

**ACOMPañAMIENTO A LA COMUNIDAD EN LA FORMULACION E  
INCLUSION DE PROYECTOS DE INVERSION ANTE LA GOBERNACION DEL  
TOLIMA**

**JUAN CARLOS ORTIZ MARTINEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER "U.I.S."  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA- SANTANDER  
2005**

**ACOMPañAMIENTO A LA COMUNIDAD EN LA FORMULACION E  
INCLUSION DE PROYECTOS DE INVERSION ANTE LA GOBERNACION DEL  
TOLIMA**

**JUAN CARLOS ORTIZ MARTINEZ**

**Proyecto de grado, modalidad práctica empresarial para optar al título de Ingeniero  
Civil**

**Director de la práctica  
Ing. Germán García Vera**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER "U.I.S."  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA- SANTANDER  
2005**

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	0
1.1 GENERALIDADES	2
1.2 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	2
1.2.1 Actividades asignadas.	2
1.3 APOYO EN LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS ANTE EL (BPIN)	2
1.3.1 Trámite de los proyectos de inversión.	3
1.3.2 Revisión de los proyectos de inversión.	3
1.3.3 Formulación de los proyectos.	3
1.4 ACOMPAÑAMIENTO A LA COMUNIDAD	4
1.5 DESARROLLO DEL APORTE TÉCNICO	4
2. ACOMPAÑAMIENTO A LA COMUNIDAD DE LA INSPECCIÓN DE POLICIA DE LA SIERRA	5
2.1 OBJETIVOS	5

2.2 GENERALIDADES	<b>6</b>
2.3 PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA COMUNITARIA CON RELACIÓN A LOS SISTEMAS DE A.P. Y S.B.	6
2.3.1 Marco general.	6
2.3.2 Antecedentes.	8
2.3.3 Planteamiento del problema	9
2.3.4 Justificación.	10
2.3.5 Metodología.	10
2.4 PLAN DE TRABAJO	<b>11</b>
2.4.1 Estructura.	11
2.5 PLANEAMIENTO, ANÁLISIS Y CONCERTACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO	<b>11</b>
2.5.1 Análisis de la situación actual de agua potable y saneamiento básico.	11
2.5.2 Conformación del comité comunitario.	15
2.6 DIAGNÓSTICO TÉCNICO-COMUNITARIO	<b>16</b>
2.6.1 Recuperación de la información.	17

2.6.6.1 Descripción general de los aspectos físicos y sociales de la localidad.	17
2.6.1.2 Descripción general de los sistemas de a.p. y s.b de la Inspección de Policía de La Sierra.	22
2.6.1.3 Recuperación de la información técnica y operativa existente.	23
2.6.1.4 Inspección sanitaria del sistema de acueducto.	24
2.6.1.5 Inspección sanitaria del sistema de alcantarillado.	31
2.6.2 Organización de la información.	31
2.6.2.1 Descripción general de los sistemas de acueducto y alcantarillado.	32
2.6.2.2 Sistema de agua potable.	32
2.6.2.3 Sistema de saneamiento básico.	32
2.6.2.4 Elaboración del catastro de redes y fichas técnicas de los sistemas de a.p y s.b.	32
2.6.3 Análisis de la información.	33
2.6.3.1 Definición del nivel de complejidad actual de los sistemas de a.p y s.b.	33
2.6.3.2 Diagnóstico técnico del sistema de acueducto.	34
2.6.3.3 Revisión del diseño hidráulico de la red de distribución del sistema de acueducto existente.	41

2.6.3.4 Resultados obtenidos del análisis hidráulico de la red de distribución del sistema de acueducto.	47
2.6.3.5 Diagnóstico técnico del sistema de alcantarillado.	47
2.6.3.6 Revisión del diseño hidráulico del sistema de alcantarillado existente.	51
2.6.3.7 Resultados obtenidos de la revisión del diseño hidráulico de la red de colectores del sistema de alcantarillado.	55
<b>3. APORTE TECNICO DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL</b>	<b>63</b>
<b>3.1 GENERALIDADES</b>	<b>63</b>
<b>3.2 CASAS EN BAHAREQUE ENCEMENTADO</b>	<b>64</b>
3.2.1 Requerimientos generales.	64
3.2.2 Muros en bahareque encementado.	65
3.2.2.1 Partes del muro en bahareque encementado.	65
3.2.3 Tipos de muros en bahareque encementado.	65
3.2.3.1 Muros estructurales.	66
3.2.3.2 Muros no estructurales.	70
<b>3.3 PLANEAMIENTO DE VIVIENDAS EN BAHAREQUE ENCEMENTADO</b>	<b>70</b>

3.3.1 Anteproyecto.	70
3.3.1.1 Planteamiento del problema.	71
3.3.1.2 Justificación.	71
3.3.2 Propuesta arquitectónica.	71
3.3.2.1 Consideraciones de tipo conceptual.	71
3.3.2.2 Consideraciones de tipo físico.	71
3.3.2.3 Consideraciones de tipo normativo.	72
<b>4. DESARROLLO DEL PROYECTO ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA</b>	<b>74</b>
<b>4.1 IDEALIZACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL</b>	<b>74</b>
4.1.1 Mecanismos.	74
4.1.2 Integridad estructural.	74
<b>4.2 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL</b>	<b>74</b>
4.2.1 Ubicación de muros estructurales.	75
<b>4.3 EVALUACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL</b>	<b>77</b>

4.3.1 Consideraciones en la determinación de la longitud de los muros estructurales.	77
4.3.2. Evaluación de la longitud mínima de muros estructurales.	78
4.3.2.1 Verificación de la resistencia de los muros estructurales.	79
4.3.3. Evaluación de la distribución simétrica de muros estructurales.	81
4.3.3.1 Verificación de la distribución simétrica de los muros estructurales.	82
<b>4.4 CONEXIÓN ENTRE MUROS DEL SISTEMA ESTRUCTURAL</b>	<b>82</b>
4.4.1 Muros ubicados en el mismo plano.	82
4.4.2 Muros ubicados en planos perpendiculares.	82
4.4.3 Requerimientos de conexiones entre muros estructurales.	82
<b>5. CONFORMACIÓN DE LOS DIAFRAGMAS DE LA VIVIENDA</b>	<b>87</b>
<b>5.1 DIAFRAGMA DE CIMENTACIÓN</b>	<b>87</b>
5.1.1 Configuración de la retícula de cimientos.	87
5.1.2 Vigas de cimentación.	87
5.1.2.1 Dimensiones mínimas de las vigas de cimentación	87

5.1.2.2 Refuerzo mínimo de las vigas de cimentación.	88
5.1.2.3 Requerimientos por pendientes del terreno.	89
5.1.3 Sobrecimientos.	89
5.1.3.1 Requerimientos por pendiente (> al 5%).	90
5.1.4 Anclaje de los muros estructurales al cimiento.	91
5.1.4.1 Muros con soleras en madera aserrada.	92
5.1.4.2 Muros con soleras en guadua.	92
5.1.5 Conexión de pie-derechos a la cimentación.	93
5.1.5.1 Separador-retenedor.	94
5.1.5.2 Perno de conexión.	95
5.1.5.3 Ubicación de las conexiones.	95
<b>5.2 DIAFRAGMAS SUPERIORES (ENTREPISO Y CUBIERTA)</b>	<b>96</b>
5.2.1 Diafragma de entrepiso.	96
5.2.1.1 Entrepisos de guadua.	97
5.2.1.2 Entrepisos en madera aserrada.	98

5.2.1.3 Requerimientos del diafragma de entrepiso.	99
5.2.2 Diafragma de cubierta.	100
5.2.2.1 Requerimientos del diafragma de cubierta.	100
5.2.3 Conexión de los diafragmas superiores con los muros estructurales.	101
5.2.3.1 Conexión del entrepiso con los muros estructurales.	101
5.2.3.2 Conexión de la cubierta con los muros estructurales.	103
5.2.3.3 Conexión de tirantes, cuadrantes y cielo rasos.	108
<b>6. COLUMNAS EN GUADUA</b>	<b>110</b>
6.1 UBICACIÓN DE LAS COLUMNAS EN GUADUA	<b>110</b>
6.2 EVALUACIÓN DEL NUMERO DE GUADUAS	<b>110</b>
6.3 CONEXIONES EN COLUMNAS DE GUADUA	<b>111</b>
6.3.1 Conexión de las columnas a la cimentación.	111
6.3.2 Conexión entre guaduas que conforman la columna.	112
6.3.3 Conexión de columnas con los diafragmas superiores.	112

6.3.4	Protección de las columnas de guadua.	113
7.	REQUERIMIENTOS ESPECIALES EN EL DISEÑO DE CASAS EN BAHAREQUE ENCEMENTADO	114
7.1	JUNTAS Y ADICIONES	<b>114</b>
7.1.1	Juntas sísmicas.	114
7.1.1.1	Separación mínima.	114
7.1.1.2	Ubicación de las juntas sísmicas.	115
7.1.2	Adiciones en viviendas de bahareque encementado.	116
7.2	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	<b>116</b>
7.2.1	Instalaciones empotradas.	116
7.2.2	Instalaciones enterradas.	117
7.3	CONSTRUCCIONES SOBRE LADERAS Y SUELOS COMPRESIBLES	<b>118</b>
7.3.1	Laderas.	118
7.3.2	Suelos Compresibles.	118
7.4	CONEXIONES	<b>118</b>

7.4.1 Conexiones pernadas.	118
7.4.2 Conexiones clavadas.	119
7.4.3 Conexiones zunchadas.	119
<b>7.5 CALIDAD DE LOS MATERIALES</b>	<b>120</b>
7.5.1 La guadua.	120
7.5.1.1 Partes de la guadua.	120
7.5.1.2 Aprovechamiento de las guaduas.	121
7.5.1.3 Inmunizado de las guaduas.	121
7.5.1.4 Requerimientos en el diámetro de las guaduas.	122
7.5.2 La madera	122
7.5.3 Cal, cemento y agregados	122
7.5.4 Mortero.	123
7.5.4.1 Clasificación mínima.	123
7.5.5 Concreto.	123
7.5.6 Acero y mallas de refuerzo	124

7.5.6.1 Acero de refuerzo longitudinal.	124
7.5.6.2 Acero de refuerzo transversal.	124
7.5.6.3 Acero de bastones verticales para anclaje.	124
7.5.6.4 Mallas de refuerzo.	124
7.5.7 Pernos y elementos metálicos de conexión	124
7.5.8 Mampostería	125
<b>8. EJEMPLO DE DISEÑO DE VIVIENDA EN BAHAREQUE ENCEMENTADO</b>	<b>126</b>
<b>8.1 ANTEPROYECTO</b>	<b>126</b>
8.1.1 Planteamiento del problema.	126
8.1.2 Justificación.	126
<b>8.2 PROPUESTA DE VIVIENDA</b>	<b>126</b>
<b>8.3 DISEÑO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE MUROS EN LA VIVIENDA</b>	<b>127</b>
8.3.1 Ubicación de los muros estructurales de la vivienda.	129
8.3.2 Evaluación de la longitud mínima de los muros estructurales.	130

8.3.3 Evaluación de la distribución simétrica de los muros estructurales.	131
<b>8.4 DISEÑO DEL DIAFRAGMA DE CIMENTACIÓN</b>	<b>135</b>
8.4.1 Condiciones del terreno.	135
8.4.2 Configuración de la malla de cimientos.	135
8.4.3 Dimensiones y refuerzos de las vigas de cimentación.	137
8.4.4 Determinación de la losa de contrapiso y del sobrecimiento de la vivienda.	138
<b>8.5 DISEÑO DEL DIAFRAGMA DE CUBIERTA</b>	<b>138</b>
8.5.1 Elementos de soporte de la cubierta.	138
8.5.2 Evaluación de la disposición de cuadrantes y tirantes en la vivienda.	139
<b>8.6 DISEÑO DE LAS CONEXIONES EN LA VIVIENDA</b>	<b>140</b>
8.6.1 Conexión del entramado y recubrimiento de los muros.	140
8.6.1.1 Entalladuras para la conexión del entramado de los muros.	140
8.6.2 Conexión de los muros estructurales a la cimentación.	140
8.6.3 Conexión entre los muros estructurales de la vivienda.	142
8.6.4 Conexión de los muros estructurales con el diafragma de cubierta.	142

8.7 INSTALACIONES	<b>143</b>
8.7.1 Instalaciones hidrosanitarias.	143
8.7.2 Instalaciones eléctricas.	143
CONCLUSIONES	144
BIBLIOGRAFÍA	146
ANEXOS	148

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cobertura de acueducto y alcantarillado en Colombia según los dos últimos censos realizados	9
Tabla 2. Prueba volumétrica de vaciado de los tanques de almacenamiento 1° ciclo	28
Tabla 3. Prueba volumétrica de llenado de los tanques de almacenamiento	29
Tabla 4. Prueba volumétrica de vaciado de los tanques de almacenamiento 2° ciclo	30
Tabla 5. Asignación del nivel de complejidad de los sistemas de agua potable y saneamiento básico	34
Tabla 6. Relación de usuarios del acueducto	35
Tabla 7. Porcentaje aducible de pérdidas de agua en el calculo de la dotación bruta	37
Tabla 8. Dotación neta residencial según el nivel de complejidad del sistema	38
Tabla 9. Variación de la dotación neta residencial según el clima y el nivel de complejidad	38
Tabla 10. Coeficientes de consumo máximo diario $K1$	40
Tabla 11. Coeficientes de consumo máximo horario $K2$	40
Tabla 12. Presiones mínimas en la red de distribución	41
Tabla 13. Distribución de caudales en la red del acueducto	45
Tabla 14. Demanda de caudales en los nodos de la red del acueducto	46
Tabla 15. Caudales en los tramos de la red del acueducto	46
Tabla 16. Tramos de la red con velocidades menores a la mínima	47
Tabla 17. Relación de usuarios del alcantarillado	48

