	1		
b) Para cualquier otro hormigón	1		
Partículas livianas (carbón y lignito)		INEN (DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS LIVIANAS)	699 Al poseer una densidad baja, pueden afectar la durabilidad del concreto, en el caso específico del carbón, este tiende a hincharse y puede generar roturas en el hormigón
a) Para hormigón sometido a abrasión	0.5		
b) Para cualquier otro hormigón	1		
Resistencia a la abrasión:		INEN (DETERMINACIÓN DEL VALOR DE LA DEGRADACIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE	860
a) Para hormigón sometido a abrasión	50		

Continúa →

b) Para cualquier otro hormigón	50	PARTÍCULAS MENORES A 37,5mm MEDIANTE USO DE LA MAQUINA DE LOS ÁNGELES). INEN 861 (DETERMINACIÓN DEL VALOR DE LA DEGRADACIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PARTÍCULAS MAYORES A 19mm MEDIANTE USO DE LA MAQUINA DE LOS ÁNGELES)
Resistencia a la disgregación (Pérdida de masa después de 5 ciclos de inmersión y secado)		INEN 863 (DETERMINACIÓN DE LA SOLIDEZ DE LOS ÁRIDOS MEDIANTE EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO)
a) Si se utiliza sulfato de magnesio	18	
b) Si se utiliza sulfato de sodio	12	

Fuente: (NTE INEN 872, 2011)

Las **Tablas 80 y 81** se las encuentra en la norma INEN 872, las cuales fueron modificadas para incluir los ensayos requeridos para controlar la presencia de cada una de las sustancias perjudiciales ya sea en árido grueso o fino y una columna adicional con comentarios acerca de cómo cada una de estas impurezas afecta al hormigón.

Requisitos para aceptación y rechazo

“El representante técnico del propietario debe tener las atribuciones para la aceptación y rechazo de los áridos. Sin embargo, esto no releva al proveedor de su responsabilidad de justificar que el material cumple con los requisitos especificados por esta norma.

Si el comprador solicita la realización de ensayos independientes, las muestras para tales ensayos, de acuerdo a la decisión del comprador, deben tomarse antes o inmediatamente después de la entrega del material, y los

ensayos realizarse conforme a las disposiciones de esta norma y a las instrucciones prescritas por el comprador.

El proveedor debe suministrar, sin costo alguno, el material requerido para los ensayos.

El costo de los ensayos solicitados debe ser abonado por:

a) *El proveedor*, si los resultados de los ensayos indican que el material no cumple con los requisitos dados por esta norma.

b) *El comprador*, si los resultados de los ensayos indican que el material cumple con los requisitos dados por esta norma.

Datos mínimos que debe dar el proveedor

Cuando el comprador lo solicite, el proveedor debe suministrar la siguiente información:

- “localización precisa de la fuente donde se obtiene el material,
- nombre comercial del tipo de roca principal presente
- características físicas
- presencia de minerales reactivos; y,
- Información adicional sobre la utilización del material y resultados obtenidos.” (NTE INEN 872, 2011)

8.2.4.5. Acero de refuerzo

Acorde con la sección 9.2.5 del NEC-SE-HM, la inspección del acero a ser utilizado en obra debe realizarse directamente en planta, si se la realiza en obra en absoluta responsabilidad del fiscalizador y del contratista.

Se debe verificar el grado de oxidación del material y si este presenta o no daños en su integridad, así mismo se debe contar con un lugar determinado para su correcto almacenaje.

En el caso de secciones que deban llegar a formar rotulas plásticas, el acero no debe superar los 420MPa de fluencia.

Tabla 81
Características físicas de las varillas con resaltes para hormigón armado.

Diámetro Nominal (mm)	Dimensiones de los resaltes (mm)				Masa (kg/m)	
	Máximo a	Mínimo b	Máximo c	Nominal d	Máximo e	Mínimo e
8	5,60	0,32	3,10	0,395	0,418	0,371
10	7,00	0,40	3,90	0,617	0,654	0,580
12	8,40	0,48	4,70	0,888	0,941	0,835
14	9,80	0,67	5,50	1,208	1,281	1,136
16	11,20	0,72	6,20	1,578	1,673	1,484
18	12,60	0,88	7,00	1,998	2,117	1,878
20	14,00	1,01	7,80	2,466	2,614	2,318
22	15,40	1,11	8,60	2,984	3,163	2,805
25	17,50	1,26	9,80	3,853	4,085	3,622
28	19,60	1,39	11,00	4,834	5,124	4,544
32	22,40	1,64	12,00	6,313	6,692	5,935
36	25,20	1,84	14,00	7,990	8,470	7,511
40	28,00	1,96	15,70	9,865	10,456	9,273

Fuente: (NTE-INENC102)

Los elementos mencionados en la **Tabla 82** son los siguientes:

- espaciamiento promedio de los resaltes transversales,
- altura promedio de los resaltes transversales,
- ancho en la base de los resaltes longitudinales o ancho de la ranura,
- valor calculado a partir del diámetro nominal, considerando una densidad del acero de 7,85 kg/dm³.
- límites en la masa por metro para cada una de las unidades de muestreo.

La Finalidad de los resaltes es la de aumentar la adherencia e impedir el desplazamiento longitudinal de la varilla en relación del hormigón que la cubre. Otro elemento a considerar para el caso del acero de refuerzo es la

incidencia de la intemperie o las zonas en contacto con el hormigón, por ello el ACI-318,08 detallan el reglamento para recubrimientos.

Tabla 82
Recubrimiento del acero de refuerzo.

Elemento	Recubrimiento de concreto (mm)
Concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a el	75
Concreto expuesto al suelo o la intemperie	
Barras N°. 19 a N°57	50
Barras No.16, alambre MW200 o MD200 y menores	40
Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo	
Losas muros y viguetas	
Barras N°.43 y N°57	40
Barras N°.36 y menores	20
Vigas, columnas	
Armadura principal, estribos, espirales	40

Fuente: (ACI 318, 2008).

Los recubrimientos protegen a las barra de acero de la acción de los agentes climáticos, es de suma importancia colocarlos el no hacerlo supone riesgo de corrosión del acero, esto a su vez disminuye las secciones adoptadas para el mismo reduciendo su capacidad y durabilidad. En caso de incendio, el recubrimiento proporciona protección al acero para evitar que este llegue a alcanzar una temperatura crítica, esta se la mide en función del tiempo de seguridad que pueda proporcionar el recubrimiento.

8.2.4.6. Ladrillos cerámicos

Tabla 83
Tipos de ladrillos cerámicos.

Tipo	Características	
A	Será ladrillo reprensado, de color rojizo uniforme, con ángulos rectos y aristas rectas. No tendrá manchas, eflorescencias, quemados ni desconchados aparentes en caras y aristas.	
Macizo	B	A diferencia del A puede tener pequeñas imperfecciones en sus caras exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 5 mm.
	C	Será semejante al tipo B, diferenciándose de él en que puede, además, ser fabricado a mano y tener imperfecciones en sus caras exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 8 mm.

Continúa →

Hueco	D	Podrá emplearse en la construcción de muros soportantes, tabiques divisorios no soportantes y relleno de losas alivianadas de hormigón armado.
	E	Podrá emplearse únicamente en la construcción de tabiques divisorios no soportantes y rellenos de losas alivianadas de hormigón armado.
	F	Podrá emplearse únicamente en el relleno de losas alivianadas

Tabla 84
Requisitos de resistencia y absorción de la humedad en ladrillos.

Tipo de Ladrillo	Resistencia mínima a la compresión (MPa)		Resistencia mínima a la flexión(MPa)	Absorción máxima de humedad %
	Promedio de 5 unidades	Individual	Promedio de 5 unidades	Promedio de 5 unidades
Macizo tipo A	25	20	4	16
Macizo tipo B	16	14	3	18
Macizo tipo C	8	6	2	25
Macizo tipo D	6	5	4	16
Macizo tipo E	4	4	3	18
Macizo tipo F	3	3	2	
Método de ensayo	INEN 294	INEN 294	INEN 295	INEN 296

Fuente: (NTE-INEN 297)

Tabla 85
Dimensiones comunes de Ladrillos en cm.

Tipo	Largo	Ancho	Alto
Común Máquina	de 39	19	9
Reprensado	29	19	9
Hueco	29	19	19
	29	19	14
	29	19	9

Fuente: (INEN 293 , 1977)

Criterios de aceptación y rechazo

Por convenio entre el proveedor y el comprador se pueden fabricar y usar ladrillos de un alto h igual a 7 cm. Los ladrillos de un mismo tipo deben tener dimensiones uniformes. No se permite en ellas una variación mayor del 4% lo detalla la norma INEN 293.

La norma INEN 292 brinda las consideraciones para aceptar o rechazar un lote de Bloques acorde con lo siguiente.

Tabla 86
Criterios de aceptación rechazo ladrillos.

Tamaño del Lote	MUESTRA	Ac1	Re1	Ac2	Re2
Hasta 1200	3	0	2	1	2
De 1200 a 35000	5	0	3	3	4
Más de 35000	8	1	4	4	5

Fuente: (INEN 292, 2005)

- Cuando el número de unidades defectuosas de la muestra sea igual al número de aceptación Ac 1 de la **Tabla 87**, el lote se acepta.
- Cuando el número de unidades defectuosas de la muestra sea mayor o igual al número de rechazo Re 1, el lote será rechazado.
- Cuando el número de unidades defectuosas de la muestra se halle entre el número de aceptación Ac 1 y el número de rechazo Re 1, se tomará una segunda muestra del mismo tamaño que la inicial y se realizarán aquellas pruebas en las que, al ensayarse la primera muestra, se hayan presentado bloques defectuosos, Deberán sumarse las unidades defectuosas encontradas en la muestra inicial y en la segunda de reensayo.
- Si el número total de unidades defectuosas es igual o menor al número de aceptación Ac 2, el lote en cuestión será aceptado.
- Si el número total de unidades defectuosas es igual o mayor al número de rechazo Re 2, se rechazará el lote.

8.2.4.7. Bloques huecos de hormigón

Tabla 87
Tipos de bloques huecos de hormigón y sus usos.

TIPO	USO
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento. Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento.
C	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento. Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento.
E	Losas alivianadas de hormigón armado.

Fuente: (NTE INEN 0638, 1993)

Tabla 88
Dimensiones Bloques

TIPO	DIMENSIONES REALES			DIMENSIONES NOMINALES		
	largo	ancho	alto	largo	ancho	alto
A, B	40	20,15,10	20	39	19,14,09	19
C, D	40	10,15,20	20	39	09,14,19	19
E	40	10,15,20,25	20	39	09,14,19,24	20

Fuente: (NTE INEN 0638, 1993)

Criterios de aceptación y rechazo

El rango de aceptación establecido para aceptar o no los bloques es que; Los bloques de un mismo tipo deben tener dimensiones uniformes. No se permite en ellas una variación mayor de 5 mm. Se pueden fabricar bloques de otras dimensiones según se requiera, pero se debe llegar a un acuerdo proveedor- comprador.

La norma INEN 639 brinda las consideraciones para aceptar o rechazar un lote de Bloques acorde con lo siguiente.

Tabla 89
Criterios de aceptación rechazo bloques.