Tabla 18. Coeficiente de retorno $R$	48
Tabla 19. Contribuciones industriales	49
Tabla 20. Contribuciones institucionales mínimas en zonas residenciales	49
Tabla 21. Aporte máximos por drenaje domiciliario de aguas lluvia sin sistema pluvial	50
Tabla 22. Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección de aguas residuales	50
Tabla 23. Valores del factor de multiplicación ( $K$ )	54
Tabla 24. Valores del coeficiente adimensional ( $k$ )	55
Tabla 25. Colectores con velocidades menores a la velocidad mínima	56
Tabla 26. Colectores con valores de fuerza tractiva menores que el valor mínimo	56
Tabla 27. Colectores con velocidades medias menores a la mínima y valores de fuerza de arrastre menores al mínimo establecido	57
Tabla 28. Colectores con velocidad media menor a la mínima y valor de fuerza tractiva mayor al mínimo establecido	57
Tabla 29. Colectores con velocidad media mayor a la mínima y valor de fuerza tractiva menor al mínimo establecido	57
Tabla 30. Colectores con profundidad a la cota clave menor que la mínima establecida	58
Tabla 31. Colectores con flujo subcrítico	59
Tabla 32. Colectores con flujo supercrítico	60
Tabla 33. Colectores con flujo crítico	61
Tabla 34. Valores del coeficiente de densidad $C_b$ de muros en bahareque encementado, en función de la aceleración espectral $A_a$ para las diferentes zonas de amenaza sísmica	80
Tabla 35. Proporción de volúmenes en morteros tipo N	123

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Elementos del entramo de muros en bahareque encementado	66
Figura 2. Elementos del recubrimiento de muros en bahareque encementado	67
Figura 3. Continuidad de muros estructurales en bahareque encementado	68
Figura 4. Determinación de continuidad para muros en bahareque encementado ubicados en el 2º nivel de las viviendas.	68
Figura 5. Determinación de la longitud para muros en bahareque encementado, ubicados en el 2º nivel de las viviendas.	69
Figura 6. Muro estructural con diagonales en bahareque encementado	69
Figura 7. Muro estructural sin diagonales en bahareque encementado	70
Figura 8. Vista en planta y alzado de las configuraciones arquitectónicas regulares en viviendas.	73
Figura 9. Vista en planta y alzado de configuraciones arquitectónicas irregulares en viviendas	73
Figura 10. Mecanismos de resistencia sísmica en viviendas de bahareque encementado	75
Figura 11. Ubicación de muros estructurales y no estructurales en viviendas de bahareque encementado	76
Figura 12. Determinación de la longitud efectiva de muros estructurales en bahareque encementado con revoque por ambos lados	77
Figura 13. Determinación de la longitud efectiva de muros estructurales en bahareque encementado con revoque por un solo lado	78
Figura 14. Determinación de la longitud efectiva de muros estructurales en bahareque encementado, ubicados en el 2º nivel de la vivienda	79

Figura 15. Evaluación de la longitud mínima de muros estructurales en bahareque encementado dispuestos en las dos direcciones principales en planta	80
Figura 17. Evaluación de la Expresión (2) para muros estructurales en bahareque encementado	83
Figura 18. Intersección de muros estructurales ubicados en el mismo plano	84
Figura 19. Intersección de muros estructurales ubicados en planos perpendiculares	84
Figura 20. Conexión entre muros estructurales en bahareque encementado	85
Figura 21. Vista en planta de la configuración del diafragma de cimentación	88
Figura 22. Profundidad mínima de las vigas de cimentación	90
Figura 23. Conformación de los sobrecimientos en casas de bahareque encementado	91
Figura 24. Ubicación de bastones verticales para anclaje de muros estructurales con soleras de guadua	93
Figura 25. Detalle del anclaje de los bastones verticales	94
Figura 26. Conexión de pie-derechos al diafragma de cimentación	95
Figura 27. Ubicación de pie-derechos conectados al diafragma de cimentación	96
Figura 28. Conformación del diafragma de entrepiso	97
Figura 29. Corte transversal del diafragma de entrepiso en guadua	98
Figura 30. Corte transversal del entrepiso en madera aserrada	99
Figura 31. Conformación de voladizos	100
Figura 32. Vista en planta y alzado de la composición del diafragma de cubierta	102
Figura 33. Conexión del diafragma de entrepisos con muros estructurales	103
Figura 34. Detalle de conexión para muros estructurales del 1º nivel terminados en el diafragma de entrepiso	104

Figura 35. Vistas frontal y lateral del detalle de conexión para muros estructurales continuos a través del diafragma de entrepiso	105
Figura 36. Detalle de la conexión del diafragma de cubierta con los muros estructurales	107
Figura 37. Disposición de tirantes y cuadrantes en los diafragmas de entrepiso y cubierta	108
Figura 38. Separación máxima en la disposición de columnas de guadua	111
Figura 39. Conexión entre guaduas que conforman las columnas	112
Figura 40. Conformación de aleros en guadua con longitud (> a 500 (mm))	113
Figura 41. Evaluación de la altura al caballete para la determinación de la separación mínima $S_m$ de las juntas sísmicas en viviendas de bahareque encementado	114
Figura 42. Relaciones de casas medianeras en la determinación de la ubicación de juntas sísmicas	115
Figura 43. Planta espaciamento de las juntas de cimentación	115
Figura 44. Vista en planta y frontal de la instalaciones sanitarias empotradas	116
Figura 45. Vista frontal de las instalaciones sanitarias enterradas	117
Figura 46. Detalle de las conexiones pernadas con elementos de guadua	119
Figura 47. Detalle de las conexiones zunchadas entre elementos de guadua	120

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. PLANOS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LA INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA	148
ANEXO B. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO DE LA INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA	151
ANEXO C. FICHAS TÉCNICAS DE TUBERÍAS Y TARJETAS DE POZOS DE INSPECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LA INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA	156
ANEXO D. REVISIÓN DEL DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS REDES EXISTENTES EN LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LA INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA	160
ANEXO E. PLANOS GENERALES DEL MODELO DE VIVIENDA RURAL EN BAHAREQUE ENCEMENTADO (GUADUA)	178

TÍTULO: ACOMPAÑAMIENTO A LA COMUNIDAD EN LA FORMULACION E INCLUSION DE PROYECTOS DE INVERSION ANTE LA GOBERNACION DEL TOLIMA \*

AUTOR: JUAN CARLOS ORTIZ MARTINEZ \*\*

PALABRAS CLAVE: COMUNIDAD, ACUEDUCTO, SANEAMIENTO BÁSICO, DIAGNÓSTICO, GUÍA, DISEÑO, GUADUA, BAHAREQUE EN-CEMENTADO.

**DESCRIPCIÓN:**

El presente documento contiene el proceso técnico de planeación, análisis y diagnóstico de los sistemas de agua potable y saneamiento básico de la Inspección de Policía de La Sierra del municipio de Lérida, departamento del Tolima, para lo cual se desarrolló un trabajo de concertación con la comunidad de la localidad que comprendió tareas de recuperación y organización de la información referente a los sistemas de agua potable y saneamiento básico. Con base en la información recolectada se realizó el diagnóstico técnico de los sistemas, revisando el diseño hidráulico de los mismos y evaluando el cumplimiento de las normas técnicas vigentes en la actualidad según el “Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (R.A.S.)”, determinando las carencias y deficiencias de los sistemas. Se estableció un catastro de redes de los sistemas de agua potable y saneamiento básico de la localidad dotando a la comunidad de una herramienta valiosa en la conceptualización y formulación de proyectos de infraestructura en el sector, a la vez que permite desarrollar programas de mantenimiento y manejo de los sistemas como parte del trabajo de apoyo comunitario.

Se desarrolló una “guía de diseño de casas de uno y dos pisos en bahareque en-cementado”, siguiendo los lineamientos definidos en el capítulo E-7 de las “Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente (N.S.R-98)”, determinando una metodología práctica para el diseño de viviendas construidas con muros en bahareque en-cementado (guadua). Se especifica de manera secuencial los pasos y requerimientos necesarios para el diseño de las viviendas, evaluando los criterios de continuidad e integridad de los muros estructurales, la longitud mínima y distribución simétrica de los muros estructurales dentro de la vivienda, la conformación de los diafragmas de cimentación, entre-piso y cubierta de la vivienda, y los mecanismos de integración y conexión entre los diferentes diafragmas.

Se presenta como ejemplo de diseño un modelo de vivienda rural de un piso en bahareque en-cementado, definiendo los parámetros de diseño estipulados en la (N.S.R-98) para el caso, siguiendo la metodología implementada en la “guía de diseño” quedando estipulados los pasos y memorias de cálculo en el diseño. Esta propuesta de vivienda se acompaña de sus respectivos planos.

---

\* Trabajo de grado, modalidad “Práctica Empresarial”

\*\*Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director del Proyecto: Ing. Germán García Vera.

TITLE: ACCOMPANIMENT TO THE COMMUNITY IN THE FORMULATION AND INCLUSION OF PROJECTS OF INVESTMENT BEFORE THE GOVERNMENT OF THE TOLIMA \*

AUTHOR: JUAN CARLOS ORTIZ MARTÍNEZ \*\*

WORDS KEY: COMMUNITY, AQUEDUCT, BASIC, DIAGNOSTIC REPARATION, GUIDES, DESIGN, GUADUA, IN-CEMENTED BAHAREQUE.

DESCRIPTION:

The present document contains the technical process of planeación, analysis and diagnostic of the systems of drinkable water and basic reparation of the Inspection of Police of The Sierra of the municipality of Lérida, department of the Tolima, for that which an agreement work was developed with the community of the town that he/she understood recovery tasks and organization of the information with respect to the systems of drinkable water and basic reparation. With base in the gathered information was carried out the technical diagnosis of the systems, revising the hydraulic design of the same ones and evaluating the execution of the effective technical norms at the present time according to the "I Regulate Technician of the Sector of Drinkable Water and Basic Reparation (R.A.S.) ", determining the lacks and deficiencies of the systems. He/she settled down a cadaster of nets of the systems of drinkable water and basic reparation of the town endowing to the community of a valuable tool in the conceptualization and formulation of infrastructure projects in the sector, at the same time that it allows to develop maintenance programs and handling of the systems like part of the work of community support.

A was developed "it guides of design of houses of one and two floors in in-cemented bahareque", following the limits defined in the chapter AND-7 of those "Colombian Norms of Design and Earthquake-resistant Construction (N.S.R-98) ", determining a practical methodology for the design of built housings with walls in in-cemented bahareque (guadua). it is specified in a sequential way the steps and necessary requirement for the design of the housings, evaluating the approaches of continuity and integrity of the structural walls, the minimum longitude and symmetrical distribution of the structural walls inside the housing, the conformation of the foundation diaphragms, among-floor and covered with the housing, and the integration mechanisms and connection among the different diaphragms.

It is presented as design example a model of rural housing of a floor in in-cemented bahareque, defining the design parameters specified in the (N.S.R-98) for the case, following the methodology implemented in the "it guides of design" being specified the steps and calculation memoirs in the design. This housing proposal accompanies of its respective planes.

---

\* Grade work, modality "Managerial Practice"

\*\* Ability of Physical-mechanical Engineerings. School of Civil Engineering. Director of the Project: Engineer Germán Garcia Vera.

## INTRODUCCIÓN

La falta de políticas de estado congruentes con las necesidades de los habitantes, amén de factores que como, los económicos, sociales, políticos o culturales influyen de manera decisiva en las acciones y los procesos de desarrollo comunitario, han determinado atrasos significativos en la calidad de vida y el bienestar de las comunidades rurales. Los administradores locales, regionales y nacionales son los encargados de direccionar las acciones que permitan el desarrollo de proyectos de inversión y ofrecer a las comunidades soluciones integrales a las problemáticas identificadas en el planeamiento y la formulación de los proyectos de inversión en infraestructura, los cuales requieren una evaluación técnica previa del proyecto y el cumplimiento de las normatividad vigente según la naturaleza del mismo, siguiendo los lineamientos y metodología establecidos por el Departamento de Planeación Nacional (DPN).

La propuesta de llevar a cabo la práctica empresarial en la Secretaría de Desarrollo Físico de la Gobernación del Tolima, surgió de la necesidad de brindar el apoyo y asesoría técnica a las comunidades rurales del departamento en las diferentes etapas de la formulación de los proyectos de infraestructura presentados ante esta dependencia. El propósito fundamental de esta práctica empresarial es el de participar junto a las comunidades rurales de la planeación y formulación de los proyectos de inversión, siendo necesario el seguimiento metodológico establecido por los entes estatales con el fin de identificar claramente las falencias de los proyectos, para su correcta formulación. Para tal fin se contó con la orientación y asesoría del Ing. Civil Neill Harold Leal Pava quien ejerce como tutor de la práctica, y demás funcionarios de la Secretaria de Desarrollo Físico encargados de la tarea de diagnosticar y evaluar la viabilidad técnica requerida en los proyectos de infraestructura para su formulación e inclusión en el Banco de Programas y Proyectos de Inversión (BPIN).

El desarrollo de las actividades diarias de la práctica se basó en la evaluación técnica de los proyectos (agua potable y saneamiento básico, vivienda rural o vías) y el manejo de la metodología del Banco de Programas y Proyectos de Inversión (BPIN), la cual hasta el año 2004 utilizaba un tipo específico de metodología y fichas de Estadística Básica de Inversión (fichas EBI) según el tipo o monto del proyecto, desde enero del año 2005 el (DPN) ha presentado una nueva metodología ajustada, de obligatorio cumplimiento en el territorio nacional para la formulación de los proyectos.