Tamaño del Lote	MUESTRA	Ac1	Re1	Ac2	Re2
Hasta 1200	3	0	2	1	2
De 1200 a 35000	5	0	3	3	4
Más de 35000	8	1	4	4	5

Fuente: (INEN 639, 1993)

- Cuando el número de unidades defectuosas de la muestra sea igual al número de aceptación Ac 1 de la **Tabla 89**, el lote se acepta.
- Cuando el número de unidades defectuosas de la muestra sea mayor o igual al número de rechazo Re 1, el lote será rechazado.
- Cuando el número de unidades defectuosas de la muestra se halle entre el número de aceptación Ac 1 y el número de rechazo Re 1, se tomará una segunda muestra del mismo tamaño que la inicial y se realizarán aquellas pruebas en las que, al ensayarse la primera muestra, se hayan presentado bloques defectuosos, Deberán sumarse las unidades defectuosas encontradas en la muestra inicial y en la segunda de reensayo.
- Si el número total de unidades defectuosas es igual o menor al número de aceptación Ac 2, el lote en cuestión será aceptado.
- Si el número total de unidades defectuosas es igual o mayor al número de rechazo Re 2, se rechazará el lote.

8.2.5. Ensayos aplicables al hormigón armado y sus agregados

Acorde con la norma NTE INEN 872, los ensayos a realizarse se los clasifica de la siguiente manera:

8.2.5.1. Ensayos preliminares

Son los que se realizan para verificar la idoneidad del material para fabricar hormigón, va destinado a la revisión de material del yacimiento, este debe cumplir los requisitos de las tablas anteriores.

Tabla 90
Ensayos preliminares de los agregados para el Hormigón.

ENSAYOS PRELIMINARES	NORMA	CRITERIO	Porcentaje en masa permitido
Análisis Granulométrico	INEN 696	x	x
Partículas livianas (Carbón, Lignito)	INEN 699	Al poseer una densidad baja, pueden afectar la durabilidad del concreto, en el caso específico del carbón, este tiende a hincharse y puede generar roturas en el hormigón.	0.5-1
Cloruros y Sulfatos	INEN 865	Son precursores de la corrosión del acero y de la pérdida de durabilidad del hormigón.	Cloruros a) Para hormigón simple 1 b) Para hormigón armado 0.4 c) Para hormigón preesforzado 0.1 Sulfatos 0.6
Partículas en suspensión después de 1 h de sedimentación	INEN 864	Son precursoras de la erosión del hormigón a hacerlo más permeable, las partículas hacen que la adhesión del cemento al agregado no se logre íntegra.	3

Tabla 91
Ensayos obligatorios al hormigón.

ENSAYOS PRELIMINARES	NORMA	CRITERIO	Porcentaje en masa permitido
Destinados al control de recepción			
Granulometría	INEN 696	x	x
Material más fino que el tamiz INEN 75 µm	INEN 697	La presencia de partículas pequeñas en los agregados, hace que la mezcla requiera mayor cantidad de agua lo cual en un rango moderado puede mejorar la trabajabilidad pero en exceso disminuye la	1

Continúa →

			resistencia del hormigón.
Impurezas orgánicas	INEN 855		Pueden afectar las reacciones de hidratación, modificando el fraguado o reduciendo la resistencia.
Solo si las especificaciones lo requieren a fin de determinar			
Propiedades críticas de un árido determinadas por factores locales (sales solubles, reactividad potencial, etc.), y			
Propiedades requeridas para obtener hormigones de características especiales (por ejemplo: resistencia al desgaste o abrasión, para hormigones de pavimentos).			
Destinados a control para el uso (diseño de dosificación):			
Granulometría	INEN 696	x	x
Masa unitaria	INEN 858		
Densidad	INEN 857		2400 y 2900 kg/m ³
Absorción de agua			Grueso 0.2-4% Fino 0.2-2%
Porcentaje de huecos	INEN 858		
Humedad superficial	INEN 859		Finos 3-8% Gruesos 1-6%

8.2.5.2. Ensayos optativos

Son aquellos ensayos no incluidos en el grupo de ensayos obligatorios, y que se efectúan eventual y esporádicamente con el fin de obtener mayor información sobre un árido.

8.2.6. Ensayos aplicables a los materiales de construcción más comunes.

Tabla 92**Ensayos aplicables a los materiales de construcción.**

MATERIAL	CRITERIOS	NORMA ENSAYOS	Rangos
Bloques	Dependiendo del uso del bloque, se los cataloga A,B,C,D,E	Resistencia a la compresión INEN 640. (28días)	2 a 6 (MPa) Ver NTE INEN 643
		Absorción de agua INEN 642.	< 15%
Ladrillos	Dependiendo del uso del bloque, se los cataloga A,B,C,D,E,F	INEN 294 Determinación de la resistencia a la compresión. (28 días)	6 a 20 MPa Macizos (A,B,C) ver Tabla 85 3 a 5 MPa Huecos (D,E,F)
		INEN 295 Determinación de la resistencia a la flexión.	2 a 4(MPa) ver Tabla 85
		INEN 296 Determinación de la absorción de la humedad.	16 a 25% ver Tabla 85
Cerámicas	Se las cataloga acorde con la norma INEN 654	NTE INEN 651:1998 Determinación de la absorción de agua.	3 a 3.3%
		NTE INEN 652:1998 Determinación de la resistencia a la flexión.	Espesor \geq 7,5 mm No menor que 1100 N
		NTE INEN 2 188:1998 Determinación de la resistencia al impacto mediante	Espesor < 7,5 mm No menor que 600 N INEN 654
Morteros		NTE INEN 488 Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en cubos de 50 mm de arista.	Resistencia a los 7 Días 3.5 MPa 28 Días 6.2MPa

8.2.7. Controles aplicables al hormigón armado**8.2.7.1. Control de proporciones dosificación y mezclado.**

Uno de los requerimientos al trabajar con hormigón armado, es precisamente que este cumpla con una resistencia específica a los 28 días, para esto resulta necesario un control en cuanto a las proporciones de agregado, agua cemento y/o aditivos que se emplearan para constituir este hormigón.

El cálculo de la dosificación requerida debe realizarse por parte del ingeniero constructor y ser aprobado por el Supervisor de Estructuras de hormigón armado, lastimosamente una vez en obra las dosificaciones no se suelen respetar obteniéndose una resistencia inferior a la calculada, esto puede ocasionar varias complicaciones.

8.2.7.2. Control de la dosificación del hormigón

En el caso de Edificaciones pequeñas, la dosificación se la puede diseñar en laboratorios independientes, y es responsabilidad del fiscalizador solicitar los respectivos ensayos referentes a contenido de aire, consistencia, temperatura y masa volumétrica para verificar la calidad del hormigón.

Tabla 93
Rangos aceptables de indicadores en mezclas de hormigón.

ENSAYO	RANGO ACEPTABLE	NORMA
Contenido de Aire	+/- 1.5%	ASTM C173
Consistencia	Min 5- Max 7.5 cm	ASTM C143
Temperatura	Min 10°C- Max 26°C Clima Frio > 4° Clima Caluroso < 35°	ASTM C138
Masa Volumétrica	2200 a 2400 kg/m ³	ASTM C642

Fuente: (Ing. Humberto Joel Ramírez Romero UTPL, 2012); (MOP, 2002)

8.2.7.3. Medición y mezclado

Tabla 94
Medición y Mezclado del concreto.

Ítem	Descripción
Materiales	Determinar adecuadamente las cantidades requeridas de material y cambiarlas fácilmente, cuando así se requiera
Mezcla	Mantener las proporciones requeridas de materiales entre amasada y amasada (carga y carga).
Mezcla	Introducir los materiales en la mezcladora, de acuerdo con la secuencia apropiada. (Ripio, Cemento, Arena y agua).

Continúa 

Mezcla	Verificar que todos los ingredientes queden completamente combinados durante las operaciones de mezclado y las partículas de árido estén totalmente cubiertas con pasta de cemento mediante inspección visual.
Equipo	Durante la descarga del hormigón de la mezcladora, verificar que este sea uniforme y homogéneo dentro de cada amasada (carga) y de amasada en amasada (carga en carga).

Se toman las consideraciones con respecto al tema del NEC y se las presenta a manera de tabla identificando el proceso en el cual se deben realizar las verificaciones necesarias.

8.2.7.4. Hormigón mezclado en obra

Antes de proceder con el mezclado, se debe verificar el estado en el que se encuentra la mezcladora revisando los siguientes puntos:

- a) Verificar que las paletas se encuentren limpias y libres de residuos de mezclas anteriores.
- b) Inspeccionar el desgaste de las paletas o del tambor y verificar que este sea menor al 10%.
- c) Revisar posibles fugas dentro del tambor.

Sobre todo en cuanto a las fugas, es muy importante revisarlas, el hecho de que una se presente variaría de manera considerable la cantidad de agua que se está colocando en la respectiva dosificación y es necesario ser conscientes que una buena dosificación depende en gran medida de la relación agua cemento de la mezcla.

Tiempo de mezclado

El tiempo de Mezclado depende de la mezcladora a ser usada, se debe contar con las especificaciones técnicas del fabricante, pero el NEC recomienda que para mezcladoras estacionarias es como mínimo de 90 segundos para cargas de 1 m³ o menores y 20 segundos adicionales por cada metro cúbico adicional o fracción de este.

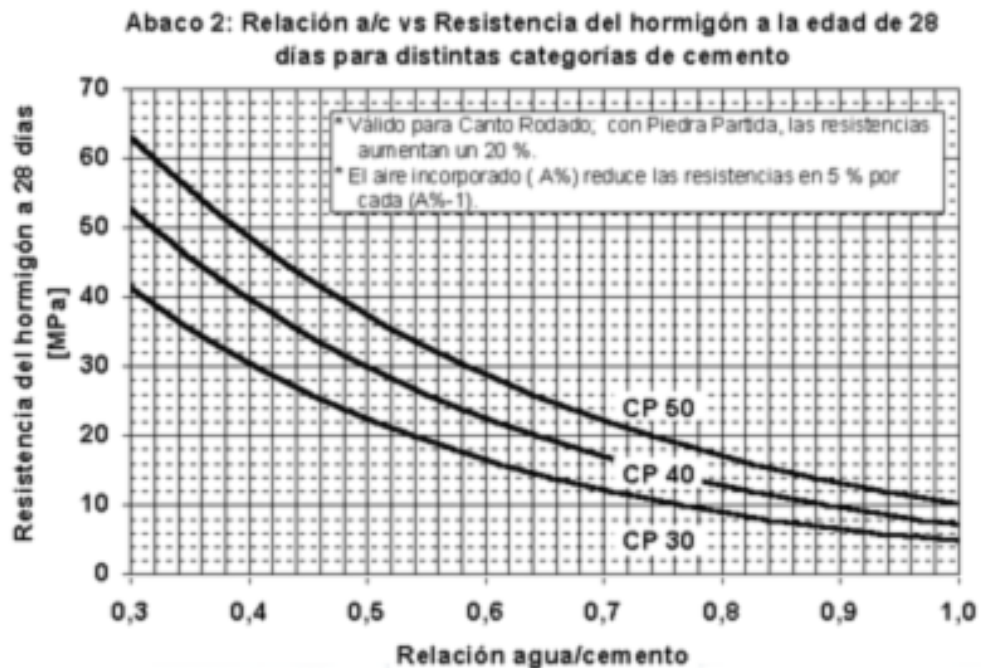


Figura 86. Resistencia del hormigón versus relación agua cemento.

Fuente: (Instituto del cemento Portland Argentino, 2012)

Transporte

El transporte de la mezcla se los puede hacer mediante camiones mezcladores, agitadoras móviles e incluso recipientes lisos que no agitan, en el caso de los últimos, deben ser los suficientemente lisos para impedir que el hormigón se adhiera a sus paredes, debe ser hermético y poseer compuertas para su respectiva descarga.