Alternamente a las actividades asignadas por la Secretaría de Desarrollo Físico se decidió acompañar a una comunidad rural específica, con el propósito de identificar, justificar y

priorizar los proyectos necesarios que permitan mejorar las condiciones de operación y servicio en los sistemas de agua potable y saneamiento básico. Se estructuró un plan de trabajo implementando una metodología que define las actividades a realizar haciéndose relevante la participación de la comunidad y el practicante en el proceso de planeación de los proyectos. El trabajo con esta comunidad específica requirió una organización mancomunada con el fin de incentivar en sus pobladores la adopción de estrategias, que permitieran establecer los mecanismos necesarios para la identificación de los problemas que presenta el actual funcionamiento de los sistemas de agua potable y saneamiento básico, y la influencia que estos tienen en la calidad de vida y el desarrollo humano de la comunidad. El desarrollo del trabajo con esta comunidad consta de una etapa de organización comunitaria y análisis preliminar de la situación, de recolección de la información técnica, de organización de la información y de análisis de la información, con lo cual se pretende dotar a la localidad de las herramientas técnicas requeridas en el diagnóstico de los sistemas de agua potable y saneamiento básico como son el catastro de redes y fichas técnicas de los componentes de los sistemas en estudio, de manera que la comunidad cuente con esta información para adelantar los proyectos que mitiguen los problemas diagnosticados. El diagnóstico técnico de los sistemas de agua potable y saneamiento básico de la localidad constituye la base en la cual se fundamenta la identificación, justificación y priorización de los proyectos del sector.

El aporte técnico de la práctica empresarial consiste en una “guía de diseño de casas en bahareque encementado según la (N.S.R-98)”, que incluye como ejemplo de diseño, un modelo de vivienda rural que puede ser aplicable a cualquier zona del país, en especial aquellas regiones donde la guadua es un material de fácil adquisición y bajo costo, con lo cual se pretende incentivar su cultivo y por ende su uso técnico y normativo en la construcción de viviendas y estructuras. Esta guía sigue los lineamientos y requisitos técnicos expuestos en el capítulo E-7 de las (N.S.R-98) para el diseño de viviendas de uno y dos pisos en bahareque encementado.

La participación en esta práctica empresarial se convirtió en una excelente oportunidad para establecer una relación entre la Universidad Pública y las comunidades, en correspondencia al aporte que desde la academia se le debe brindar a estas últimas, creando y planteando las alternativas de solución a las necesidades básicas insatisfechas, de forma mancomunada y concertada, haciendo partícipes de estos procesos a la población afectada por la carencia o deficiencia de los servicios.

Constituye pues tarea primordial para los miembros de la comunidad, hacer parte del pensamiento, acción y toma de decisiones, y a la vez ser partícipes como ente universitario en los procesos de transformación social. Es por lo anterior que esta práctica se fundamenta en el trabajo mancomunado de las comunidades afectadas y quien desarrolla la práctica, bajo parámetros de concertación y constante comunicación.

## 1. ESTRUCTURA DE LA PRÁCTICA

### 1.1 GENERALIDADES

La práctica empresarial se llevó a cabo en la Secretaría de Desarrollo Físico de la Gobernación del Tolima, dependencia encargada de formular e incluir los proyectos de infraestructura (agua potable y saneamiento básico, vivienda rural y vías) que requieren las comunidades del departamento ante el Banco de Programas y Proyectos de Inversión (BPIN). Los proyectos presentados ante el (BPIN) deben seguir la normatividad vigente en el proceso de planeación análisis y diseño, además de estar correctamente formulados bajo la metodología establecida por el Departamento de Planeación Nacional (DPN) y presentar la documentación necesaria, para recibir el aval presupuestal que requiere la construcción de las obras del proyecto.

### 1.2 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Las funciones concernientes al desarrollo de la práctica empresarial en la Secretaría de Desarrollo Físico de la Gobernación del Tolima fueron encaminadas en el plan de proyecto, a la participación activa en las diversas tareas que constituyen la supervisión técnica y metodológica pertinentes a la formulación de los proyectos de inversión en infraestructura para las localidades del departamento, brindando la asesoría a las comunidades que gestionan dichos proyectos ante el (BPIN) y tramitados por esta oficina.

1.2.1 Actividades asignadas. El trabajo de práctica empresarial en la Secretaría de Desarrollo Físico de la Gobernación del Tolima, se fundamenta en la participación de las actividades requeridas en la formulación de los proyectos. Durante el transcurso de la práctica empresarial, el practicante desarrolló conjuntamente las siguientes tareas en el proceso de realización y alcance de los objetivos propuestos en el plan de proyecto presentado al comité de proyectos de la escuela de Ingeniería Civil:

- Apoyo en la formulación de proyectos
- Acompañamiento a una comunidad específica
- Desarrollo del aporte técnico de la práctica empresarial

### 1.3 APOYO EN LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS ANTE EL (BPIN)

Las funciones inherentes a la Secretaría de Desarrollo Físico de la Gobernación del Tolima, requieren el desempeño de tareas específicas en lo que tiene que ver con la conformación de los proyectos para su posterior formulación y radicación en el (BPIN).

1.3.1 Trámite de los proyectos de inversión. El trámite de los proyectos de inversión en infraestructura para las comunidades del departamento se resume en los siguientes pasos:

- La Secretaría de Desarrollo Físico es la encargada de la revisión, formulación y radicación de los proyectos ante el (BPIN).
- El Banco de Programas y Proyectos de Inversión (BPIN) correspondiente a Planeación Departamental determina la viabilidad del proyecto enmarcado dentro de los Planes de Ordenamiento Territorial (P.O.T.) de cada municipio, si el proyecto no obtiene la viabilidad es devuelto a la Secretaría de Desarrollo Físico para su revisión y nueva formulación.
- Una vez determinada la viabilidad del proyecto la Secretaría de Hacienda Departamental asigna el presupuesto de la obra o “aval presupuestal”.
- La oficina de Contratación de la gobernación maneja el proceso de contratación de las obras civiles del proyecto de acuerdo a la legislación vigente (Ley 80).

1.3.2 Revisión de los proyectos de inversión. En la revisión de los proyectos de infraestructura se debe tener en cuenta la evaluación de los siguientes parámetros:

- La planeación, análisis y diseño de las obras civiles, deben seguir las normas vigentes en conformidad con la legislación establecida, por lo tanto es necesario la revisión normativa de los proyectos con el fin de identificar su incumplimiento. Estos incluyen proyectos de agua potable y saneamiento básico (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico R.A.S.); Vivienda rural (Normas Colombianas de Construcción y Diseño Sismo-Resistente N.S.R.-98); (Normas Técnicas de Diseño y Construcción de Vías del INVIAS).
- Verificación de las cantidades de obra civil con base en planos y memorias de cálculo de los proyectos presentados.
- Evaluación del presupuesto de la obra y de las actividades requeridas en la construcción de las obras civiles, con base en el análisis de precios unitarios estipulados por la Contraloría Departamental.

1.3.3 Formulación de los proyectos. Una vez los proyectos han sido objeto de la revisión y evaluación técnica y normativa, se procede a formularlos bajo la metodología establecida por el Departamento de Planeación Nacional (DPN). En el momento de dar inicio a la práctica empresarial (Sep. 2004) se utilizaba una metodología disgregada en base a las características y naturaleza del proyecto; desde enero del presente año se viene implementado el uso de una “metodología ajustada” en la formulación de los proyectos ante el (BPIN) lo que ha obligado a capacitar a los funcionarios en el manejo de este programa. En la actualidad esta metodología aún no se ha implementado en el departamento de Santander.

La formulación de los proyectos se compone de dos partes:

- Diligenciamiento de la metodología (la antigua o la ajustada) cuya información requerida en la formulación del proyecto, está ligada a los objetivos y beneficios del mismo.
- Diligenciamiento de la ficha de Estadística Básica de Inversión (EBI).

#### 1.4 ACOMPAÑAMIENTO A LA COMUNIDAD

Las comunidades en especial las rurales quienes no cuentan con recursos suficientes para la implementación de los proyectos de infraestructura, buscan la asesoría y el concurso de los funcionarios de la Secretaría de Desarrollo Físico con el fin de afrontar las problemáticas en sus localidades. El trabajo de acompañamiento a la comunidad esta direccionado a participar junto a una comunidad específica en torno a la tarea de enfrentar problemáticas de índole local y que estén relacionadas con el desarrollo de proyectos de infraestructura.

#### 1.5 DESARROLLO DEL APORTE TÉCNICO

A la par con las labores y tareas enunciadas con anterioridad, se trabajó en la elaboración del aporte técnico de la práctica empresarial. Este aporte está encaminado a presentar una propuesta de vivienda rural en bahareque encementado, cuyo diseño sigue los requerimientos de las (N.S.R.-98), por lo que nos propusimos desarrollar una “guía de diseño de casas en bahareque encementado”, que explica los pasos a seguir en la planeación y diseño de casas de uno y dos pisos en este sistema constructivo.

## 2. ACOMPAÑAMIENTO A LA COMUNIDAD DE LA INSPECCIÓN DE POLICIA DE LA SIERRA

Se determinó apoyar a la comunidad de la Inspección de Policía de la Sierra, jurisdicción del municipio de Lériða, departamento del Tolima en la conceptualización de los problemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico que les aquejan, teniendo en cuenta los criterios que establece el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) en sus diferentes títulos, con la intención de mejorar las condiciones actuales de los servicios, atendiendo al marco técnico constitucional de las políticas sectoriales, dirigidas a garantizar un servicio pleno, eficiente y confiable, para mejorar el bienestar de la población y su productividad, a la vez que se busca adelantar acciones que protejan las cuencas y fuentes de agua, promuevan el uso racional y mejoramiento de la calidad del recurso hídrico, orienten la confiabilidad del sistema, controlen y disminuyan las pérdidas en la distribución e impulsen de manera significativa los procesos de saneamiento básico.

### 2.1 OBJETIVOS

#### Objetivo general

- Participar junto a la comunidad de la Inspección de Policía de La Sierra del municipio de Lériða, en la estructuración de un plan que busque mitigar los problemas en el funcionamiento de los sistemas de agua potable y saneamiento básico.

#### Objetivos específicos

- Proporcionar los elementos básicos para la formulación de proyectos relacionados con el suministro de agua potable y saneamiento básico de la Inspección de Policía de La Sierra.
- Ofrecer una orientación pedagógica para facilitar la capacitación de la comunidad en torno al proceso de solución de los problemas y el manejo de los sistemas de agua potable y saneamiento básico de la Inspección de Policía de La Sierra.
- Proveer a la comunidad de un catastro técnico organizado y actualizado de los sistemas de agua potable y saneamiento básico de la Inspección de Policía de La Sierra, para facilitar la planeación, manejo y operación de los sistemas.

## 2.2 GENERALIDADES

Se requiere conocer diversos parámetros involucrados en el proceso de reconocimiento y estado actual de los servicios de agua potable y saneamiento básico, resaltando en este proceso la iniciativa de congregarse a la comunidad con base en la necesidad de entender la importancia de la participación ciudadana en la solución de sus problemas.

En primera medida se hace un planteamiento general del problema, como resultado de una visita técnica en donde se esbozaron las inquietudes y necesidades relacionadas con el abastecimiento del agua potable y saneamiento básico por parte de la comunidad, y la urgencia de dar inicio a un proceso de trabajo continuo (comunidad-ente departamental), que permita definir de forma clara y efectiva el conjunto de acciones correspondientes a la planificación de los proyectos del sector. A continuación se presenta el plan de trabajo que constituye el marco operacional en el que se desarrolla el trabajo durante la práctica y las diferentes etapas que se deben seguir en la obtención de los objetivos planteados.

Resulta fundamental la participación de la comunidad en la determinación de estrategias a seguir en la recuperación, organización y análisis de la información referente al estado actual de los sistemas y demás aspectos comunitarios que tienen que ver con la prestación de los servicios, lo anterior antecedido de la unificación de criterios para la creación del Comité Comunitario, propiciando el espacio para la discusión y el análisis. Para el desarrollo de esta práctica fue necesario el desplazamiento continuo a la localidad con el fin de realizar los trabajos de campo necesarios en el diagnóstico técnico de los sistemas así como el registro fotográfico que acompañaron los informes de avance de actividades. Constituye pues tarea primordial para los miembros de la comunidad, hacer parte del pensamiento, acción y toma de decisiones, como usuarios de un sistema de agua potable y saneamiento básico, en consideración al hecho de que se debe garantizar un servicio público eficiente y confiable para todas las personas sin distinción de etnia, credo, clase o género, asumiendo la responsabilidad de su sostenimiento a partir de su iniciativa y autonomía.

## 2.3 PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA COMUNITARIA CON RELACIÓN A LOS SISTEMAS DE A.P. Y S.B.

2.3.1 Marco general. Las políticas de estado encaminadas a la ampliación de la cobertura y el mejoramiento de la calidad de los servicios de agua potable y saneamiento básico, deben crear las condiciones que permitan la modernización y el desarrollo del sector. La Constitución Nacional de 1991 como herramienta del estado determina la inherencia de los servicios públicos a la finalidad de los mismos, asegurando su prestación eficiente.

Con la expedición de la ley 142 de 1994, se estableció el marco general para la prestación de los servicios públicos domiciliarios, que estructura los mecanismos de regulación, control y vigilancia, con base en los lineamientos señalados en la ley, y que promueven la participación de las comunidades en la gestión de los servicios, brindándoles herramientas legales para conformar los Comités de Control y Desarrollo Social. En desarrollo de la ley, el Ministerio de Desarrollo Económico creó la Comisión de Regulación de Agua (CRA) y la Superintendencia de Servicios Públicos, adoptando mediante resolución 0822 de Agosto 6 de 1998 el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS); la aplicación de este reglamento es de carácter oficial obligatorio en la formulación y presentación de los proyectos, señalando los requisitos técnicos que deben cumplir las obras y procedimientos que se utilizan para la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y sus actividades complementarias definidas en la ley con el propósito de asegurar la calidad, eficiencia, durabilidad, financiamiento adecuado y sostenibilidad de los sistemas de agua potable y saneamiento básico. En apoyo al mejoramiento de los sistemas de agua potable y saneamiento básico, el gobierno nacional ha venido implementando dentro del marco del Plan de Desarrollo, programas tendientes a fortalecer los procesos de investigación y análisis tales como el "Proyecto Sistema Nacional de Capacitación Municipal (PSNCM)" y el proyecto "Participación Comunitaria en Proyectos de Agua Potable y Saneamiento Básico", que buscan mejorar la calidad y la cobertura del recurso hídrico, promoviendo su uso racional.

La ampliación y mejoramiento de los servicios públicos es responsabilidad de los municipios y es de la competencia de los administradores locales el contemplar en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) las acciones a seguir en la consecución de los objetivos que permitan brindar una mejor atención en la prestación de los servicios públicos. La formulación de proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico exigen que se contemplen componentes del mejoramiento de la calidad del agua. El Ministerio de Salud Pública y Desarrollo Económico actualiza y divulga las normas que contemplen acciones de asesoría, vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano.