8.2.7.5. Hormigón premezclado

Es el cual se lo elabora en planta y es llevado a la obra de manera general en camiones mezcladores. Las consideraciones por parte de fiscalización respecto a este tipo de hormigones son que de planta se presenten los ensayos respectivos como son: contenido de aire, consistencia, temperatura y masa volumétrica para verificar la calidad del hormigón, adicionalmente de la dosificación usada en planta para llegar a la resistencia requerida.

Inicialmente se deberá verificar que el hormigón se encuentre en estado plástico, sin endurecer y cumpla los requisitos de la norma NTE-INEN 1855. Esta norma en sus aspectos más importantes cuenta con la siguiente información:

8.2.7.6. Asentamiento del hormigón premezclado:

Cuando los asentamientos especificados para el proyecto rezan “máximo” o “no exceder” de:

Tabla 95
Tolerancias de asentamiento cuando se permite adición de agua en obra.

Tolerancias	Asentamiento	
	80 mm o menos	Mayor a 80mm
Tolerancia en más:	0mm	0mm
Tolerancia en menos:	40mm	60mm

(NTE-INEN 1855-1, 2001)

Esta tolerancia se acepta únicamente si se permite adición de agua en obra y siempre que no incremente la relación agua/cemento sobre el máximo especificado para el proyecto. Si el asentamiento especificado para el hormigón se encuentra en el rango de 80mm hacia abajo, no se permite que sea mayor al establecido pero si hasta 40mm menor. Por ejemplo si el asentamiento máximo permitido es 80mm no se tolera que sea 81mm pero es tolerable que sea 75mm.

Cuando los asentamientos especificados para el proyecto rezan “máximo” o “no exceder” de:

Tabla 96
Tolerancias de asentamiento.

Asentamiento especificado	Tolerancias
50mm o menos	+/- 15mm
Entre 50mm y 100mm	+/-25 mm
Mayor que 100mm	+/-40mm

Fuente: (NTE-INEN 1855-1, 2001)

La **Tabla 96** se usa cuando no se permite adicionar agua en obra y los asentamientos están debidamente especificados.

Aclaraciones- asentamiento

La norma especifica claramente que el hormigón debe permanecer trabajable dentro de un rango permisible de asentamiento por un periodo de 30 minutos después de la llegada del camión a la obra o después de hacer la corrección de asentamiento al adicionar agua a la mezcla.

Cabe destacar que no se puede añadir agua a las mezcla salvo que el asentamiento no se encuentre dentro de los límites establecidos y bajo el consentimiento de un representante de la empresa que proporciona el hormigón el cual a su vez deberá certificar que el hormigón tendrá la resistencia requerida; lo anterior no aplica para el primero y ultimo $1/4m^3$ de la mezcla.

Si el usuario no está preparado para la descarga en los 30 minutos contados a partir del arribo del camión, el fabricante no se hace responsable por el asentamiento del mismo. Si por alguna razón se añade agua a la mezcla, el responsable de la empresa deberá certificar la resistencia del mismo por medio del ensayo de cilindros tomados.

8.2.7.7. Medición de la cantidad de hormigón

Se puede medir por volumen en las tolvas de recepción, por peso en los encofrados o por la suma de los valores absolutos de cemento, agua, aire y agregados, el fiscalizador debe también verificar el contador de la mezcladora; los límites de revoluciones y velocidad de mezclado deben estar entre 70 a 100.

8.2.7.8. Uniformidad del hormigón

Existen 6 verificaciones que deben hacerse para verificar la uniformidad del hormigón, los rangos establecidos de cada una son los siguientes:

Tabla 97
Límites de Uniformidad del Hormigón.

Prueba	Máxima diferencia permitida
Masa volumétrica del hormigón	2200 a 2400kg/m ³
Contenido de aire	1 a 2% Sin inductor de aire
	4 a 8% Con inductor de aire
Asentamiento	5 a 7.5 cm
Contenido de agregado grueso	60%
Resistencia a la compresión a los 7 días	75%

Fuente:(Gusmán, 2010)

Se considera hormigón uniforme si cumple con 5 de los 6 ensayos citados en la tabla anterior. La **Tabla 97** se elabora tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

La norma NEC, establece dentro de esta tabla valores de 6.0% como contenido de agregado grueso, este valor no corresponde a ninguna dosificación, por tanto existe un error al momento de la elaboración de la tabla al colocar 6.0% en lugar de 60% que es el rango manejado. De igual manera, la resistencia a la compresión a los 7 días acorde a ensayos es de 70 a 75% no de 7.5% como muestra la tabla.

8.2.8. Supervisión antes de la colocación del hormigón

8.2.8.1. Excavación y cimentación

Es necesario verificar el estado de la superficie donde se va a colocar el hormigón, esta debe estar eficientemente compactada y por ningún motivo suave. Además se debe humedecerlo para asegurar que el hormigón contenga la cantidad de agua requerida para fraguado y no sea absorbida por el suelo.

La excavación debe realizarse acorde al diseño propuesto en términos de niveles y ubicación siempre buscando el material firme a menos que previo un estudio se haya aprobado la colocación de material de mejoramiento (relleno) o se cuenta con otro sistema como pilotes.

8.2.8.2. Estructura de encofrado y apoyo

El fiscalizador deberá supervisar los elementos a ser utilizados para recibir el hormigón como puntales y encofrados, estos deben cumplir requerimientos para su adecuado desempeño; Los encofrados deben estar limpios y mantener la forma requerida, debe tomarse en cuenta que la forma de los mismos puede variar por el peso de maquinaria, trabajadores y del mismo hormigón lo cual puede deformarlo y a su vez obtener una sección distinta a la requerida.

En el caso de puntales, se debe asegurar que estos tengan la resistencia necesaria, se los debe colocar uno sobre otro en niveles continuos para evitar esfuerzos de flexión adicionales para los cuales la losa no fue calculada.

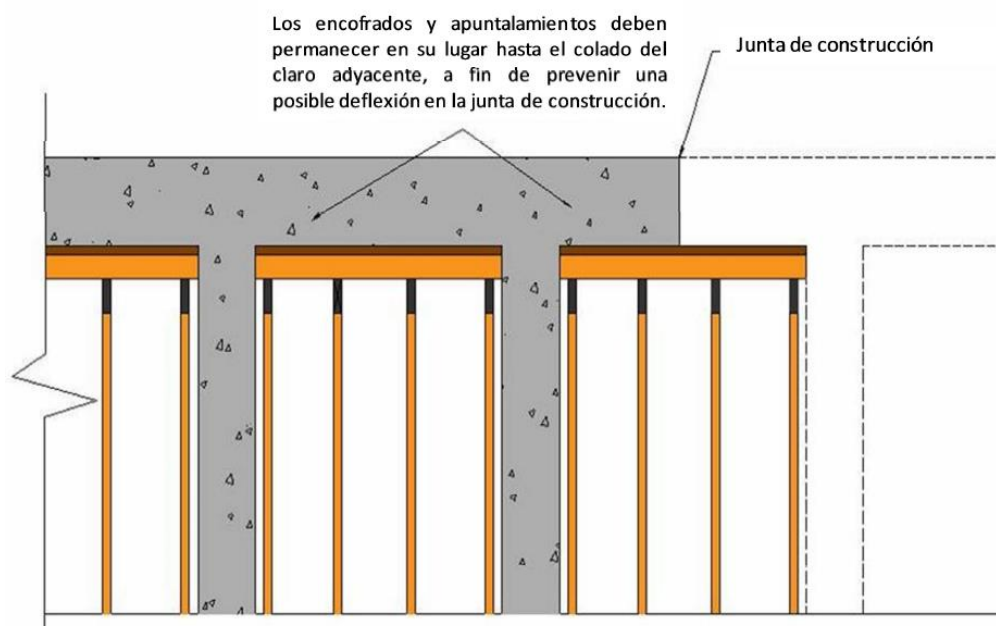


Figura 87. Ubicación de Juntas de Construcción y desencofrado

Fuente: (NEC-SE-HM, 2014)

- Se debe colocar encofrado superior para mantener la forma requerida cuando las inclinaciones son mayores a lo correspondido en 1.5 horizontal, 1 vertical.
- Si el proyecto no lo especifica, como se mencionó anteriormente para evitar el pandeo en el encofrado de losas se debe dejar una contraflecha de

2mm/m. El encofrado, no se debe retirar arbitrariamente, el NEC-SE-HM estipula lo siguiente al respecto:

Tabla 98

Período mínimo de tiempo para desencofrar elementos verticales.

Elemento	Tiempo
Muros	12 horas
Columnas	12 horas
Lados de vigas y Trabes	12 horas
Casetones, ancho $\leq 750\text{mm}$	3 Días
Casetones, ancho 750mm	4 Días

Fuente: (NEC-SE-HM, 2014)

Tabla 99

Período mínimo de tiempo para desencofrar elementos horizontales.

Elemento	Carga viva menor que la carga muerta	Carga viva mayor que la carga muerta
Centros de arco	14 días	7 días
Vigas, viguetas		
Menos de 3 m de luz	7 días	4 días
De 3 a 6 m de luz	14 días	7 días
Más de 6 m de luz	21 días	14 días
Losas en una dirección		
Menos de 3 m de luz	4 días	3 días
De 3 a 6 m de luz	7 días	4 días
Más de 6 m de luz	10 días	7 días

Fuente: (NEC-SE-HM, 2014)

Las **Tablas 98 y 99** se utilizan cuando no se especifica la resistencia mínima a la cual se debe desencofrar, para términos generales el NEC recomienda desencofrar cuando los elementos llegan al 70% de la resistencia.

Para conocer la resistencia se deben tomar muestras en obra al momento de vaciado del hormigón conforme a la norma NTE-INEN1576.

Tabla 100
Irregularidades en Superficies de Hormigón.

Clase	Descripción	Irregularidad Permitida (mm)
A	Superficies expuestas al público	3
B	Texturas rugosas que van a recibir estuco, yeso o paneles de madera.	6
C	Superficies expuestas permanentemente o cuando no se especifica otro tipo de acabado	13
D	Superficies permanentemente ocultas o cuando no importa la rugosidad.	25

Fuente: (NEC-SE-HM, 2014)

8.2.9. Colocación del acero de refuerzo.

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta es lo referente al acero de refuerzo, el profesional a cargo de la fiscalización debe verificar doblado, espaciamiento, amarres y colocación de cada elemento de acero para que trabaje de manera íntegra con el hormigón siendo este un requerimiento especial del hormigón armado.

Cada elemento de acero debe corresponder a un diámetro nominal establecido.

8.2.10. Corte y dobléz

A menos que lo indiquen los documentos del contrato, las varillas rectas deben tener una tolerancia longitudinal de 2.5cm y las varillas dobladas se deben medir de exterior a exterior, la especificación para corte y dobléz debe tomarse del capítulo 7 del ACI 318; todos ellos se hacen en frío.