El marco legal que rige la formulación de proyectos de agua potable y saneamiento básico podemos exponerlo así:

- Ley 60 de 1993: Ley de Distribución de Competencias y Recursos, define las responsabilidades de los diferentes niveles de la administración (nacional, departamental, municipal).
- Ley 134 de 1993: Ley de Participación Ciudadana, establece los mecanismos de participación ciudadana en la toma de decisiones
- Ley 136 de 1993: Se establecen los principios generales sobre la organización y el funcionamiento de los municipios, señalando las competencias conferidas en el manejo de su autonomía política, fiscal y administrativa.

- Ley 142 de 1994: Ley de los Servicios Públicos Domiciliarios, determina la regulación de los servicios públicos y su prestación a la ciudadanía, se crea la Comisión de Regulación de Agua (CRA) y la Superintendencia de Servicios Públicos.
- Ley 152 de 1994: Ley Orgánica del Plan de Desarrollo, establece el procedimiento para la elaboración, aprobación, ejecución, seguimiento, evaluación y control de los planes de desarrollo, determinando al sector de agua potable y saneamiento básico la prioridad en la asignación de los recursos.
- Ley 12 de 1996: Mediante acto administrativo N° 1, se le asigna a los municipios la responsabilidad en la ampliación, mejoramiento y prestación de los servicios públicos.
- Ley 373 de 1997: Por la cual se reglamenta el ahorro y uso eficiente del agua.

Otras leyes referenciadas en la observación de los proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico son:

- Ley 09 de 1979: Se expide el código sanitario.
- Ley 99 de 1993: La cual crea el Ministerio del Medio Ambiente.
- Decreto 475 de 1998: Expedido por el Ministerio de Salud Pública y Desarrollo Económico: Se establecen los parámetros y los criterios que deben cumplir los prestadores del servicio de agua potable sobre calidad del agua.

2.3.2 Antecedentes. El problema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico común a la mayoría de localidades y zonas rurales del país es uno de los obstáculos más significativos en el desarrollo sostenible de las comunidades, y desde siempre ha sido tema de discusión política pero de poca acción administrativa, sin ocultar que se hacen esfuerzos por superar las deficiencias pero resultan insignificantes si no vienen acompañados de una verdadera política estatal que permita alcanzar los indicadores de productividad y sostenibilidad que requieren los sistemas. Según se estableció en el "Plan de Aguas 1995-1998" a nivel nacional el sector presenta (Tabla 1):

- Problemas estructurales técnicos, operativos y administrativos.
- Deterioro ambiental en las fuentes y cuerpos receptores de agua.
- Falta de mantenimiento y reposición de la infraestructura de los sistemas.

Para el año de 1995 el país presentaba un rezago en la calidad del agua; solo el 62% de los habitantes en zonas urbanas recibía agua apta para consumo humano, en las zonas rurales únicamente el 10% contaba con este recurso.

Tabla 1. Cobertura de acueducto y alcantarillado en Colombia según los dos últimos censos realizados

<b>EVALUACION DE COBERTURAS POR SERVICIO Y RANGO DE CIUDADES</b>						
<b>RANGO</b>	<b>1985</b>			<b>1993</b>		
	<b>Población</b>	<b>Acueducto</b>	<b>Alcantarilla</b>	<b>Población</b>	<b>Acueducto</b>	<b>Alcantarilla</b>
	<b>Millones</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>Millones</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
4 Grandes ciudades	7986049	89,3	82	10892053	87,9	83,8
Capitales y ciudades > 100 mil hab.	5467883	71,4	63,3	6960559	88	78
Resto zona urbana	6175124	82,3	63,5	9322830	84,5	69
Zona rural	1043375	12,1	2,4	8710838	44	19

\* Fuente censos 1983- 1995

### 2.3.3 Planteamiento del problema

#### **Descripción del problema**

Se me solicitó por parte de la Secretaría de Desarrollo Físico de la Gobernación del Tolima prestar la colaboración a la comunidad de la Inspección de Policía de La Sierra, jurisdicción del municipio de Lérída (norte del departamento del Tolima), con el fin de abordar de manera conjunta la problemática que requiere un planeamiento y diagnóstico ajustado, del funcionamiento de los sistemas de agua potable y saneamiento básico en esta localidad.

#### **Formulación del problema**

¿Cómo desarrollar un plan metodológico acorde a las necesidades de la comunidad, y que nos permita tener las herramientas necesarias en la formulación de los proyectos de agua potable y saneamiento básico, siguiendo la normatividad existente, para dar solución a los problemas que presenta el suministro de estos servicios en la Inspección de La Sierra?

2.3.4 Justificación. El trabajo de práctica empresarial de acompañamiento a la comunidad en la formulación de proyectos de agua potable y saneamiento básico para la Inspección de Policía de La Sierra se justifica bajo los siguientes aspectos:

#### **Conveniencia y relevancia social**

En consideración a las muchas dificultades que presenta la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico en la Inspección de Policía de La Sierra, toma importancia la oportunidad de establecer dinámicas de desarrollo social en donde todos participemos de manera responsable y propositiva.

#### **Implicaciones prácticas**

Resulta prioritario para la comunidad establecer las estrategias que conlleven a la sustentación de los proyectos, participando en las diversas actividades que se desarrollen como parte de la estructuración técnica y operativa de la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico; cabe señalar que el beneficio para la comunidad se basa en la socialización de la información obtenida como resultado del trabajo realizado.

Es de interés comunitario establecer las pautas y procedimientos técnicos y legales en la consecución de los objetivos propuestos como parte de la formulación de los proyectos tendientes a ofrecer a la comunidad un servicio continuo y de calidad para sus pobladores.

#### **Valor teórico y metodológico**

La consignación de un plan de trabajo que esquematice las acciones técnicas y las consideraciones metodológicas a tener en cuenta en cada una de las etapas del proceso permitirá tener una herramienta que sirva de guía en el estudio y desarrollo de futuros proyectos, al mismo tiempo que se crea un archivo de información valioso para la comunidad de la Inspección de Policía de la Sierra.

2.3.5 Metodología. La práctica empresarial en la Secretaría de Desarrollo Físico de la Gobernación del Tolima, se entiende como un trabajo de seguimiento constante a las condiciones que afectan la situación de la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico de la Inspección de Policía de La Sierra. Comprendió un trabajo de consulta e investigación de la información necesaria para la identificación y análisis técnico y comunitario de los sistemas de a.p y s.b. obligando a una permanente comunicación con la comunidad afectada y teniendo como eje organizativo de las funciones al Comité Comunitario, del cual hacen parte todos los miembros de la comunidad (incluyendo al practicante). Se requirió estructurar un plan de trabajo como guía en la ejecución de las acciones a emprender para la identificación de los problemas, la asignación de alternativas de solución y su posterior formulación ante el Banco de Programas y Proyectos de Inversión (BPIN).

Se previó la realización de talleres comunitarios que sirvieran de espacio de discusión y discernimiento en cada una de las etapas del plan de trabajo, y la asignación de tareas específicas para las personas que se hagan partícipes del proceso comunitario. Por su parte el practicante contó con la total disposición de traslado a la localidad para guiar a la comunidad en todas las etapas del plan de trabajo, brindando la orientación en la forma como se debe recuperar, organizar y analizar la información como parte del desarrollo de la práctica. Esta información se ordenó por medio de formatos, cuadros, fichas técnicas que sirven de herramienta útil para la comunidad en la tarea de mejorar la prestación de los servicios públicos de a.p y s.b.

## 2.4 PLAN DE TRABAJO

Es necesario considerar acciones que correspondan a un proceso lógico del entendimiento de las circunstancias y problemas que se presentan con la prestación del servicio de agua potable y saneamiento básico de la Inspección de Policía de La Sierra, con la intención de proponer sus soluciones señalando las pautas básicas y los lineamientos normativos en cumplimiento de las disposiciones vigentes.

2.4.1 Estructura. El desarrollo de la práctica requiere de un plan de trabajo definido, exponiendo de forma clara las etapas de evolución de las actividades, que se llevaron junto con la comunidad, para la conceptualización de los aspectos técnicos demandados por el actual funcionamiento de los sistemas de agua potable y saneamiento básico de la Inspección de Policía de La Sierra. La estructura de trabajo que se planteó consiste en:

### I. FASE. "Planeamiento Análisis y Concertación del Plan de Trabajo"

- Análisis de la situación actual de agua potable y saneamiento básico.
- Organización del Comité Comunitario.

### II. FASE. "Diagnóstico Técnico- Comunitario"

- Recuperación de la información.
- Organización de la información.
- Análisis de la información.

## 2.5 PLANEAMIENTO, ANÁLISIS Y CONCERTACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO

2.5.1 Análisis de la situación actual de agua potable y saneamiento básico. En esta etapa se realizó una recopilación general de los hechos, y con base en las inquietudes y observaciones hechas por la comunidad se planteó un análisis de la situación teniendo en

cuenta los aspectos generales relativos a la composición y manejo de los sistemas de agua potable y saneamiento básico. La reflexión acerca de la actual situación de a.p. y s.b. tiene como objeto, concientizarnos sobre la importancia que representa para la comunidad emprender un plan de acción que permitiera establecer la identificación técnica precisa de los problemas y las alternativas de solución. La visita técnica requirió un reconocimiento físico que incluye una observación general de los componentes de los sistemas evaluando su estado actual.

### **Visita técnica**

En relación con el problema planteado se realizó una visita técnica a la Inspección de Policía de La Sierra con el fin de recoger las opiniones e inquietudes de la comunidad en lo referente al funcionamiento de los sistemas de agua potable y saneamiento básico, a la vez que se realizó un recorrido preliminar por los diferentes componentes de los sistemas observando su estado y funcionamiento. En esta primer visita técnica nos reunimos en compañía de las personas que dirigen la asociación del acueducto y alcantarillado comunitario de la Inspección de La Sierra, y se consultó específicamente sobre el estado y funcionamiento de los sistemas de a.p y s.b., el conocimiento que sobre los mismos tiene la comunidad y sus perspectivas, así como la manera que ellos están afrontando la situación.

### **Antecedentes**

El sistema de acueducto de La Sierra fue construido hacia el año de 1960, y a la par se desarrollaron las obras de alcantarillado. Para el abastecimiento de agua se dispuso de un sistema de bombeo desde un canal de riego hasta un tanque de almacenamiento, y de allí por gravedad se distribuye a la población, este canal es derivado del Río Recio, y su función real es la de alimentar el distrito de riego de la región. Los sistemas de a.p y s.b como es lógico han incrementado su número de usuarios, en especial por el hecho concerniente a la catástrofe del Nevado del Ruiz (1985), lo que provocó un éxodo masivo hacia esta población, y que aún hoy se sienten sus efectos; esto trajo consigo un rezago en la cobertura y calidad de los servicios. A raíz de la situación de emergencia que se presentó con la tragedia del municipio de Armero se dispuso de la construcción de una planta de tratamiento que beneficiará a la vez a la Inspección de La Sierra y al municipio de Lérída quien toma el agua del mismo canal de riego. Desafortunadamente se determinó la construcción de esta planta en la zona baja de la inspección de La Sierra, y se determinó bombear el agua tratada hasta el tanque de almacenamiento, pero debido a conflictos generados entre la comunidad y los administradores de la empresa de acueducto del municipio de Lérída esta operación solo se llevó a cabo por un corto tiempo (2 meses), volviendo a operar el acueducto para la comunidad de la Sierra según el sistema original y sin ninguna clase de tratamiento del agua.

### **Observaciones**

Se consultó a las personas encargadas de administrar los servicios sobre la información (catastros de los sistemas, memorias de cálculo, datos de usuarios) existente,

encontrándonos con el hecho de que ellos no contaban con esta información, y por lo tanto desconocían las condiciones técnicas y operativas en las que funcionan los sistemas. Se realizó el recorrido general por los componentes de los sistemas haciendo una identificación y descripción preliminar de los mismos. Observaciones realizadas en torno al aspecto de la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico.

#### Administrativas

- La Inspección de La Sierra no cuenta en la actualidad con un inspector y su administración se realiza desde la alcaldía del municipio de Lérida.
- La comunidad ha venido administrando los servicios de acueducto y alcantarillado de la localidad bajo la figura de asociación comunitaria desde el año 1995, en el año 2000 se registraron ante la Superintendencia de Servicios Públicos, como ente prestador de servicios públicos (ESP).
- A pesar de estar organizados como empresa no cuenta con una infraestructura física ni operativa que le permita en la actualidad tener conocimiento del estado actual de los sistemas y por lo tanto identificar claramente los problemas que se presentan en su funcionamiento.

#### Técnicas

- El sistema de acueducto y alcantarillado de La Sierra se instaló y puso en marcha hacia el año de 1960, el acueducto trabaja mediante el bombeo de agua desde un canal de riego hasta los tanques de almacenamiento y sin un tratamiento previo del agua, por lo tanto la comunidad desconoce la calidad del recurso.
- No se tiene un conocimiento certero de la constitución física de los componentes de los sistemas de a.p y s.b. por cuanto no cuentan con los catastros de los sistemas.
- El sistema de alcantarillado se encuentra en gran deterioro especialmente en el emisario final, pues la tubería se encuentra rota y al parecer desaparecieron algunos pozos de inspección en este tramo final. La disposición final de las aguas servidas no se realiza directamente al efluente debido a la falta de estos tramos finales.
- Algunos de los pozos revisados presentan serio deterioro físico y diferentes grados de colmatación.
- El servicio de agua a los usuarios no es constante, solo se da servicio dos (2) horas en la mañana y dos (2) horas en la noche.

#### **Taller comunitario**

Después de la revisión a los sistemas y de las observaciones pertinentes a los servicios la discusión se centra en las acciones a emprender, y la disposición de la comunidad para encarar, bajo una perspectiva de trabajo comunitario, la responsabilidad de generar soluciones. En esta etapa se hace evidente la falta de conocimiento sobre la importancia que tiene para la comunidad contar con servicios públicos de óptima calidad y cobertura, por cuanto no se tiene una concepción clara sobre los fundamentos que determinan el derecho a

un servicio de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico que determinen el mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores. Se hace relevante el hecho de que toda la comunidad sea informada y participe del análisis de la situación de los servicios de a.p y s.b. puesto que esto conlleva a fomentar desde ya, la utilización correcta del recurso hídrico y a la vez facilita el desarrollo del plan de trabajo. En este proceso de análisis podemos identificar los siguientes aspectos, y que sirvieron como base para la discusión:

- Los sistemas de a.p y s. b de La Sierra, tienen componentes que ya cumplieron con su periodo de diseño y que no fueron rehabilitados o restituidos, pero por falta de la información catastral se desconoce su estado y localización. Así pues se desconocen elementos básicos del funcionamiento hidráulico de los sistemas, que nos permita dar un diagnóstico técnico fiable en su momento.
- Las condiciones físicas, químicas, biológicas y organolépticas del agua que se consume se desconocen por parte de la comunidad, por lo tanto se desconoce cual es el grado de incidencia de enfermedades sobre la población que tengan sus causas en el consumo de agua no tratada, y como está afectando esto a la comunidad.
- Debido a la insuficiencia en el bombeo y el almacenamiento no se puede disponer de un servicio continuo; por un lado se desconoce la cantidad de agua distribuida por la falta de micro medición y por el otro no hay control de macro medición a la salida de los tanques, así que no se sabe cuales son las pérdidas del sistema. El hecho de que no haya micro medición implica no saber las condiciones de las demandas de consumo de la población haciendo énfasis en que esto promueve la cultura del desperdicio del recurso; sería necesario recopilar información de los usuarios que nos den algunas indicaciones sobre el uso que estos le dan al recurso, al igual que debemos realizar pruebas que nos permitan definir con la mayor precisión el volumen que maneja el sistema.
- El alcantarillado requiere ante todo un mantenimiento y limpieza que permitan ir identificando todos sus elementos para una posterior revisión, ya sea que se vaya a constatar información catastral que se recupere, ó que se vaya a recoger información directamente en el sistema, esto con el fin de poder realizar un diagnóstico técnico de su funcionamiento hidráulico.

Ya se ha realizado una primera identificación de la situación en la prestación de los servicios, quedando implícita la necesidad de poder relacionar la información que se recupere con las condiciones reales de funcionamiento que presentan los sistemas de a.p y s.b.

### **Conclusiones**

- Los sistemas de a.p y s.b de la inspección de La Sierra, no han contado con un mantenimiento ni mejoramiento necesario para su correcto funcionamiento, y su ampliación no ha correspondido un proceso de análisis y diagnóstico con criterio técnico, si no más bien a la disposición que demandan las necesidades del momento, lo

que ha fomentado la mala utilización de los recursos y al deterioro de la prestación de los servicios, por lo tanto es necesario recaudar toda la información pertinente a las condiciones en las que trabajan y funcionan los sistemas.

- Es necesario programar un plan de trabajo que nos sirva como guía metodológica en la orientación y preparación de proyectos de a.p y s.b, dentro del marco legal y normativo que rige.
- Hay disposición de las partes (comunidad-secretaria), en desarrollar este trabajo por la necesidad que presenta la localidad de disponer, de los elementos técnicos que permitan definir con claridad las causas y efectos de los problemas que presentan el servicio de a.p y s.b. de la inspección de La Sierra, al tiempo que se elabora un archivo de planos y fichas técnicas, herramienta de suma utilidad en la administración, manejo y operación de los sistemas.

2.5.2 Conformación del comité comunitario. Es claro que una simple revisión técnica de los sistemas no nos permite identificar de forma clara y concisa los problemas que presentan los sistemas de a.p y s.b, ni plantear soluciones inmediatas, aunque si es el camino que nos va señalando las estrategias que debemos implementar en la obtención de los parámetros y criterios técnicos que permitan el desarrollo del trabajo. En este espacio se plantea la necesidad de establecer un Comité Comunitario que se encargue de direccionar el trabajo por desempeñar, como respuesta a la iniciativa de esquematizar un plan ordenado, que nos permita recaudar los elementos y herramientas necesarias para la presentación de los proyectos de a.p y s.b.

### **Comité comunitario**

Como ente prestador de los servicios públicos en la Inspección de Policía de La Sierra, la empresa comunitaria que administra los sistemas de a.p y s.b. requiere de una gestión técnica y empresarial, capaz de brindar un servicio que cumpla la normatividad técnica y legal existentes, teniendo en cuenta el logro de las metas fundamentales en su prestación:

- El sistema de abastecimiento de agua debe ser capaz de captar, conducir, tratar y distribuir volúmenes de agua suficientes para la atención de la demanda de la población (cantidad).
- El agua entregada a la población debe cumplir con parámetros de calidad dentro de los estándares de potabilización reconocidos (calidad).
- El sistema de abastecimiento de agua debe proveer a la población un servicio continuo, sin intermitencia (continuidad).
- Las variables que influyen en el abastecimiento de agua y recolección de aguas servidas, deben ser bien identificadas con el fin de realizar de manera correcta las labores de operación y mantenimiento (confiabilidad).
- El sistema de saneamiento básico debe recoger y conducir las aguas servidas, sin presentar problemas de obstrucción, hasta el sitio de descarga.

En cumplimiento de estas metas, se desarrolla el plan de trabajo propuesto, buscando con ello orientar a la comunidad en el proceso de presentación de los proyectos de a.p y s.b. que se planteen como solución de la problemática actual de los sistemas. Como parte de este trabajo se estableció la conformación del Comité Comunitario, encargado de definir las directrices del trabajo. Este comité tiene poder de convocatoria y su función es la de informar a la comunidad sobre el desarrollo del trabajo y la delegación de las tareas; constituye parte de este trabajo conformar el Comité Comunitario.

### **Visita técnica**

En esta visita técnica se estableció la conformación del Comité Comunitario, con la participación de las personas encargadas de la administración de los sistemas y usuarios de la comunidad. Se convino dar inicio al trabajo con la conformación del Comité Comunitario, que quedo constituido por acuerdo unánime de la comunidad, por las personas que administran la empresa comunitaria de servicios públicos de la Inspección de Policía de La Sierra.

- El Comité técnico, queda conformado por. Un coordinador (presidente de la asociación comunitaria; un tesorero (tesorera de la asociación comunitaria); un fiscal (fiscal de la asociación comunitaria); secretario (secretaria de la asociación comunitaria), y todos los demás miembros de la comunidad de la Inspección de Policía de La Sierra; el estudiante de ing. Civil Juan Carlos Ortiz será el facilitador en este comité y estará encargado de proponer las metodologías y brindar el apoyo de carácter técnico en la definición de los parámetros de evaluación de los sistemas de a.p y s.b.
- La tarea inmediata es la de poner en marcha el plan de trabajo, bajo la orientación del facilitador, lo que comprende determinar las actividades que debemos realizar en cada una de las etapas del plan de trabajo por seguir.

### **Organización del Comité Comunitario**

La creación del Comité Comunitario nos permite establecer de manera ordenada el plan de actividades concernientes al proceso de planeación, análisis y diagnóstico técnico de los sistemas de a.p. y s.b. Tiene como principales objetivos:

- Dar paso a la participación comunitaria en el mejoramiento de la prestación de los servicios de a.p. y s.b.
- Poder informar a la comunidad en general sobre el actual y verdadero estado y funcionamiento de los sistemas de a.p. y s.b.
- Plantear estrategias para la creación de mecanismos que permitan obtener la información deseada.

## **2.6 DIAGNÓSTICO TÉCNICO-COMUNITARIO**

2.6.1 Recuperación de la información. En desarrollo del plan de trabajo que hemos propuesto al Comité Comunitario de la inspección de La Sierra, se determinó asignar tareas específicas en pro de recolectar la información requerida en la conceptualización de los proyectos que busquen mejorar las condiciones técnicas y operativas de los sistemas de agua potable y saneamiento básico. La coordinación del trabajo se orientó a establecer los mecanismos que posibilitaran la obtención de la información disponible, delegando entre los miembros de la comunidad y el practicante las labores que sean indispensables en la evolución del mismo, de acuerdo a las características propias de la información. Las actividades de consulta e investigación técnica (planos, memorias de cálculo, informes técnicos, etc.) tanto en oficina como en campo fueron función del practicante, y los miembros de la comunidad que colaboran en el comité comunitario acompañaron en la localidad al practicante en el desarrollo de las tareas, promoviendo dentro de los pobladores la necesidad de disponer de óptimos sistemas de agua potable y saneamiento básico como parte del desarrollo integral de la población. En esta fase del diagnóstico técnico-comunitario seguimos el orden de la estructura establecida en el plan de trabajo para el proceso de recuperación de la información.

2.6.6.1 Descripción general de los aspectos físicos y sociales de la localidad. La determinación de los aspectos físicos y sociales que enmarcan el proyecto, constituye la base sobre la que se fundamenta su concepción y posterior ejecución, por lo tanto en el proceso de consulta de esta información, hemos recurrido a los diferentes entes municipales, departamentales y nacionales administradores de los servicios.

### **Identificación de la localidad**

- Nombre y ubicación. La localidad en la cual desarrollamos el proyecto es la inspección de policía de La Sierra creada por ordenanza N° 26 del 21 de Junio de 1945, en jurisdicción del municipio de Lérida ubicado al norte del departamento de Tolima cuya cabecera se encuentra situada a 4° 52' 58" de latitud norte (L.N.), y a 74° 55' de latitud oeste (L.O.) de meridiano de Greenwich, el municipio se encuentra clasificado por Planeación Nacional en 5ª categoría y pertenece a CORPES-CENTRO ORIENTE. La inspección de policía de La Sierra está ubicada al sur del municipio distante 7 (Km.) de la cabecera municipal y 66 (Km.) de la capital del departamento. Realizamos la búsqueda de los planos georeferenciados de la localidad en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (Plancha 226-I-D-4, escala 1:10000 Instituto Geográfico Agustín Codazzi (I.G.A.C.)).
- Área y distribución. La inspección de policía de La Sierra comprende un área aproximada de 87 (Km. 2) de los cuales el (8,33%) corresponde al área poblada y el (91,67%) al área rural, posee un perímetro aproximado de 4620, 2 (m.l.). Su zona poblada esta conformada por 6 barrios (Megué, El Centro, Calle Caliente, La Escuela, Santa Ana y Pueblo Nuevo).
- Población. Al momento de consultar el número de habitantes de la Inspección de Policía de La Sierra hemos encontrado la ausencia de este dato, tanto en el Plan de

Ordenamiento Territorial del municipio como en las bases de datos del Departamento Nacional de Estadística (DANE) en donde los datos se encuentran discriminados por municipios y no por localidades menores, tampoco se cuenta con un censo población realizado por el SISBEN. En vista de esta dificultad la secretaria de planeación municipal programó la tarea de realización del censo poblacional de La Sierra, como parte del trabajo desarrollado en los programas del SISBEN. Los resultados del censo poblacional realizado en la localidad se enviaron al comité-comunitario en con fecha del 10 de Noviembre de 2004, obteniéndose la siguiente información:

- El total de población es de 1321 habitantes ubicados en la zona poblada.
- Se encuentran ubicadas un total de 323 familias en la zona poblada.
- 126 familias pertenecen al estrato bajo-bajo (B.B) y 197 familias pertenecen al estrato bajo (B).
- Clima y altitud. Según las clasificación Caldas-Lang la zona pertenece a la provincia climática cálido semi-húmedo (C.S.H.), con un promedio anual de temperatura ( $T^{\circ} = 27^{\circ} C$ ). El comportamiento del clima es mono-modal con periodos de ( $> T^{\circ}$ ) entre los meses de Julio y Agosto y de ( $< T^{\circ}$ ) entre los meses de Octubre y Noviembre.
  - La precipitación promedio anual es de (1520 mm), presenta un régimen de lluvias bimodal la 1<sup>a</sup> de Abril a Mayo y la 2<sup>a</sup> de Octubre a Noviembre con las mayores precipitaciones en los meses de Mayo y Noviembre y las menores en los meses de Enero y Julio.
  - La humedad relativa es del (74%).
  - El brillo solar promedio es de (5,8 h/día).
  - La localidad se encuentra ubicada a una altura promedio de (474 m.s.n.m) en el piedemonte oriental de la cordillera central.
- Geología y geomorfología. Para la descripción de estos aspectos realizamos el trabajo de consulta en la Corporación Autónoma del Tolima (CORTOLIMA) y en el Instituto Nacional de Geología y Minas (INGEOMINAS), recabando en la información escrita y consignada en planos referentes a la zona del proyecto en estudio. La geología de la región es joven, comenzándose a formar en épocas de alta actividad volcánica de la cordillera central, siendo el tectonismo y el vulcanismo los factores dinámicos de mayor influencia en su formación. En primer lugar predomina la geología conformada por rocas metamórficas del paleozoico, mioceno-holoceno y del pleistoceno, y en segundo lugar la geología de fragmentos de origen volcánico que datan del mioceno. Los procesos de formación de esta sección de la cordillera central se inicio entre finales del paleozoico y comienzos del mesozoico, entre el triásico y el jurásico se produjo la compactación de sedimentos depositados dando aparición a comienzos del cretáceo del geosinclinal del valle del Magdalena, dentro del cual se formaron el abanico de Lérida y el cono aluvial de Lérida. En el mioceno se depositaron en las cuencas fluviales grandes cantidades de ceniza y materiales volcánicos que no fueron arrastrados totalmente por los ríos, originando una formación lacustre del tipo denolnoide. Durante el plioceno la erosión producida por la lluvia dio formación a una serie de conos a la salida de los relieves montañosos acumulando de manera irregular materiales depositados por las distintas corrientes hídricas en la zona. Los conos iniciaron su formación después del

levantamiento de la cordillera central, hace unos seis millones (6') de años conformando lo que es en la actual el denominado abanico de Lérica.