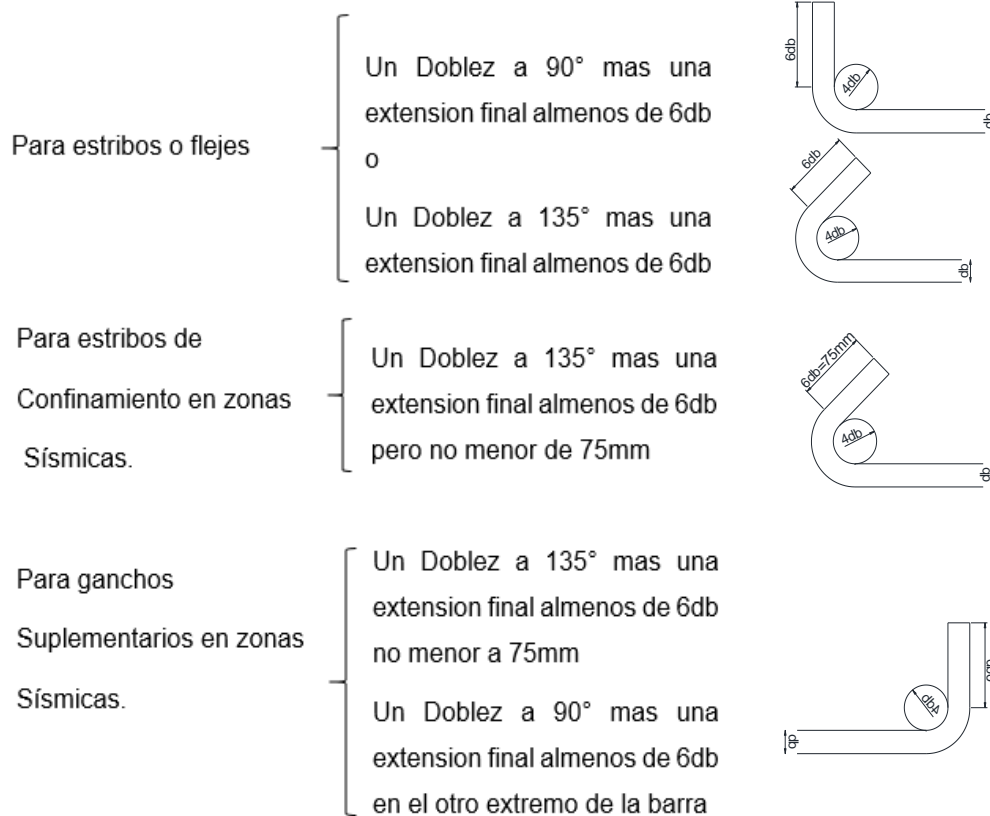


Figura 88. Ganchos para refuerzo transversal.

Fuente: (ACI 318, 2008)

Tabla 101
Diámetros mínimos y máximos de varilla de refuerzo.

Tipo	Diámetro mínimo de barra, db	Diámetro máximo de barra, db
Barras corrugadas	8mm	36mm
Alambre para mallas	4mm	10mm
Estribos	10mm	16mm

Fuente: (NEC-SE-HM, 2014)

8.3. Tablas Recopilatorias

Tabla 102
Resumen Configuración estructural NEC-SE-VIVIENDA.

Configuración estructural	
Regularidad en planta	Largo/ancho ≤ 4 ; Largo, ancho $< 30\text{m}$
Juntas	$e_{\text{min}} = 2.5\text{cm}$, máx. 2 * Deriva máx.
Geotecnia	Hacer estudio geotécnico en estos casos $L > 30\text{m}$, desnivel $> 40\text{cm}$ $L =$ longitud de construcción Desnivel = desnivel del terreno sobre el cual se asentará la edificación
Sondeo	Al menos 1 calicata/ 300m^2 ; 2m de excavación
	Suelos con pendiente $> 30\%$

Tabla 103
Resumen Configuración estructural NEC-SE-HM.

Pórticos resistentes a momento					
NEC-SE-HM					
	Elemento	Luz libre	Ancho mínimo	Peralte mínimo	Estribo mínimo
	Flexión	$> 4d$	250mm	Tabla 104	$\phi 10\text{mm}$
	Flexocompresión		$> 300\text{mm}$	$> 300\text{mm}$	$\phi 10\text{mm}$

Tabla 104
Espesores mínimos de vigas y losas en una dirección.

Elemento	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Losas Macizas en una dirección	l/20	l/24	l/28	l/10
Vigas o losas nervadas en una dirección	l/16	l/18.5	l/21	l/8

Fuente: (ACI 318, 2008)

Tabla 105
Resumen Secciones y armados NEC-SE-VIVIENDA.

Pórticos resistentes a momento

Secciones menores al NEC-SE-HM

Pisos	Elemento	Luz máxima	Altura máxima de entrepiso	Sección mínima	Cuantía longitudinal mínima	Estribo mínimo
1	Columna	4m	2.5m	20x20	1%	8mm@10cm
	Viga			15x20	14/fy sup 14/fy inf	8mm@5 enL/4 y 10 en L/2
2	Columna	4m	2.5m	Piso 1: 25x25 Piso 2: 20x20	1%	
	Viga			20x20	14/fy sup 14/fy inf	8mm@10cm 8mm@5 enL/4 y 10 en L/2

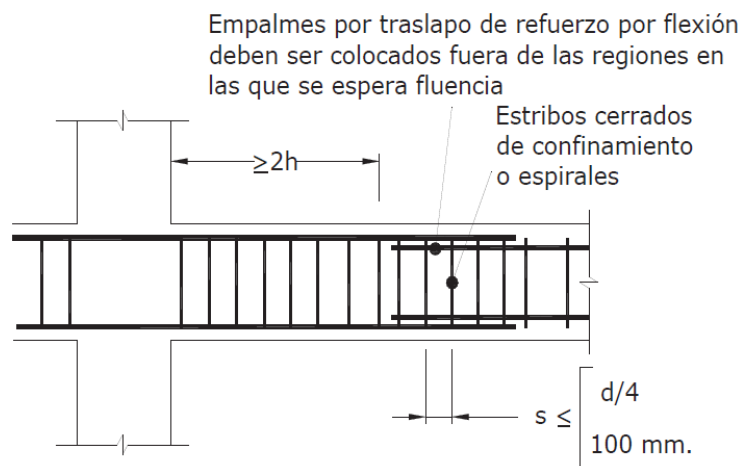


Figura 89. Confinamiento en traslape de varillas de refuerzo longitudinal.

Fuente: (NEC-SE-HM, 2014).

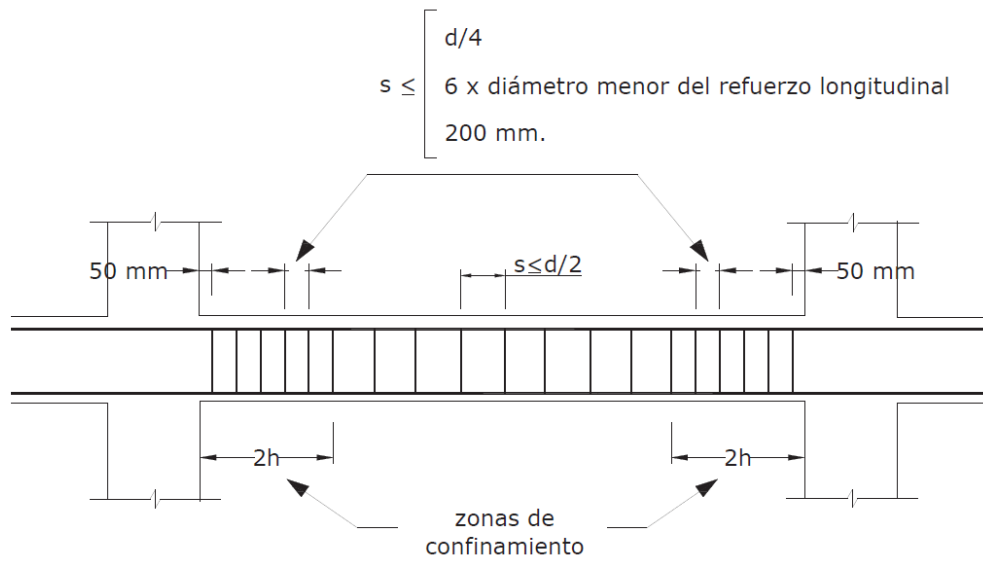


Figura 90. Separación de estribos vigas.

Fuente: (NEC-SE-HM, 2014).

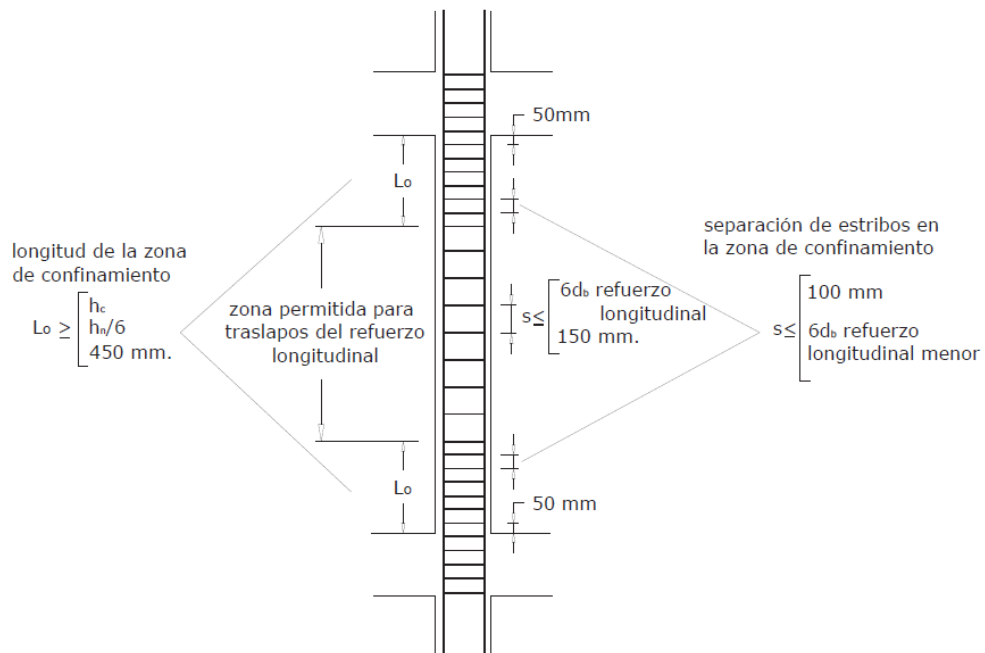


Figura 91. Separación de estribos Columnas.

Fuente: (NEC-SE-HM, 2014).