- Fisiografía y edafología. La zona está representada por dos provincias fisiográficas que son la cordillera central y la depresión del Magdalena.
  - La provincia climática correspondiente es la cálida semi-húmeda (C.S.H.), predominante en zonas con alturas (>s a 300 m.s.n.m.) y (<s a 1000 m.s.n.m.), con precipitaciones que oscilan entre (1500 mm) y (1800 mm) según la clasificación (Caldas-Lang).
  - El gran paisaje corresponde al pie-demonte de abanico reciente con pendiente plana a ligeramente plana.
- Hidrología. La región se encuentra dentro de dos grandes cuencas hidrográficas del departamento, la del río Recio y la del río Lagunilla con un área total de las hoyas hidrográficas de (75288,7 (h.a.)) y (83335,51 (h.a.)) respectivamente, nacen en la parte alta de la cordillera central en el nevado del Ruiz a (5000 m.s.n.m) aproximadamente, su recorrido es de oeste a este para desembocar al río Magdalena.
- Suelos, cobertura y usos de la tierra. La información correspondiente a los suelos presentes en la zona y al uso de la tierra requirió la consulta de planos e informes técnicos desarrollados por CORTOLIMA. Los suelos predominantes en la zona evolucionaron sobre materiales de textura arcillosa y franco arcillo-arenosa, los cuales tienen capacidad de expandirse y contraerse con los cambios de humedad, produciendo agrietamiento y superficies de deslizamiento, son moderadamente profundos y bien drenados. La vegetación predominante en las zonas planas la componen especies arbóreas, arbustivas, gramíneas y hierbas espontáneas. La ocupación y el uso de la tierra en la zona están ligadas a los procesos de desarrollo agropecuario determinados por las condiciones propias de la región, caracterizada por el monocultivo del arroz en las zonas planas alternado con la ganadería extensiva. La tenencia de la tierra combina la posesión latifundista y minifundista en las que el uso de la misma varía dependiendo de la capacidad y necesidades de sus habitantes.
- Actividades económicas. En el sector se desarrolla una economía netamente agropecuaria, basada en la explotación de los recursos naturales disponibles.
  - La producción agrícola está determinada principalmente por el cultivo del arroz, con rotaciones de sorgo, algodón y ajonjolí en terrazas altas y abanicos coluvio-aluvial y diluvial. Se cultivan con mediana productividad café, plátano, maíz, cacao y caña panelera. La agricultura y ganadería de subsistencia se ubica en zonas de cordillera y laderas.
  - Las actividades ganaderas doble propósito (leche y carne) son de importante relevancia en el sector económico de la región, disponiendo de pastos naturales y manejados en la cría de especies vacunas (Cebú y Pardo).
  - La explotación forestal se realiza en zonas planas de abanicos con predominio de plantación de Teca (*teutónica grandis*), utilizada como madera aserrada.
  - En el área frutícola resalta la producción de mango, mamoncillo y limón en abanicos y terrazas y de aguacate en zonas de ladera.
  - En la industria y comercio se destaca la industria lechera y del arroz aunque no en las proporciones necesarias como para dinamizar el sector. El comercio de la localidad se

resume a las actividades básicas de un centro poblado (tiendas, almacenes, restaurantes etc.).

- La minería se desarrolla en las zonas de ladera, llevándose a cabo la explotación de Cadín, Bentonita, Mármol, Arcilla, Hierro y material para construcción.

### **Infraestructura de la localidad**

Determinamos la realización de trabajos de campo consistentes en visitas técnicas a la Inspección de Policía de La Sierra, con el objeto de recaudar la información referente a la identificación de la infraestructura general de la localidad, teniendo en cuenta la descripción de los siguientes aspectos:

- El centro poblado de la inspección de La Sierra lo componen 323 viviendas repartidas en 35 manzanas, la distribución de las viviendas se muestra en el plano general de la Inspección de Policía de La sierra (Anexo A) con su nomenclatura de calles y carreras.
- La localidad cuenta con un parque central provisto de un polideportivo en donde se desarrollan actividades lúdicas y recreativas, un colegio repartido en dos instalaciones separadas para la enseñanza básica y media, un puesto de salud (funciona 2 días a la semana), las oficinas del distrito de Asorrecio, una casa campesina para los asociados del distrito de riego de Asorrecio, un centro religioso católico y las instalaciones de la inspección de policía que en la actualidad no están al servicio.
- Las vías internas de la localidad se encuentran por lo general en mal estado, aproximadamente un 20 % de ellas está pavimentada y el restante 80% sin pavimentar.
- Dentro de la localidad se encuentran ubicadas una hidroeléctrica que genera energía para las comunidades locales y vecinas de la región, y una planta de tratamiento de agua potable perteneciente al acueducto de la cabecera municipal de Lérica.
- Las industrias representativas de la localidad la componen el distrito de Asorrecio encargado de asociar y asesorar a los cultivadores de arroz de la zona, de sus oficinas, y el molino de arroz en donde se hace el procesamiento del producto.
- Se distinguen diversas zonas urbanizables tanto en el centro del área poblada como en su perímetro, presentándose un desarrollo urbanístico sin ningún tipo de planeación en cuanto a una distribución habitacional acorde a las capacidades reales con las que cuenta la localidad.

### **Salud y educación**

Para la recolección de la información en cuanto a salud y educación en la localidad fue necesario indagar en las secretarías de salud y educación del municipio de Lérica y en visitas a los establecimientos educativos.

#### **Salud**

- En la actualidad no se cuenta con ningún centro que preste los servicios de salud dentro de la localidad de manera continua.

- Las enfermedades más comunes dentro de la población son las relacionadas con problemas gastrointestinales, especialmente en la población infantil. También son frecuentes las enfermedades de la piel y vías respiratorias.

#### Educación

- La comunidad cuenta con el colegio “San Francisco de La Sierra”, que brinda educación preescolar, primaria y bachillerato a 368 alumnos con un total de 17 docentes.
- La enseñanza preescolar y primaria se desarrolla en las instalaciones ubicadas en la carrera 5ª entre calles 3ª y 4ª en los niveles de preescolar, 1º, 2º, 3º, 4º y 5º de primaria con un curso por nivel para 204 alumnos, cuenta con cuatro (4) baterías sanitarias y un (1) lavamanos en regular estado. La disposición del servicio de agua no es continua pues está limitada a las horas de funcionamiento del sistema de acueducto de la localidad, el almacenamiento del recurso se hace en un tanque plástico con capacidad para (500 Lt).
- La enseñanza secundaria se desarrolla en las instalaciones ubicadas en la calle 3ª entre carreras 4ª y 5ª en los niveles de 6º, 7º, 8º, 9º, 10º, 11º de bachillerato con un curso por nivel para 164 alumnos, cuenta con 5 baterías sanitarias y dos (2) lavamanos en regular estado. La disposición del servicio de agua no es continua, el almacenamiento del recurso se hace en un tanque plástico con capacidad para (500 Lt).

#### **Participación de entes territoriales y O.N.G**

- El único programa institucional que se desarrolla en la localidad es el que presta el SISBEN en el área de salud.
- No existe participación de O.N.G. en la localidad.

#### **Administración de los sistemas de agua potable y saneamiento básico**

- La administración y operación de los sistemas de a.p y s.b. está a cargo de la Asociación de Usuarios del Acueducto y Alcantarillado de la Inspección de La Sierra como ente prestador de los servicios públicos domiciliarios, radicado en Julio 19 del 2000 ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.
- La asociación está compuesta por un presidente, un secretario, un fiscal y un tesorero, las labores de operación y mantenimiento de los sistemas las realiza de manera regular un fontanero empleado de la asociación.
- Los usuarios pagan una cuota mensual de (\$ 3000) por la prestación de los servicios, siendo el único ingreso de recursos económicos con los que cuenta la asociación para el pago de los gastos de operación y administración de los sistemas. Se evidencia la falta de recursos principalmente por la morosidad en los pagos de los usuarios.
- La falta de micro-medición y continuidad en el servicio de abastecimiento de agua hace imposible la determinación de una tarifa que permita hacer un balance financiero de los

costos reales de la administración del sistema, sobre todo teniendo en cuenta que el agua que consume la población no es tratada.

- La comunicación con los usuarios es directa, por lo general los cobros de las cuotas y la divulgación de información pertinente a las actividades de la asociación se realiza de manera personal, presentándose falencias en este aspecto que influyen de manera negativa en el proceso administrativo.

### **Prácticas de higiene y calidad del agua**

Pretendemos conocer de primera mano las prácticas higiénicas que la comunidad realiza en torno al manejo del recurso hídrico, con lo cual presentamos ante el comité comunitario un formato de encuesta domiciliaria (Anexo B) para obtener esta información. Las visitas se realizaron a 30 familias repartidas uniformemente dentro de la localidad. La información para establecer la calidad del agua consumida por la población de la Inspección de Policía de La Sierra, se debió consultar con la Empresa de acueducto de Lérida quienes realizan controles regulares a la calidad del agua en el canal de riego del distrito de Asorrecio.

2.6.1.2 Descripción general de los sistemas de a.p. y s.b de la Inspección de Policía de La Sierra.

### **Identificación general de los componentes**

Presentamos el esquema general de los sistemas de a.p. y s.b. de la inspección de La Sierra, que constituyen los elementos que hacen parte de su estructura operativa.

#### Agua potable

- El acueducto de La Sierra se abastece de la cuenca mayor del río Recio de la cual hacen parte los municipios de Ambalema, Venadillo, Lérida, Líbano, Santa Isabel y Murillo.
- La fuente abastecedora del acueducto de La Sierra es el río Recio, del cual se deriva el canal principal del distrito de riego de Asorrecio en donde está ubicado el sitio de captación.
- La captación del agua es del tipo lateral y se hace directamente del canal de riego.
- En el sitio de captación se encuentra una estructura que hace las veces de desarenador, conectado a una estación de bombeo que funciona a ciertos intervalos del día, por lo cual el abastecimiento del agua a la población no es continuo.
- El agua es bombeada hasta los tanques de almacenamiento ubicados en las cotas superiores de la localidad sin ningún tipo de tratamiento previo.
- El agua que llega por tubería desde la estación de bombeo se almacena en dos (2) tanques en concreto.
- De los tanques de almacenamiento el agua se distribuye a la zona poblada de la localidad sin registro de macro-medición.

- Las conexiones domiciliarias no tienen micro-medición y por lo tanto no se puede obtener el registro del consumo por usuario.

#### Saneamiento básico

- El sistema de saneamiento básico está conformado por una red de alcantarillado sanitario que recibe las aguas servidas de los usuarios de manera tradicional; los caudales que maneja el sistema corresponden a estos aportes. No existe manejo de aguas lluvias que conecten al sistema.
- Los colectores están conectados mediante estructuras-pozo dispuestas para recolectar las aguas servidas del área poblada.
- El emisor final del sistema realiza la descarga de las aguas servidas a la quebrada La Sierra, ubicada en la parte norte del perímetro de la localidad cerca de la hacienda Carmelitas, sin ningún tratamiento previo.

2.6.1.3 Recuperación de la información técnica y operativa existente. Para la recuperación de la información técnica y operativa de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento básico existente de la Inspección de Policía de La Sierra, requerimos la información consultada en planos y memorias de cálculo, a la par del desarrollo de inspecciones técnicas a los sistemas como parte del trabajo de campo en la localidad. En esta tarea se han presentado diversas complicaciones debido a la falta de información unificada que permita cumplir con el cronograma establecido. La información técnica de los sistemas de agua potable y saneamiento básico de la inspección de La Sierra se ha debido recopilar en diversos entes públicos, a los cuales se recurrió en plan de investigación que nos permitiera determinar los parámetros sobre los cuales soportar el estudio técnico de los sistemas construidos.

- Secretaría de Desarrollo de la Gobernación del Tolima
- Secretaria de Planeación del Municipio de Lérida
- Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA

Cabe anotar de manera importante que la asociación que administra los sistemas de acueducto y alcantarillado de La Sierra integrado por la comunidad, no cuenta con ningún tipo de información técnica ni catastral referente a los sistemas.

- Sistema de agua potable. En la Secretaria de planeación del municipio de Lérida se obtuvo la siguiente información (Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Lérida, archivo de planos y proyectos de infraestructura del municipio):
  - Planta general del catastro de redes del acueducto de La Sierra (Esc. 1:2500), captación, bombeo, almacenamiento, redes de distribución.

No se hallaron memorias de cálculo del sistema de acueducto, por lo tanto se requerirá de una revisión del diseño presentado en planos.

- Sistema de saneamiento básico. En la Secretaría de Desarrollo Físico de la Gobernación del Tolima se obtuvo la siguiente información:
  - Planta general del sistema de alcantarillado de la inspección de La Sierra (Esc: 1:2500).

No se encontró registro de memorias de cálculo que sustenten los datos recuperados en planos, requiriéndose una revisión del diseño hidráulico del sistema de alcantarillado.

2.6.1.4 Inspección sanitaria del sistema de acueducto. Como complemento al trabajo realizado en el proceso de identificación y evaluación técnica de los sistemas de acueducto y alcantarillado en cuanto a la información catastral recuperada, procedemos a realizar en terreno las actividades necesarias para la recolección de datos que nos permitan valorar y constatar el estado físico y operativo de los componentes de dichos sistemas.

### **Cuenca Hidrográfica**

#### Aspectos generales

- La cuenca mayor del río Recio es la que abastece el acueducto de la Inspección de Policía de La Sierra.
- El área total que abarca la cuenca mayor del río Recio es de (75288,7) hectáreas (ha.).
- El aumento de la franja agrícola ha traído como consecuencia la desprotección de los suelos alrededor de la cuenca.
- No se realiza control efectivo de las aguas servidas sobre las fuentes de la cuenca como tampoco la protección necesaria de sus cauces.
- En su trayecto por la parte montañosa de la cordillera el río Recio atraviesa varios centros poblados, que vierten las aguas servidas a su cause sin previo tratamiento.

### **Fuente de abastecimiento**

#### Aspectos generales

- El acueducto de la Inspección de Policía de La Sierra toma el agua del canal principal del distrito de riego del río Recio que es el eje hídrico de la cuenca mayor que lleva su nombre.
- El canal tiene una longitud de aproximadamente (8 Km.) en su recorrido desde el sitio de captación en el río Recio hasta el sitio de captación del acueducto de la Inspección de Policía de La Sierra, transporta un caudal de (10 m<sup>3</sup>/s) aproximadamente.