8.4. Hojas tipo para control de actividades en obra

Como se menciona anteriormente, es de suma importancia un adecuado control, para lo cual se presentan hojas de control que resumen las actividades recurrentes en una obra de construcción en el ámbito estructural las cuales se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 106
Cartillas de controles para obras de hormigón armado

PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD [MODELO TÍPICO]	
OBRA:	FECHA:
RESPONSABLE:	
INSPECTOR DE OBRA:	
LISTA DE ACTIVIDADES DE AUTOCONTROL	
CARTILLA	Nº DESIGNACIÓN ACTIVIDAD
1.00	TRAZADO Y NIVELES GENERALES
2.00	ETAPA MOVIMIENTO DE TIERRAS
2.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO
2.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS
3.00	ETAPA DE OBRA GRUESA
3.01	EXCAVACIÓN DE CIMIENTOS
3.02	HORMIGÓN CIMIENTOS
3.03	ENCOFRADO Y FUNDICIÓN DE COLUMNAS
3.04	ENCOFRADO Y FUNDICIÓN DE VIGAS
3.05	ENCOFRADO Y FUNDICIÓN DE LOSAS
4.00	ALBAÑILERÍA
4.01	COLOCACIÓN DE MAMPOSTERÍA
4.02	ENLUCIDOS
4.03	ESTUCADOS

CARTILLA DE
CONTROL

HOJA N°

OBRA
:
RESPONSABLE:
INSPECTOR DE OBRA:

**ACTIVIDAD: TRAZADO Y
NIVELES**
RESPONSABLE:

FECHA:
FIRMA:

N°	ELEMENTOS DE VERIFICACIÓN		
A	MONOLITOS PUNTOS DE REFERENCIA		
B	CANTIDAD/UBICACIÓN/ FIRMEZA		
C	PUNTOS DE REFERENCIA AUXILIARES		
D	CANTIDAD/UBICACIÓN/ FIRMEZA		
E	TRAZADO		
F	CONCILIACIÓN CON LEVANTAMIENTO		
G	NIVELES		
H	CONSIGNAR CORRECCIONES EN PLANOS		
			OBSERVACIONES

ENCARGADO DE SUPERVISIÓN

**CARTILLA DE
CONTROL**

HOJA
N°

CC2.01

OBRA
RESPONSABLE:
INSPECTOR DE OBRA:

**ACTIVIDAD: DESBROCE Y
LIMPIEZA**
RESPONSABLE:

FECHA:
FIRMA:

N°	ELEMENTOS DE VERIFICACIÓN		
A	ACONDICIONAMIENTO DE TERRENO		
B	MEJORAMIENTO DE TERRENO		
C	* REMOCIÓN CAPA VEGETAL		
D	* EXCAVACIÓN TERRENO NO APTO		
E	* RELLENO Y NIVELES		
F	* RETIRO EXCEDENTES		
G	CONFIGURACIÓN DE PLATAFORMAS		
H	* NIVELES		
I	* CALIDAD DEL TERRENO		
J	VERIFICAR TOPOGRAFÍA RESULTANTE		
			OBSERVACIONES

ENCARGADO DE SUPERVISIÓN

CARTILLA DE CONTROL HOJA N°

CC2.01

OBRA:
RESPONSABLE:
INSPECTOR DE OBRA:

ACTIVIDAD: DESBROCE Y LIMPIEZA
RESPONSABLE:

FECHA:
FIRMA:

N°	ELEMENTOS DE VERIFICACIÓN		
A	ACONDICIONAMIENTO DE TERRENO		
B	MEJORAMIENTO DE TERRENO		
C	* REMOCIÓN CAPA VEGETAL		
D	* EXCAVACIÓN TERRENO NO APTO		
E	* RELLENO Y NIVELES		
F	* RETIRO EXCEDENTES		
G	CONFIGURACIÓN DE PLATAFORMAS		
H	* NIVELES		
I	* CALIDAD DEL TERRENO		
J	TOPOGRAFÍA RESULTANTE		
			OBSERVACIONES

ENCARGADO DE SUPERVISIÓN

CARTILLA DE CONTROL

HOJA N°

CC2.02

OBRA:
RESPONSABLE:
INSPECTOR DE OBRA:

ACTIVIDAD: MOVIMIENTO DE TIERRAS RESPONSABLE:	FECHA: FIRMA:
---	------------------

N°	ELEMENTOS DE VERIFICACIÓN		
A	RETIRO DE MATERIAL DE DESBROCE		
B	CALIDAD DE MATERIAL REUTILIZABLE		
C	MOVIMIENTOS DE TIERRA		
D	RELLENOS COMPACTADOS		
E	* CALIDAD DE MATERIAL DE RELLENO		
F	* CANTIDAD DE CAPAS		
G	* CALIDAD EJECUCIÓN		
			OBSERVACIONES

 ENCARGADO DE SUPERVISIÓN

**CARTILLA DE
CONTROL**

HOJA N°

CC3.01

OBRA:
RESPONSABLE:
INSPECTOR DE OBRA:

**ACTIVIDAD: EXCAVACIÓN
DE CIMIENTOS**
RESPONSABLE:

FECHA:
FIRMA:

N°	ELEMENTOS DE VERIFICACIÓN		
A	ALINEAMIENTO Y EJES		
B	ANCHO DE EXCAVACIÓN		
C	PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN		
D	FONDO DE EXCAVACIÓN PAREJO Y LIMPIO		
E	PAREDES RECTAS		
			OBSERVACIONES

ENCARGADO DE SUPERVISIÓN

CARTILLA DE CONTROL HOJA N°

CC3.02

OBRA:
RESPONSABLE:
INSPECTOR DE OBRA:

**ACTIVIDAD: HORMIGÓN
CIMENTOS**
RESPONSABLE:

FECHA:
FIRMA:

N°	ELEMENTOS DE VERIFICACIÓN		
A	Chequear tensores y pilares según los planos		
B	Niveles de las armaduras de rejilla cimiento columna y cadenas		
C	Dosificación del hormigón		
D	Transporte y vaciado del hormigón		
E	Vibrado del hormigón.		
F	Controlar curado durante los primeros 7 días.		
			OBSERVACIONES

ENCARGADO DE SUPERVISIÓN _____

CARTILLA DE CONTROL

HOJA N°

CC3.03

OBRA:
RESPONSABLE:
INSPECTOR DE OBRA:

ACTIVIDAD: ENCOFRADO Y
FUNDICIÓN DE COLUMNAS
RESPONSABLE:

FECHA:
FIRMA:

N°	ELEMENTOS DE VERIFICACIÓN	
A	Alineamientos y ejes	
B	Dimensiones	
C	Separación de estribos $s \leq$ (6db long, 100mm) en zona de confinamiento.	
D	Separación de estribos $s \leq$ (6db long, 150mm) en la zona intermedia.	
E	Amarres y plomos	
F	Altura de llenado	
G	Colocación correcta de encofrados	
H	Dosificación del hormigón	
I	Mojado de superficies	
J	Disponibilidad de vibrado	
K	Altura de llenado < 2m	
L	Espesor de cada capa no sea superior a 50 cm., ya que con espesores superiores la compactación no es eficaz.	
M	No se arrojar el hormigón con pala a gran distancia o distribuirlo con rastrillos o hacerlo avanzar más de 1 m, dentro de las formaletas.	
N	Que se lleve a cabo el vibrado.	
O	La duración de la vibración debe estar comprendida entre 10 y 25 segundos, y la distancia entre los puntos de inmersión debe ser de aprox. 50 cm, dependiendo de la característica del vibrador.	
P	Controlar curado durante los primeros 7 días.	
		OBSERVACIONES

ENCARGADO DE SUPERVISIÓN

CARTILLA DE CONTROL

HOJA N°

CC3.04

OBRA:
RESPONSABLE:
INSPECTOR DE OBRA:

ACTIVIDAD: ENCOFRADO Y
FUNDICIÓN DE VIGAS
RESPONSABLE:

FECHA:
FIRMA:

N°	ELEMENTOS DE VERIFICACIÓN	
A	Limpieza de armaduras.	
B	Alineamientos y ejes.	
C	Dimensiones.	
D	Separación de estribos $s \leq (d/4, 6db \text{ long}, 200mm)$ en 2 h	
E	Separación de estribos $s < d/2$ en la zona intermedia.	
F	Colocación de separadores.	
G	Amarres y plomos.	
H	Colocación correcta de encofrados.	
I	Dosificación del hormigón	
J	Mojado de superficies	
K	Disponibilidad de vibrado	
L	Que no se arroje el hormigón con pala a gran distancia o distribuirlo con rastrillos o hacerlo avanzar más de 1 m, dentro de las formaletas.	
M	Que se lleve a cabo el vibrado.	
N	La duración de la vibración debe estar comprendida entre 10 y 25 segundos, y la distancia entre los puntos de inmersión debe ser de aprox. 50 cm, dependiendo de la característica del vibrador.	
O	Verificar superficies de terminación.	
P	Controlar curado durante los primeros 7 días.	
		OBSERVACIONES

 ENCARGADO DE SUPERVISIÓN

CARTILLA DE CONTROL

HOJA N°

OBRA:
RESPONSABLE:
INSPECTOR DE OBRA:

**ACTIVIDAD: ENCOFRADO Y
FUNDICIÓN DE LOSAS**
RESPONSABLE:

FECHA:
FIRMA:

N°	ELEMENTOS DE VERIFICACIÓN	
A	Limpieza de la armadura.	
B	Alineamientos y ejes.	
C	• Verificar dimensiones.	
D	Nivel horizontal de moldaje.	
E	Armadura, cantidad y ubicación.	
F	Nivel de altura losa	
G	Amarres y plomos.	
H	Colocación de tubería eléctrica	
I	Colocación correcta de encofrados.	
J	Dosificación del hormigón	
K	Mojado de superficies	
L	Disponibilidad de vibrado	
M	Que no se arroje el hormigón con pala a gran distancia o distribuirlo con rastrillos o hacerlo avanzar más de 1 m, dentro de las formaletas.	
N	Que se lleve a cabo el vibrado.	
O	La duración de la vibración debe estar comprendida entre 10 y 25 segundos, y la distancia entre los puntos de inmersión debe ser de aprox. 50 cm, dependiendo de la característica del vibrador.	
P	Verificar superficies de terminación.	
Q	Controlar curado durante los primeros 7 días.	
		OBSERVACIONES

 ENCARGADO DE SUPERVISIÓN

CARTILLA DE CONTROL

HOJA N°

CC4.01

OBRA:

RESPONSABLE:

INSPECTOR DE OBRA:

ACTIVIDAD:
COLOCACIÓN DE
MAMPOSTERÍA
RESPONSABLE:

FECHA:

FIRMA:

N°	ELEMENTOS DE VERIFICACIÓN	
A	Alineamientos y ejes.	
B	Que los refuerzos secundarios de hierro o chicotes en las columnas estén ubicados a no más de 60 cm de distancia entre sí, con una longitud libre de 50 cm y un empotramiento de 15 cm mínimo.	
C	Colocación de elementos de impermeabilización en las bases (chova).	
D	Armadura, cantidad y ubicación.	
E	Mortero de pega a emplear. 50kg C, 40lt A, 4 par Arena	
F	Plomadas a medida que se avanza.	
G	Colocación de elementos de unión entre mampostería – vigas y mampostería – losas ya sea colocando espuma o con mortero.	
		OBSERVACIONES

 ENCARGADO DE SUPERVISIÓN

CARTILLA DE CONTROL

HOJA N°

CC4.02

OBRA:
RESPONSABLE:
INSPECTOR DE OBRA:

**ACTIVIDAD:
ENLUCIDOS
RESPONSABLE:**

FECHA:
FIRMA:

N°	ELEMENTOS DE VERIFICACIÓN	
A	Limpieza de la superficie	
B	Eliminación de excesos de mortero de los bloques	
C	Que se humedezcan las superficies a enlucir	
D	Dosificación del mortero a usar	
E	En el caso de maquina proyectora, verificar que la tolva se encuentre limpia y libre de residuos.	
F	Que la mezcla se mantenga por menos de 30 min.	
G	Espesor de enlucido.	
H	Controlar curado. Si el enlucido es en exterior deje pasar 6 horas para poder realizar el primer curado, y realizar 3 curados al día: en la mañana, al medio día y en la tarde por los primeros 3 días.	
I	Controlar curado. Si el enlucido es interior deje pasar 12 horas para poder realizar el primer curado, y realizar un curado diario en la mañana por los primeros 7 días.	
		OBSERVACIONES

 ENCARGADO DE SUPERVISIÓN

CARTILLA DE CONTROL

HOJA N°

CC4.02

OBRA:
RESPONSABLE:
INSPECTOR DE OBRA:

ACTIVIDAD: ESTUCADOS
RESPONSABLE:

FECHA:
FIRMA:

N°	ELEMENTOS DE VERIFICACIÓN	
A	Plomadas de enlucido previo	
B	Proporción de sílice – agua (2:1)	
C	Colocación de la capa de sílice min 3mm	
D	Proporción de carbonato de calcio – agua (2:1)	
E	Colocación del empaste.	
F	Superficies de terminación.	
		OBSERVACIONES



ENCARGADO DE SUPERVISIÓN


8.5. Medidas preventivas a patologías comunes en obra



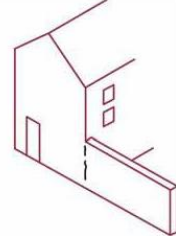
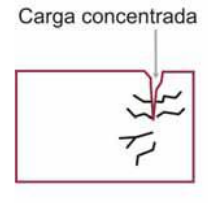
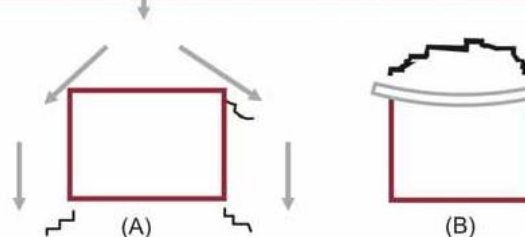
Existen varios tipos de patologías claramente visibles en la estructuras, en gran medida estas se producen por alguna variable, estudio o control en la fase de construcción quedando las demás por el paso de los años.

Las patologías más comunes presentes en las estructuras son las siguientes:

Tabla 107
Patologías comunes en estructuras.

Patología	Descripción/Causa	Ejemplo	Efectos
Humedad en paredes por capilaridad ascendente	El agua es absorbida por la cimentación y al llegar a las paredes presenta eflorescencias en la misma		Problema estético persistente, afecciones respiratorias. Se pierde el recubrimiento en el acero, esto permite el paso de humedad y posterior corrosión de los mismos así como pérdida de la sección de hormigón que hace más débil al elemento.
Humedad en paredes por porosidad en fachadas	Ocurre debido a la porosidad del revestimiento de la pared, el agua que llega a la superficie es absorbida por la misma y queda retenida en la pared.		Problema estético persistente, afecciones respiratorias.
Humedad en paredes por fisuras	Se presenta cuando existen fisuras en la pared que permiten el paso de la humedad a la misma.		Problema estético persistente, afecciones respiratorias.
Humedad en losas por fisuras	Cuando existen fisuras en las losa provocadas por deflexiones, el agua penetra por las mismas y se manifiesta a través de eflorescencias en las losas.		Problema estético persistente, afecciones respiratorias. En casos más severos, el agua produce corrosión en el

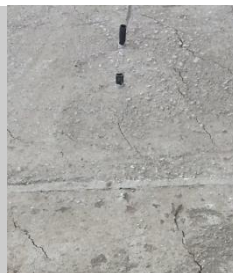
		acero de la losa debilitando el elemento.
Humedad en losas por porosidad	Ocurre debido a la porosidad del revestimiento de la losa, el agua que llega a la superficie es absorbida por la misma y queda retenida en la losa.	Problema estético persistente, afecciones respiratorias.
Humedad en losas por empozamiento	Ocurre cuando no se dejan las debidas declinaciones (caídas) en la losa haciendo que el agua no se direcciona y recoja en un lugar determinado sino que quede en la misma.	Problema estético persistente, afecciones respiratorias.
Humedad en losas por humedad en los ambientes.	Ciertos tipos de ambiente como los baños poseen una humedad elevada, si no existen las ventilaciones necesarias y aun con ellas, el agua puede quedar retenida en los elementos que rodean el ambiente	Problema estético persistente, afecciones respiratorias.
Manchas en cubierta	Pueden ser de varios tipos, suelen tratarse de depósitos materiales, disueltos en el agua, que se dan en el interior de la cubierta o alteración de los revestimientos al ser atacados por el agua o por agentes de carácter biológico. Son suciedades que suelen deberse a humedades previas.	Problema estético persistente, afecciones respiratorias.
Goteras en cubierta inclinada	Caída libre de agua de la cubierta por la penetración del agua a través del faldón. Suele ser consecuencia de una lesión o fallo previos, como por ejemplo, fisuras o grietas en la cubierta, humedades, discontinuidades en el paño de cubierta por traslapes insuficientes, etc.	Deterioro de los elementos en contacto con el agua.
Humedad por fuga en tuberías	Se manifiesta a través de eflorescencias en las paredes adyacentes a tuberías de agua potable o de aguas negras.	Problema estético persistente, afecciones respiratorias, también permite el paso de humedad y posterior corrosión del acero así como pérdida de la sección de hormigón que hace más débil al elemento.
		
Síntomas de disgregación superficial en morteros	Puede ocurrir por humedades accidentales o transitorias en los elementos con recubrimiento de mortero.	Deterioro de los elementos por contacto con el agua.
Humedad en carpintería de	Ocurre cuando la madera entra en	Deterioro de los

<p>madera</p>	<p>contacto con agua ya sea por ambientes húmedos o directamente sobre ella, si la madera no posee un tratamiento adecuado puede llegar a podrirse.</p>	<p>elementos por contacto con el agua, eflorescencias.</p>
<p>Grietas en mampostería en sentido horizontal.</p>	<p>Se producen generalmente por asentamientos diferenciales de la estructura</p>	<p>Problema estético y en casos graves, colapso de elementos de mampostería.</p> 
<p>Grietas verticales en mampostería.</p>	<p>Ocurre en las esquinas de aberturas dejadas en la mampostería para puertas y ventanas y demás al modificar la sección de un elemento.</p>	<p>Problema estético y en casos graves, colapso de elementos de mampostería.</p>
<p>Grietas en mampostería diagonales.</p>	<p>Existen varios tipos, uno de ellos se presenta al adosar una estructura pequeña a una grande ya existente.</p>	<p>Problema estético y en casos graves, colapso de elementos de mampostería.</p> 
<p>Grietas en mampostería por elementos consecutivos de distinto peso diagonal y vertical.</p>	<p>Ocurre cuando los elementos que se encuentran adosados a la mampostería poseen diferencia significativa en su peso uno del otro como en el caso de las chimeneas.</p>	<p>Problema estético y en casos graves, colapso de elementos de mampostería.</p> 
<p>Grietas en mampostería por cargas puntuales horizontales y diagonales.</p>	<p>Ocurren cuando una carga puntual grande descansa sobre la pared, esto puede producir desde pandeo hasta aplastamiento de la sección.</p>	<p>Problema estético y en casos graves, colapso de elementos de mampostería.</p> 
<p>Grietas en mampostería por aberturas diagonales a los vértices de las aberturas y sobre dinteles</p>	<p>Ocurren cuando no se consideran cargas grandes sobre dinteles o cuando no se los</p>	<p>Problema estético y en casos graves, colapso de elementos de mampostería.</p> 

coloca.

Grietas en paredes por curado indebido del enlucido.

Son cuarteaduras diagonales, verticales que aparecen durante las primeras horas de colocado el mortero al no proveer de una hidratación necesaria al mismo.



Permiten el acceso de la humedad a los elementos de mampostería provocando su deterioro.

Fisuras por retracción de fraguado que se presentan horizontales, verticales perpendiculares al sentido corto del elemento.

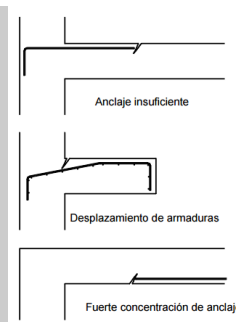
La retracción del concreto disminuye su volumen porque al fraguar se va evaporando el agua, en el caso de secciones grandes como losas de parqueadero, si no se dejan las respectivas juntas se producirán estas fisuras.



Permiten el acceso de la humedad a los elementos provocando su deterioro.

Fisuras diagonales por mala disposición de la armadura que se presentan en las esquinas de acople de elementos viga-columna o en zonas de alta concentración de esfuerzos.

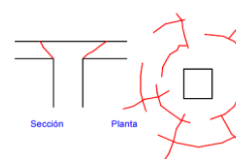
Ocurre cuando no existe suficiente longitud de desarrollo en ganchos del acero en uniones viga columna y otras conexiones.



Se pierde el recubrimiento de los elementos de acero, esto permite el paso de humedad y posterior corrosión de los mismos así como pérdida de la sección de hormigón que hace más débil al elemento.

Fisuras por punzonamiento que se presentan alrededor de elementos que reciben el peso de otros generalmente a 45° por efecto de corte.

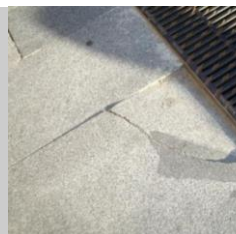
Se presentan en las uniones de vigas planas con pilares




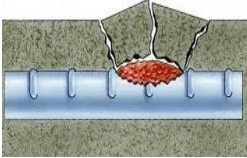

Dependiendo de su tamaño, pueden provocar el colapso de elementos losa, viga.



Rotura de cerámica por impacto.


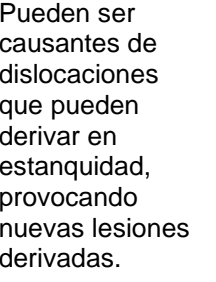


La base sobre la cual se asienta esta cerámica no es uniforme o carece en la esquina.



La cerámica mal colocada es más propensa a romperse por impacto o por el tráfico, en

<p>Columnas con ejes no concéntricos.</p>	<p>Ocurre cuando el eje de columna del piso inferior y superior adyacente no coinciden debido a una mala colocación de la armadura y encofrados</p>		<p>La carga que recibe la cimentación se recibe de manera excéntrica, esto puede incurrir en problemas de torsion y/o volteo.</p>
<p>Erosión en cubiertas inclinadas. Causada por el viento que transporta partículas de material abrasivo, influyendo en las zonas de la cubierta más expuestas como las cumbres</p>			
<p>Corrosión del acero por cloruros.</p>	<p>Ocurre cuando agentes químicos penetran el hormigón hasta encontrarse con el acero en ambientes cercanos al mar sobre todo.</p>		<p>Corrosion del acero y subsecuente pérdida de sección de acero en elementos con disminución de capacidad a flexión de los mismos.</p>
<p>Agregación o depósito interno de materias extrañas en tuberías. Se producen por depósito de distintos materiales sobre las paredes interiores de las tuberías, que van reduciendo la sección de las mismas hasta agotarla. Disminuye la sección de tubería, esto produce la falla de los mismos por elevadas presiones.</p>			
<p>Discontinuidad de columnas</p>	<p>Ocurre cuando una columna no continúa hasta el nivel de cubierta, es decir llega únicamente al piso inferior y no existe en los superiores.</p>		<p>Los pisos superiores de las edificaciones son los que más se mueven en un sismo, si no se encuentran sujetos a la subestructura, pueden salir despedidos.</p>
<p>Elementos de conducción expuestos. Se refiere a tuberías de conducción de agua y/o luz que se dejan expuestos. Si los elementos no poseen una resistencia adecuada al ambiente, ocasionan deterioro y/o rotura del elemento</p>			