- La calidad del agua está valorada por la empresa de acueducto de Lérica como apta para el consumo humano.
- El agua captada por el canal es además utilizada para el abastecimiento del acueducto del municipio de Lérica, y para la generación de energía en la hidroeléctrica ubicada en la localidad.

## **Captación**

### Aspectos generales

- El sitio de captación se encuentra aledaño al canal principal del distrito de riego, su ubicación se establece en el plano general del sistema de acueducto de la Inspección de Policía de La Sierra (Anexo A).
- La captación del agua para el acueducto de La Sierra se realiza directamente del canal de riego a través de una tubería de asbesto cemento (A.C. Ø 6") que conecta directamente a la estructura del desarenador.
- El actual subsistema de captación viene operando desde la construcción del sistema de acueducto en el año de 1960.

## **Desarenador**

### Aspectos generales

- El desarenador consiste en una estructura en concreto reforzado a la cual llega el agua a través de la tubería de captación.
- El desarenador conecta a un tanque de succión mediante tubería de (A.C. Ø 6") según se muestra en planos

## **Estación de bombeo**

### Aspectos generales

- La estación de bombeo está dispuesta de manera adjunta a la estructura del desarenador, consta de un tanque de succión con tubería en (H.G. Ø 4") y un cuarto de bombas.
- El sistema de bombeo trabaja con una (1) bomba en dos (2) intervalos diarios establecidos según consideraciones de tipo económico debido a los costos de operación, lo que redundaría en un abastecimiento de agua discontinuo para la comunidad.
- La operación del subsistema de bombeo está a cargo del fontanero de la asociación quien desarrolla las labores de encendido y apagado del sistema.
- Evaluamos las condiciones de operación de bombeo diario, estableciendo la necesidad de realizar las mediciones de los ciclos de encendido y apagado de los equipos dependiendo del esquema de operación de llenado de los tanques de almacenamiento y distribución del agua hacia la población como parte de la evaluación de operación del sistema de acueducto.

## **Conducción**

### Aspectos generales

- La conducción del agua bombeada se realiza a través de tubería en hierro galvanizado (H.G. Ø 3") por terreno escarpado hasta los tanques de almacenamiento sin la realización de tratamiento previo, su ubicación se registra en el plano general del sistema de acueducto de la Inspección de Policía de La sierra (Anexo A).

## **Almacenamiento**

### Aspectos generales

- El agua bombeada se almacena en dos (2) tanques semienterrados construidos en concreto reforzado ubicados en la parte alta del barrio Megué, uno antiguo y uno nuevo, su ubicación se registra en el plano general del sistema de acueducto de la Inspección de Policía de La sierra (Anexo A).
- Los tanques de almacenamiento son llenados 2 veces al día desde el nivel mínimo hasta el nivel máximo y se interconectan para suministrar el agua a la red de distribución de manera racionada durante el día dependiendo del esquema de operación del sistema de acueducto.
- Por falta de macro-medición se hizo necesario verificar la operación de llenado y vaciado de los tanques de almacenamiento, determinándose mediciones de tiempo de llenado y vaciado de acuerdo a la evaluación de la operación diaria del sistema de acueducto.

## **Distribución**

### Aspectos generales

- La distribución del agua a la población se realiza de manera racionada en tuberías de diferentes diámetros (6" P.V.C., 3" y 2" en A.C.), cuyo recorrido es georeferenciado en el plano general del sistema de acueducto de la Inspección de Policía de La sierra (Anexo A).
- La red de distribución entrega el agua a los usuarios sin ningún tipo de micro-medición.
- Se hizo la identificación correspondiente de los componentes del subsistema de distribución, ubicando y diagnosticando el estado y condiciones de funcionamiento de válvulas, accesorios y demás estructuras especiales.

## **Operación del sistema de abastecimiento de agua**

Por ser un sistema de bombeo, la manera como opera el sistema de acueducto de la Inspección de Policía de La Sierra está condicionada por factores de tipo económico que no permiten un abastecimiento continuo a la población.

## Aspectos generales

La operación diaria del sistema de acueducto es realizada de la siguiente manera:

- A las (6:00 a.m.) se ingresa a los tanques de almacenamiento que se han dejado llenos hasta el nivel máximo desde la noche anterior, se procede a abrir la válvula para la distribución del agua, en este momento se encuentra apagado el sistema de bombeo del agua y los tanques comienzan a desocuparse.
- A las (11:00 a.m.) se ingresa nuevamente a los tanques de almacenamiento verificándose la desocupación de los mismos hasta el nivel mínimo, se procede entonces a cerrar la válvula que distribuye el agua a la red, desplazándose hasta la estación de bombeo a 3 minutos de camino para dar encendido a la bomba.
- La bomba permanece encendida hasta aproximadamente hasta la (2:00 p.m.) tiempo en el cual se revisa que los tanques se hayan llenado hasta el nivel máximo. Se abre nuevamente la válvula que conecta los tanques a la red para activar el abastecimiento de agua a la población, la válvula se vuelve a cerrar a las (6:30 p.m.) aproximadamente, hora en la cual los tanques se encuentran en el nivel mínimo.
- Se enciende nuevamente la bomba hasta llenar los tanques, aproximadamente a las (9:30 p.m.) se revisa que estos hayan alcanzado el nivel máximo y se procede a apagar la bomba para dar inicio al ciclo el siguiente día.

## Trabajo técnico

Debido a la falta de información técnica que indiquen las condiciones de operabilidad del sistema de acueducto de la localidad se determinó realizar un registro diario del ciclo completo de operación del sistema, utilizando la siguiente metodología:

### **1° ciclo**

#### Vaciado de los tanques

- Se ingresa a los tanques de almacenamiento a las (6:00 a.m.) registrando el nivel de llenado de cada uno de los tanques.
- Se procede a abrir la válvula de salida del agua desde los tanques hacia la red de distribución anotando la hora de inicio de vaciado de los tanques.
- Se toman registros del nivel del agua dentro de los tanques cada (15 minutos), hasta que estos alcancen el nivel mínimo (Tabla 2).
- Estos datos nos brindan la información sobre la demanda del agua por parte de la población durante el ciclo.

#### Llenado de los tanques

- Aproximadamente a las (11:00 a.m.) con los tanques ya vaciados, se da inicio al ciclo de llenado de los tanques cerrando completamente la válvula de salida, coordinando con el fontanero la hora de encendido de la bomba.

- Se van tomando (cada 15 minutos) los registros correspondientes a los niveles del agua dentro de los tanques de almacenamiento, hasta que se llegue próximo al nivel máximo de almacenamiento (Tabla 3).
- En este momento se destina el apagado de la bomba, registrando en coordinación con el fontanero la hora de apagado.
- Los datos obtenidos registran la capacidad del sistema de bombeo y el volumen de agua captado en cada ciclo.

Tabla 2. Prueba volumétrica de vaciado de los tanques de almacenamiento 1° ciclo

<b>ACUEDUCTO DE LA INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA</b>			
<b>PRUEBA VOLUMÉTRICA VACIADO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO</b>			
<b>Área de tanques (1+2) = 68,74 m<sup>2</sup></b>			
<b>Fecha: 22-12-04</b>			
<b>Hora: 6:00 a.m.</b>			
<b>TIEMPO</b>	<b>ALTURA REGISTRADA</b>	<b>DIFERENCIA DE NIVEL</b>	<b>VOLUMEN DISTRIBUIDO</b>
<b>(minutos)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>
0	2.30	0.00	0.000
15	2.11	0.19	13.061
30	1.89	0.41	28.183
45	1.72	0.58	39.869
60	1.60	0.70	48.118
75	1.49	0.81	55.679
90	1.41	0.89	61.179
105	1.32	0.98	67.365
120	1.20	1.10	75.614
135	1.10	1.20	82.488
150	1.02	1.28	87.987
165	0.96	1.34	92.112
180	0.84	1.46	100.360
195	0.78	1.52	104.485
210	0.69	1.61	110.671
225	0.60	1.70	116.858
240	0.53	1.77	121.670
255	0.48	1.82	125.107
270	0.31	1.99	136.793
295	0.20	2.10	144.354
<b>TIEMPO TOTAL: 4horas y 55 minutos</b>			

Tabla 3. Prueba volumétrica de llenado de los tanques de almacenamiento

<b>ACUEDUCTO DE LA INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA</b>		
<b>PRUEBA VOLUMÉTRICA LLENADO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO</b>		
<b>Área de tanques (1+2) = 68,74 m<sup>2</sup></b>		
<b>Fecha: 22-12-04</b>		
<b>Hora: 6:00 a.m.</b>		
<b>TIEMPO</b>	<b>ALTURA REGISTRADA</b>	<b>VOLUMEN ÚTIL ALMACENADO</b>
<b>(minutos)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>
0	0.20	0.00
15	0.37	11.686
30	0.55	24.059
45	0.71	35.057
60	0.87	46.056
75	1.05	58.429
90	1.22	70.115
105	1.39	81.801
120	1.55	92.799
135	1.73	105.172
150	1.90	116.858
165	2.07	128.544
180	2.24	140.230
185	2.30	144.354
<b>TIEMPO TOTAL: 3 horas y 5 minutos</b>		

## 2º ciclo

Vaciado de los tanques

- Aproximadamente a las (2:00 p.m.) se da inicio al 2º ciclo diario del vaciado de los tanques, realizándose las mismas operaciones descritas para el 1º ciclo y consignándose todos los datos requeridos (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba volumétrica de vaciado de los tanques de almacenamiento 2° ciclo

<b>ACUEDUCTO DE LA INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA</b>			
<b>PRUEBA VOLUMÉTRICA VACIADO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO</b>			
<b>Área de tanques (1+2) = 68,74 m<sup>2</sup></b>			
<b>Fecha: 22-12-04</b>			
<b>Hora: 2:10 p.m.</b>			
<b>TIEMPO</b>	<b>ALTURA REGISTRADA</b>	<b>DIFERENCIA DE NIVEL</b>	<b>VOLUMEN DISTRIBUIDO</b>
<b>(minutos)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>
0	2.30	0.00	0.000
15	2.1	0.20	13.748
30	1.87	0.43	29.558
45	1.7	0.60	41.244
60	1.59	0.71	48.805
75	1.43	0.87	59.804
90	1.36	0.94	64.616
105	1.24	1.06	72.864
120	1.19	1.11	76.301
135	1.08	1.22	83.863
150	0.95	1.35	92.799
165	0.88	1.42	97.611
180	0.79	1.51	103.797
195	0.72	1.58	108.609
210	0.66	1.64	112.734
225	0.54	1.76	120.982
240	0.47	1.83	125.794
255	0.39	1.91	131.293
270	0.24	2.06	141.604
276	0.20	2.10	144.354
<b>TIEMPO TOTAL: 4horas y 36 minutos</b>			

Llenado de los tanques

- A las (6:30 p.m.) aproximadamente se da inicio al 2° ciclo de llenado de tanques para dar servicio al siguiente día teniendo presente el cierre de la válvula de salida, para este ciclo solo tomamos el tiempo de encendido y apagado de la bomba verificando el llenado de los tanques próximo a su nivel máximo de almacenamiento en coordinación con el fontanero.

2.6.1.5 Inspección sanitaria del sistema de alcantarillado. Tomando como base la referenciación del sistema de alcantarillado de la inspección de La Sierra se determinó la ubicación e identificación de las estructuras existentes como parte del trabajo de campo realizado (Anexo A. Plano general del sistema de alcantarillado de la Inspección de Policía de La sierra).

### **Subsistema de recolección**

Aspectos generales

- El sistema de alcantarillado cuenta con una red de colectores en concreto prefabricado en diámetros de 8” y 10”.

### **Pozos de alcantarillado**

Aspectos generales

- La red de alcantarillado de la localidad cuenta con un sistema de pozos que sirven de unión e intersección entre los tramos de recolección de las aguas servidas provenientes de los usuarios.

### **Emisor final**

Aspectos generales

- El emisor final del sistema de alcantarillado de la localidad atraviesa una zona de cultivo de arroz hasta llegar al sitio de descarga de las aguas servidas localizada en el perímetro de la localidad.
- Los últimos tramos del emisor final se encuentran totalmente destruidos y taponados, por lo que la descarga se realiza abruptamente en el área del talud.

2.6.2 Organización de la información. Fue necesario seguir una metodología en la organización de la información recuperada, que nos permitiera presentar de forma clara el resultado del trabajo realizado con anterioridad y que a la vez resultara de herramienta útil para el diagnóstico técnico-comunitario. La información recolectada se expone mediante formatos, fichas técnicas y planos que conforman los parámetros básicos del estudio y análisis técnico de los sistemas de agua potable y saneamiento básico. Los formatos de descripción de los componentes de los sistemas de acueducto y alcantarillado están apoyados por las fichas técnicas y catastro de redes en planos con coordenadas y cotas topográficas geo-referenciadas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (I.G.A.C.).

2.6.2.1 Descripción general de los sistemas de acueducto y alcantarillado. A continuación se resume la información concerniente a la identificación general de los sistemas de a.p. y s.b. presentada en formatos (Anexo B).

- Identificación general de los componentes del sistema de acueducto.
- Identificación general de los componentes del sistema de alcantarillado.

2.6.2.2 Sistema de agua potable. A continuación se resumen los procesos, subsistemas y componentes que conforman el sistema de acueducto de la Inspección de Policía de La Sierra con base en la información obtenida, presentada en formatos (Anexo B).

- Descripción de la fuente hídrica.
- Descripción de la captación.
- Descripción de la estación de bombeo.
- Descripción de la conducción.
- Descripción de los tanques de almacenamiento.
- Descripción general del subsistema de distribución.

2.6.2.3 Sistema de saneamiento básico. A continuación se resume la información referente al sistema de alcantarillado de la Inspección de Policía de La Sierra presentada en formatos (Anexo B).

- Descripción general de colectores de aguas servidas.
- Descripción general de los pozos de alcantarillado.
- Descripción general del emisor final.