Desprendimiento de concreto	<p>Se refiere a la separación de la capa de recubrimiento de la mampostería o en el caso de elementos estructurales dejando a la vista el acero.</p> <p>Ocurre por una inadecuada adherencia de la pasta de mortero.</p>		Permiten el aceso de la humedad a los elementos provocando su deterioro.
Desprendimiento de acabados por esfuerzo rasante.	Supone el empuje en una misma dirección y sentidos contrarios, de los dos elementos componentes de una junta superficial, e implica el intento de desplazamiento de los mismos en dichos sentidos, con la consiguiente pérdida de integridad de la unión. Los esfuerzos pueden ser: dilataciones y contracciones térmicas del acabado o movimientos elásticos del soporte.	Problema estético, además permite el aceso de la humedad a los elementos provocando su deterioro.	
Desprendimiento por dilatación de elementos infiltrados.	En el caso de juntas superficiales con adherencia mecánica, resulta un microespacio intermedio que puede alojar elementos capaces de dilatar, como el agua o algunas sales.	Problema estético, además permite el aceso de la humedad a los elementos provocando su deterioro.	
Desprendimiento por falta de adherencia.	<p>Por ejecución incorrecta se provoca falta de penetraciones o de unión molecular.</p> <p>A) en el uso de morteros hidráulicos cuando el soporte no está convenientemente húmedo. B) si la superficie no está suficientemente limpia de polvo o de grasa. C) la falta de rugosidad suficiente anula la existencia de las penetraciones necesarias.</p>	Problema estético, además permite el aceso de la humedad a los elementos provocando su deterioro.	
Deflexiones en Vigas	Se refiere a la deformación que ocurre en la luz del elemento viga, esta es normal pero en casos excesivos como los producidos por sobrecargas o al no contemplar la sección necesaria a soportar las cargas son muy graves.		Desprendimiento de recubrimientos, falla por fluencia del acero, en casos leves afecta la estética y en graves colapso.

Deflexiones en losas	Se refiere a la deformación que ocurre en la luz del elemento losa debido al peso de la misma en luces muy grandes o cuando existe sobrecargas en la misma.		Desprendimiento de recubrimientos, falla por fluencia del acero, en casos leves afecta la estética y en graves colapso.
Deflexiones en cubiertas.	Alteración formal del faldón de la cubierta, relativa a la flecha excesiva y a los desplazamientos excesivos que afecten a la integridad de la cubierta.		Pueden ser causantes de dislocaciones que pueden derivar en estanquidad, provocando nuevas lesiones derivadas.
Columna corta	Se refiere a la reducción de la luz confinada de la columna por la adición de ventanales.		Al no poseer el confinamiento necesario, existe una concentración de esfuerzos excesivos en estas secciones, esto incurre en colapso de los mismos por aplastamiento ya que el acero por si solo no resiste esfuerzos de compresión alta.
Piso Flexible	Ocurre cuando uno de los niveles de la estructura tiene una altura mayor a la de los adyacentes o cuando este no se encuentra confinada a diferencia de los adyacentes		Al no poseer el confinamiento necesario, existe una concentración de esfuerzos excesivos en estas secciones, esto incurre en colapso de los mismos por aplastamiento ya que el acero por si solo no resiste esfuerzos de compresión alta.

<p>Discontinuidad de columna en nudo</p>	<p>Ocurre cuando el hormigonado de la columna se lo hace hasta una distancia antes del nudo haciendo que en esta zona el hormigón no confine de manera adecuada el acero y dividiendo la columna en 2 partes.</p>		<p>Concentración de esfuerzos en esta sección puede incurrir en colapso.</p>
<p>Cambio de sección de columnas</p>	<p>El diseño permite reducir la sección en la parte superior de la columna, no en la inferior como en el caso de la figura.</p>		
<p>Vigas atravesadas por tuberías</p>	<p>Ocurre cuando no se ubican previamente las instalaciones antes del hormigonado de los elementos estructurales.</p>		<p>Provoca una disminución de la sección en una zona crítica a corte de la viga produciendo falla de la misma</p>
<p>Hormiguero</p>	<p>Ocurre cuando no se vacía de manera adecuada el hormigón dentro de los encofrados y tampoco se vibra</p>		
<p>Inexistencia de juntas de construcción.</p>	<p>Se refiere a la construcción de una edificación adosada a otra ya existente sin dejar una separación entre ellas.</p>		<p>En el caso de un evento sísmico se produce el golpeteo entre las estructuras, esto causa el colapso de ellas.</p>

Continúa →

Inadecuado amarre y colocación de acero

Ocurre cuando no se supervisan las actividades asegurando un amarre óptimo del mismo.



Concentraciones de esfuerzos, colapso de elementos.

Son múltiples las patologías que se encuentran en la construcción de edificaciones cuyas causas van desde el diseño y la falta de estudios al terreno a la falta de control en obra, se ha seleccionado de las anteriores las más recurrentes para presentar medidas preventivas para evitar su ocurrencia o disminuir su efecto.

8.3.11. Problemas de humedad



Figura 92. Problemas de humedad en paredes de viviendas

Existen medidas para prevenir la humedad en la vivienda, las más comunes son el uso de materiales de impermeabilización en distintos sectores de la misma, se pueden utilizar materiales como láminas asfálticas que se colocan antes de la primera fila de mampostería.

Esta lámina en especial es únicamente impermeable en uno de sus lados, por lo cual debe colocarse únicamente en interiores.



Figura 93. Lámina de impermeabilización

Estos elementos, también se pueden colocar en los cimientos para impedir que el agua los afecte y llegue a niveles superiores.

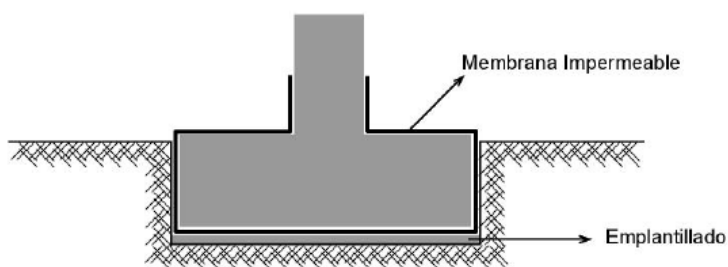


Figura 94. Colocación de impermeabilización en cimientos.

Fuente: (FERNÁNDEZ, 2008).

Cuando la cantidad de agua presente en el suelo es mayor, se pueden excavar zanjas perimetrales las cuales sirven para drenar el agua alrededor de la edificación y así evitar que llegue a la misma.

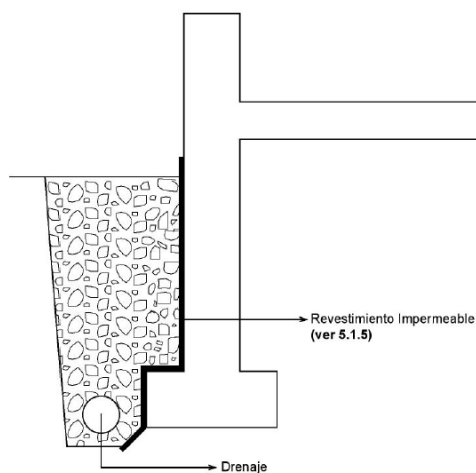


Figura 95. Drenaje perimetral.

Fuente: (FERNÁNDEZ, 2008)

En el fondo de la zanja se ubica un tubo que sirve de cañería para transportar el agua, Esto se logra gracias a que la excavación se rellena con material gravoso y el tubo utilizado debe ser de un material altamente poroso para que el agua pueda ingresar a él.

Los tubos se disponen con una pendiente generalmente cercana al 1% aunque en ocasiones puede incrementarse hasta llegar a un 5% para permitir un buen escurrimiento del agua. Las uniones de los tubos generalmente se dejan abiertas para facilitar el acceso del fluido que al final de su recorrido se encuentra con un colector que puede ser, por ejemplo, la red de alcantarillado. (FERNÁNDEZ, 2008).

Fisuras en Paredes por colocación inadecuada de revestimientos.



Figura 96. Fisuras en una vivienda.

Esta patología ocurre por diferentes causas, en mayor cantidad se presentaron problemas no por problemas del suelo sino más bien por problemas en las técnicas empleadas para enlucir y/o estucar las paredes, los controles a llevarse a cabo en esta actividad son los siguientes:

- Verificar la limpieza de la superficie
- Verificar la eliminación de excesos de mortero de los bloques
- Verificar que se humedezcan las superficies a enlucir.
- Verificar la dosificación del mortero a usar
- Verificar que la mezcla se mantenga por menos de 30 min.

- Controlar el curado. Si el enlucido es en exterior deje pasar 6 horas para poder realizar el primer curado, y realizar 3 curados al día: en la mañana, al medio día y en la tarde por los primeros 3 días.
- Controlar curado. Si el enlucido es interior deje pasar 12 horas para poder realizar el primer curado, y realizar un curado diario en la mañana por los primeros 7 días.

El curado y colocación del mortero en las paredes es el mayor problema en cuanto a fisuras, adicional a esto en el estucado se puede proveer de una capa de sílice para evitar dichas fisuras.

Otro de los casos en los cuales se producen fisuras, es asentamientos diferenciales que se producen en la estructura y que pueden controlarse con un estudio previo de suelos lo cual en muy pocas ocasiones se hace en este tipo de edificaciones.

Uno de los problemas analizados anteriormente y del cual se derivan más problemas es el de no existir juntas en unidades adosadas, en la figura se muestra una edificación de 3 pisos a la cual se ha adosado una de 1, es evidente que los movimientos generados en la de mayor altura producen que la mampostería de la segunda se fisure de manera grave.



Figura 97. Grietas por inexistencia de junta en una vivienda.

Discontinuidad de elementos estructurales.



Figura 98. Columnas discontinuas en una vivienda.

Este problema se presenta por varias causas, una de ellas es el mal amarre del acero que hace que las varillas longitudinales se desvíen.

Otro es la mala colocación del encofrado y que no exista control en el vaciado del hormigón lo cual ocurre con mucha frecuencia.

Columna Corta



Figura 99. Problemas de columna corta en una vivienda.

Como se menciona anteriormente, este problema se da cuando se disminuye la longitud confinada de la columna por la colocación de ventanales, la columna debe estar confinada a lo largo de su luz desde la losa del piso inferior a la losa del piso superior. Corresponde al diseño de la estructura evitar este tipo de configuración, pero en el caso de requerirla se debe hacerlo de la siguiente manera:

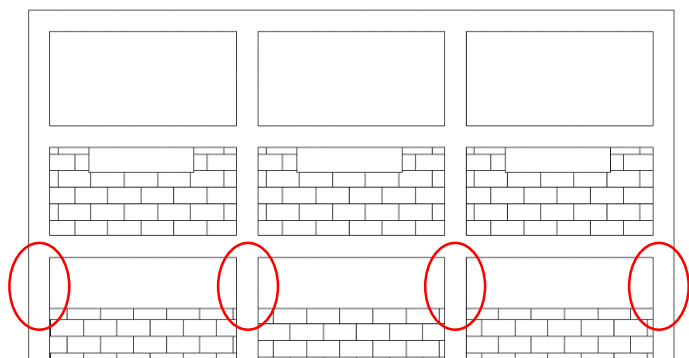


Figura 100. Estructura con columna corta.

Como se observa en la figura 100, el piso inferior tiene 4 columnas cortas, las mismas en el piso superior ya no poseen este problema debido a que se ha proporcionado confinamiento a las mismas por ambos lados.

CONCLUSIONES

De la residencia en 4 proyectos de construcción

- En ninguno de los 3 proyectos existe un profesional a cargo del control; El proyecto 4 al contrario, cuenta con un exigente control por parte de fiscalización, la mampostería se coloca con guías de piola ubicadas previamente para control de plomadas, en caso de no contar con la plomada correcta, se procede a demoler, el procedimiento de colocación es el mismo.
- Las patologías que se presentan luego de varios años de construida la estructura e incluso cuando aún se la construye, se deben a la falta de control en obra más que al diseño deficiente, en el caso de las edificaciones analizadas el control de obra fue prácticamente inexistente o nulo.
- La falencia principal en control de obra es precisamente el hecho de que no existe control de obra.

Del estudio de patologías

- Los resultados de las encuestas reflejan que ninguno de los encargados de obra entregan al dueño de la obra informes de ensayos de áridos ni de hormigones empleados en la construcción lo cual no asegura el cumplimiento de las resistencias exigidas en los planos estructurales de las mismas.
- Según el diagrama de Pareto, las causas que originan los problemas son las que se encuentran en la zona de causas vitales, para las cuales se debe implementar un plan de mejora y corresponden a la realización de ensayos de áridos, hormigones y al inadecuado almacenaje del cemento y el acero.
- En casi la totalidad de viviendas visitadas, el encargado en la obra no presentó informes de ningún tipo de ensayo a los propietarios por que el municipio de RUMIÑAHUI no solicita los mismos claramente se refleja el hecho de que ni siquiera se los llevó a cabo.

- En casi la totalidad de viviendas visitadas existen problemas de humedad, en algunos casos muy fuertes.
- 14 de 22 viviendas visitadas tiene problema de discontinuidad de elementos estructurales, esto se refiere a que elementos estructurales no poseen la misma sección en toda su longitud o sus ejes no son concéntricos correspondiente a la pregunta 16.
- La mayoría de viviendas visitadas tiene problemas de fisuras en mampostería correspondiente a la pregunta 18.
- 16 de 22 viviendas poseen elementos de conducción de agua y /o luz expuestos, debido a problemas con las instalaciones colocadas en obra, para lo cual tuvieron que picar reemplazar y dejar las tuberías por fuera.
- Acorde con la ubicación geográfica de las encuestas realizadas, las zonas de El Cabre, Capelo, Albornoz y Cotogchoa tienen mayores problemas. A excepción de Cotogchoa, estas poblaciones se encuentran ubicadas en el centro de Sangolquí lo cual refleja en parte la falta de control en el área.

De las encuestas a fiscalizadores

Si bien es cierto las normas manejadas en el país y las cuales fueron analizadas en el capítulo 3 de la presente investigación, nos muestran lineamientos y regulaciones a seguir, su correcta aplicación corresponde a la conciencia del profesional que la usa, la importancia de saber en realidad cuales de estas consideraciones las aplican o no los fiscalizadores es fundamental para abordar puntos específicos en el manual.

- Ninguno de los profesionales entrevistados se encontraba fiscalizando viviendas de baja altura independientes por que el municipio no lo exige.
- Las respuestas obtenidas de las preguntas a los profesionales son en un 90% favorables, es decir reflejan que el fiscalizador posee un

conocimiento amplio de las normativas y las aplica en sus proyectos de gran envergadura debido a la exigencia de los mismos.

- El Ámbito de la fiscalización de obras lo constituyen en su mayoría profesionales que poseen una experiencia profesional de 6 a 10 años con un 56% del total de encuestados, lo que indica que es importante que el fiscalizador sea una persona con mucha experiencia en el sector.
- EL fiscalizador toma en cuenta como algo indispensable la realización de ensayos aplicables al hormigón de entre los cuales los más usados son ensayo de Cono de Abrhams 100% y ensayos de compresión en cilindros de hormigón 100%.
- El fiscalizador solicita estudios aplicables al suelo antes de construir, entre los más usados están el ensayo de cono y arena (43.8%), ensayo de contenido de humedad (87.5%), Próctor (37.5%), Permeabilidad (68.8%) y ensayo de penetración estándar (37.5%).
- El asentamiento en del hormigón aceptado por los fiscalizadores corresponde a 5cm (43.8%), sin embargo existen profesionales mucho más rigurosos que aceptan únicamente 3 y hasta 2 cm como máximo.
- El fiscalizador usa como diámetro mínimo para estribos 10mm (56.3%), sin embargo todavía existen profesionales que usan estribos de 8mm (12.5%) lo cual es aceptable para únicamente condiciones específicas.
- El fiscalizador coloca juntas de construcción en las edificaciones, el 50% de fiscalizadores usa juntas de 5cm y el 43.8% juntas de 3cm ninguno de ellos no usa juntas.
- Los fiscalizadores están conscientes del peligro sísmico que corre la ciudad de Quito, todos los encuestados afirman que el riesgo se encuentra entre 4 y 5.
- Los controles realizados por los fiscalizadores en la recepción en obra del cemento van desde el control visual (100%), verificación de procedencia (93.8%), verificación de la fecha de fabricación (87.5%)

pero aun así existe un alto porcentaje (37.5%) de profesionales que no lo controlan porque confían en su proveedor.

- Los profesionales realizan el almacenaje del cemento bajo techo, en el caso de los agregados y mampuestos, estos se los deja a la intemperie, haciendo, en el caso de los áridos correcciones por humedad en las dosificaciones.
- Todos los profesionales entrevistados trabajan mediante el uso de cronogramas, cabe destacar que los mismos se encuentran prestando servicios de fiscalización en contratos públicos y privados que exigen los mismos.
- Los profesionales exigen el uso de los equipos de seguridad que han otorgado a sus trabajadores los cuales son casco, zapatos punta de acero, guantes, gafas, protectores de oídos, arnés de seguridad en determinados casos entre otros.
- EL tiempo empleado para el control de obra diariamente corresponde a más de 4 horas (100%), lo que demuestra lo rigurosa que es la presencia de la fiscalización en la obra.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación del manual realizado en la presente investigación el cual posee los requerimientos mínimos para una adecuada ejecución de estructuras de baja altura.
- Se recomienda un control exhaustivo en las construcciones, no por obligación sino por seguridad y por proteger la inversión y a las personas que van a habitarlas.
- Se recomienda que el dueño de la obra que contrate los servicios de un profesional solicite al mismo ensayos, informes etc. que certifiquen la adecuada ejecución de la misma para evitar inconvenientes futuros.
- Se recomienda que el dueño de la obra contrate los servicios de un profesional para la construcción, no sirve de nada si el diseño se

encuentra realizado por un profesional, lo que vuelve más vulnerable a una estructura es la construcción.

- Se recomienda la aplicación de las respectivas normas que regulan la construcción en el país, ellas poseen los lineamientos necesarios para obtener una estructura segura.
- Se recomienda la realización de más estudios referentes a materiales de construcción usados en obra, en la actualidad muchos de los proveedores proporcionan material que no cumple las normativas y afecta la integridad de la estructura o la encarece por reemplazos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACI 318. (2008).

Aguiar, R. (2013).

Cevallos, G. C. (1980). *Fiscalización de Carreteras*.

CONTRALORIA. (1991). Reglamento de Determinación de Etapas del Proceso de Ejecución de Obras de Prestación de Servicios Público.

CONTRALORÍA GENERAL DE PANAMA. (2013). Procedimientos para la Fiscalización de Obras Públicas.

CONTRALORIA GENERAL DEL ESTADO. (1991). Reglamento de Determinación de Etapas del Proceso de Ejecución de Obras de Prestación de Servicios Público.

Contraloría Panamá. (2013). *Manual de Procedimientos para la Fiscalización de Obras Públicas*.

Corporación de Estudios y Publicaciones. (2002). *Ley de Contratación Pública Reglamento y Legislación Conexa*.

Dirección de infraestructura Paraguay. (2012). *MANUAL DE FISCALIZACIÓN DE OBRAS*.

El Autor. (2015).

- Espinoza, G. (2014). Manual de Fiscalización de urbanizaciones y edificaciones para un eficiente control de Obras.
- FERNÁNDEZ, J. P. (2008). *Humedad proveniente del suelo en edificaciones*.
- Gómez, R. P.-F. (2014). *Modelo de la estructura Administrativa para la Fiscalización de Obras Civiles en Quito-Ecuador*.
- Gusmán, D. S. (2010). *Tecnología del Concreto*. Colombia.
- Hidalgo, J. (2012). Manual de fiscalización de carreteras.
- Holcim. (2013). Folleto Holcim Rocafuerte.
- HOLCIM. (2015). *ELABORACIÓN DE HORMIGÓN*.
- HOLCIM. (2015). *ENLUCIDO DE PAREDES*.
- HOLCIM. (2015). *PEGADO DE MAMPOSTERÍA*.
- INEC. (2010). *Encuesta anual de edificaciones* .
- INEC. (2012). Encuesta anual de Edificaciones.
- INEC. (2014). Índice de Materiales, Equipo y Maquinaria de la Construcción.
- INEN 292. (2005). *LADRILLOS CERÁMICOS MUESTREO*.
- INEN 293 . (1977). *LADRILLOS CERAMICOS DEFINICIONES. CLASIFICACION Y CONDICIONES GENERALES*.
- INEN 639. (1993). *BLOQUES HUECOS DE HORMIGON. MUESTREO, INSPECCION Y RECEPCION* .
- Ing. Humberto Joel Ramírez Romero UTPL. (2012). *Estudio sobre la calidad de hormigones*. Loja.
- Instituto del cemento Portland Argentino. (2012).
- LOSNC. (2013). *LEY ORGANICA DEL SISTEMA NACIONAL DE CONTRATACION PUBLICA*.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2011). *MINVU*.
- Modelo de los pliegos de los procedimientos de contratación de obras. (2014).

MOP. (2002). *MOP 001F*.

Municipio de Quito. (2014). Formularios Solicitud de Licencia de Construcción de Edificaciones Municipio de Quito.

NEC-SE-HM. (2014). ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO.

NEC-SE-VIVIENDA. (2015). NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION- Vivienda 2 pisos luces 5m.

NTE INEN 0638. (1993). *BLOQUES HUECOS DE HORMIGON REQUISITOS*.

NTE INEN 568. (1981). DIBUJO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION .

NTE INEN 872. (2011). ARIDOS PARA HORMIGÓN REQUISITOS.

NTE-INEN 1855-1. (2001). HORMIGON PREMEZCLADO.

NTE-INEN 297. (s.f.). *LADRILLOS CERAMICOS REQUISITOS*.

NTE-INENC102. (s.f.). *VARILLAS CON RESALTES DE ACERO AL CARBONO LAMINADAS EN CALIENTE PARA HORMIGÓN ARMADO REQUISITOS*.

ORD-3746 - NORMAS DE ARQUITECTURA Y URBANISMO. (2008).

Ornes, R. T. (1978). *Anotaciones Generales sobre Inspección de Obras*.

Pilataxi, E. (2012). Ejercicio de Aplicación Analisis de precios unitarios.

PONCE, T. V. (2012). MODELO DE ADMINISTRACIÓN DE LOS PROCESOS DE EJECUCION DE OBRAS CIVILES PARA EL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJERCITO.

Romo, M. (2010). *Temas de Hormigón Armado*.

Santiago, R. N. (1983). *Manual de fiscalización para la construcción de urbanizaciones*.

Sistema de Gestión y Control Territorial, STHV-MDMQ. (2013).

TORRES, M. (2007). *Apuntes de Clase Mecánica de Suelos*.