2.6.2.4 Elaboración del catastro de redes y fichas técnicas de los sistemas de a.p y s.b. La elaboración del catastro de redes y fichas técnicas de los sistemas de acueducto y alcantarillado actuales, nos permite mostrar el resultado de la consulta en campo y oficina de las características propias de operación y funcionamiento de los componentes de los sistemas .La preparación del catastro de redes y fichas técnicas de los sistemas de acueducto y alcantarillado de la Inspección de Policía de La Sierra se logró mediante la identificación de sus componentes a través de la información recopilada.

#### **Catastro de redes y fichas técnicas del sistema de acueducto**

Comprende un sistema de registro y archivo de información técnica detallada en cuanto a ubicación e intersecciones de la red de acueducto, diámetros, material y clase de las tuberías, años de instalación de la tubería y cualquier accesorio incorporado al sistema.

- Plano maestro. En este plano se describe el sistema general de acueducto, representando aspectos de la ubicación geográfica y urbanística de la localidad como vías con su nomenclatura, zonas verdes, áreas residenciales, zonas de futuro desarrollo urbanístico, zonas industriales e institucionales, etc. El plano maestro de la localidad se elaboró en (Esc. (1:2500), (Anexo A).
- Fichas técnicas de tuberías y accesorios. Se relacionan fichas técnicas de las tuberías y accesorios existentes en el sistema que incluya datos de su longitud, material, diámetro, conexión con otros tramos, profundidad y estado de las mismas (Anexo C).

### **Catastro de redes y fichas técnicas del sistema de alcantarillado**

Para el sistema de alcantarillado se requiere contar con un catastro completo (planos y fichas técnicas) que permitan representar el conjunto de obras existentes para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales dentro de la localidad, describiendo la ubicación, estado, material, diámetros y cotas de los colectores y estructuras-pozo del sistema de alcantarillado existente.

- Plano maestro. Al igual que en el caso del sistema de acueducto se presenta un plano general de la distribución del sistema de alcantarillado, determinando sus áreas de influencia dentro del perímetro de la localidad. Contiene el número total de tramos de colectores y pozos que existen y funcionan en la actualidad. El plano maestro se dibuja a (Esc. 1:2500), (Anexo A).
- Fichas técnicas de los pozos de inspección. Para cada una de los pozos se diligenciaron las fichas o tarjetas correspondientes, las cuales registran la información técnica de los elementos del sistema de alcantarillado detallando los aspectos que caracterizan la estructura y las observaciones en el momento de identificación (Anexo C).

2.6.3 Análisis de la información. En el diagnóstico técnico de los sistemas de acueducto y alcantarillado se establecen los parámetros relevantes en consideración al estado, capacidad y funcionamiento de los sistemas, por lo que se hace indispensable su determinación con base en la información recolectada, para lo cual se evalúan las condiciones actuales de funcionamiento de los sistemas, teniendo en cuenta los lineamientos expuestos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (R.A.S.), que determinan la conceptualización y diseño de los proyectos del sector.

2.6.3.1 Definición del nivel de complejidad actual de los sistemas de a.p y s.b. Para definir el nivel de complejidad actual de los sistemas de acueducto y alcantarillado de la Inspección de Policía de La Sierra, se debe tener en cuenta lo definido en el numeral A.3.1. del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (R.A.S.), según el cual para el territorio nacional se establecen cuatro niveles de complejidad:

- Bajo
- Medio
- Medio alto
- Alto

La asignación del nivel de complejidad actual de los sistemas de acueducto y alcantarillado se determina con base en el número de habitantes de la zona poblada de la localidad y en la capacidad económica de los mismos (Tabla 5).

Tabla 5. Asignación del nivel de complejidad de los sistemas de agua potable y saneamiento básico

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios
Bajo	< de 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio alto	12501 a 60000	Media
Alto	> a 60000	Alta

- Para la población actual de la localidad de (1321 habitantes), el nivel de complejidad correspondiente es el *nivel bajo*.
- Analizada la estratificación actual de la población la cual determina una capacidad económica de los usuarios baja (B), el nivel de complejidad correspondiente es el *nivel bajo*.
- Por lo tanto teniendo en cuenta estos dos parámetros se define el nivel actual de complejidad de los sistemas de acueducto y alcantarillado de la Inspección de Policía de La Sierra como un *nivel bajo* de complejidad.

2.6.3.2 Diagnóstico técnico del sistema de acueducto. Se valoraron las condiciones actuales de funcionamiento del sistema de acueducto como parte del proceso de diagnóstico técnico detallado de la infraestructura existente para la oferta del servicio, y la estimación de la demanda actual y futura, de las cuales se deriva la necesidad de proyectos de rehabilitación, optimización y/o ampliación del sistema.

- Evaluación de los usuarios del sistema. Según el censo de usuarios registrados por la Asociación del Acueducto y Alcantarillado de la Inspección de Policía de La Sierra tenemos (Tabla 6):

Tabla 6. Relación de usuarios del acueducto

Usos del suelo	Nº. de usuarios del sistema de acueducto	% por uso
1. Residencial		
Estrato 1	117	36,12
Estrato 2	197	60,80
Subtotal residencial	314	96,92
2. Otros usos		
Comercial	4	1,23
Industrial	0	0
Institucional	6	1,85
Subtotal otros usos	10	3,08
Total	324	100

- Número de usuarios del sistema de acueducto = 324 usuarios.
  - Número de población abastecida = 314 (viv.) x 4,09 (hab./ viv.) =1284 (hab.).
  - Los usuarios institucionales que presentan consumos significativos son las instalaciones de primaria y bachillerato del colegio de la localidad.
  - Los usuarios comerciales no representan consumos significativos por el pobre desarrollo de este sector en la localidad.
  - En cuanto a los usuarios industriales tenemos que las instalaciones de Asorreco y el molino captan el agua para su uso del canal principal de riego, por lo tanto no son consumidores del sistema.
- Volumen de agua captado por el sistema. Atendiendo a las características propias del sistema de acueducto de La Sierra, se determinó valorar el volumen de agua captado en un día teniendo como referencia el hecho de que el sistema de acueducto no abastece de manera continua a la población y que la cantidad de agua captada corresponde al volumen útil que se recoge en los tanques de almacenamiento durante la operación diaria del sistema. Este volumen se cuantificó con base en el dimensionamiento interno de cada uno de los tanques de almacenamiento y en el número de veces que se realiza la operación al día, con lo cual tenemos:

Volumen útil tanque 1 = 97,104 (m3).

Volumen útil tanque 2 = 47,25 (m3).

Volumen total útil de los tanques de almacenamiento = 144,354 (m3).

Como la operación de llenado de los tanques se realiza dos veces al día tenemos:

Volumen total diario distribuido por el sistema =  $144,354 \text{ (m}^3\text{)} \times 2 = 288,708 \text{ (m}^3\text{/día)}$ . Este volumen corresponde a la cantidad de agua que el sistema distribuye a los usuarios en un día.

- Evaluación de la dotación bruta del sistema (*dbruta*). La dotación bruta corresponde a la cantidad de agua requerida por un usuario domestico en un día de servicio del sistema de acueducto considerando las perdidas ocurridas en la distribución. La cantidad de agua consumida por la población más la que se pierde en el recorrido del sistema es igual al volumen total entregado a la red de distribución. Por lo tanto la estimación de la demanda bruta es la asignada a cada uno de los usuarios domésticos del sistema de acueducto de La Sierra, representada por el volumen de agua captado durante el día dividido en el total de la población abastecida. Debido a que no se cuenta con macro-medición ni con micro-medición en el sistema de acueducto, al poco desarrollo comercial y a la ausencia de consumidores industriales se determino el cálculo de una dotación bruta integrada que incluya los usos residencial y comercial, teniendo en cuenta un consumo representativo institucional para ser aplicable al total de usuarios del sistema.

- Consumos institucionales. Los entes institucionales con consumos representativos son las instalaciones de primaria y bachillerato de la localidad. Para el cálculo aproximado de estos consumos se adopta un valor de contribución institucional al sistema de alcantarillado de (0,4 l/s-ha inst.) y un coeficiente de retorno de ( 0,8) según el (R.A.S.) con lo cual obtenemos un estimativo de los caudales de consumo institucional para la localidad así:

- Área de las instalaciones de primaria = 0,5 ha.

Consumo =  $(0,4 \text{ (l/s-ha)} / 0,8) \times 0,5 \text{ (ha)} = 0,25 \text{ (l/s)}$

Tiempo de consumo = = 9 horas, 30 minutos = 34200 (s)

Volumen diario consumido =  $0,25 \text{ (l/s)} \times 34200 \text{ (s)} = 8550 \text{ (l)} = 8,55 \text{ (m}^3\text{)}$

- Área de las instalaciones de bachillerato = 0,4 ha.

Consumo =  $(0,4 \text{ (l/s-ha)} / 0,8) \times 0,4 \text{ (ha)} = 0,2 \text{ (l/s)}$

Tiempo de consumo = = 9 horas, 30 minutos = 34200 (s)

Volumen diario consumido =  $0,2 \text{ (l/s)} \times 34200 \text{ (s)} = 6840 \text{ (l)} = 6,84 \text{ (m}^3\text{)}$

- Total volumen institucional consumido =  $8,55 \text{ (m}^3\text{)} + 6,84 \text{ (m}^3\text{)} = 15,39 \text{ (m}^3\text{)}$

- Dotación bruta (*dbruta*). Se estableció una dotación bruta integrada por consumo domestico y comercial así:

Volumen diario distribuido =  $288,708 \text{ (m}^3\text{/día)} = 288708 \text{ (l/día)}$

Volumen institucional consumido = 15,39 (m3/día) = 15390 (l/día)  
 Volumen integral consumido = 288708 (l/día) – 15390 (l) = 273318 (l/día)  
 Población abastecida = 1284 (hab.)

$$- \text{dbruta integrada} = 273318 \text{ (l/día)} / 1284 \text{ (hab.)} = 212,86 \text{ (l/hab-día)}$$

- Verificación de la dotación neta integrada del sistema (*dneta*). Considerando la dotación bruta integrada evaluada con anterioridad, se requiere establecer el valor de la dotación neta que presenta en la actualidad el sistema. Según el numeral B.2.6. del (R.A.S.) la dotación bruta se calcula como:

$$dbruta = dneta / (1-\%P)$$

Por lo tanto:  $dneta = dbruta \times (1-\%P)$

- En donde (*%P*) es el porcentaje aducible de pérdidas físicas y comerciales del sistema de acueducto estimadas con base en la confrontación de los volúmenes entregados al subsistema de distribución y los volúmenes recibidos por los usuarios.
- Debido a la inexistencia de macro-medición y micro-medición en el sistema de acueducto de la Inspección de Policía de La Sierra, es necesario determinar un porcentaje aducible de pérdidas de agua bajo el criterio definido por el (R.A.S.) con base en el nivel de complejidad asignado al sistema (Tabla 7).

Tabla 7. Porcentaje aducible de pérdidas de agua en el calculo de la dotación bruta

Nivel de complejidad del sistema	% de perdidas
Bajo	40%
Medio	30%
Medio alto	25%
Alto	20%

Para el nivel bajo de complejidad se adopta un valor aducible de perdidas de agua en el sistema de acueducto (*%P* = 40%). La dotación neta integrada que se registra para el sistema de acueducto será:

$$dneta \text{ integrada} = 212,86 \text{ (L-H-D)} \times (1-0,4) = 127,72 \text{ (L-H-D)}$$

- Evaluación de las dotaciones netas residenciales de los sistemas actuales. El (R.A.S.) establece valores máximos y mínimos para las dotaciones netas de uso residencial (Tabla 8), según el nivel de complejidad del sistema.

Tabla 8. Dotación neta residencial según el nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta mínima (L-H-D)	Dotación neta máxima (L-H-D)
Bajo	100	150
Medio	120	175
Medio alto	130	-----
Alto	150	-----

Los valores resultantes deben estar dentro de estos rangos teniendo en cuenta las posibles variaciones estimadas en el (R.A.S.) que permiten incrementos en el valor de las dotaciones netas dependiendo del clima y del nivel de complejidad del sistema (Tabla 9).

Tabla 9. Variación de la dotación neta residencial según el clima y el nivel de complejidad

Nivel de complejidad del sistema	Clima cálido (> de 28° C)	Clima templado (entre 20 a 28° C)	Clima frío (< de 28° C)
Bajo	+15%	+10%	No se admiten correcciones por clima
Medio	+15%	+15%	
Medio alto	+20%	+15%	
Alto	+20%	+15%	

- Para el *nivel bajo* de complejidad de los sistemas de La Sierra tenemos un valor de la dotación neta mínimo de (100 L-H-D) y máximo de (150 L-H-D).

- Para el *nivel bajo* de complejidad asignado a los sistemas y una temperatura promedio en la localidad de (T = 26° C), se requiere una variación del (+10%) en el valor de la dotación neta. Tenemos entonces que los valores de las dotaciones netas residenciales mínima y máxima corregidas son:

$$\text{Dotación neta mínima teórica} = 100 \text{ (L-H-D-)} \times (1+0,1) = 110 \text{ (L-H-D-)}.$$

$$\text{Dotación neta máxima teórica} = 150 \text{ (L-H-D-)} \times (1+0,1) = 165 \text{ (L-H-D-)}.$$

- Estimación de la demanda media total de agua actual ( $Q_{md}$ ). La demanda media total de agua se calcula con base en la dotación bruta integrada del sistema. Para el caso en estudio se determina una demanda media total de agua como la suma la demanda media residencial integrada ( $Q_{mr}$ ) (doméstica y comercial), y la demanda media institucional ( $Q_{m.inst}$ ), con lo cual tenemos:

$$Q_{md} = (Q_{mr}) + (Q_{m.inst})$$

$$Q_{mr} = (\text{población servida}) \times (\text{dbruta integrada}) / 86400$$

$$Q_{mr} = 1284 (\text{hab.}) \times 212,86 (\text{l/hab-día}) / 86400 (\text{s/día}) = 3,16 (\text{l/s}).$$

Este valor establece el caudal medio residencial de agua del sistema en caso de que su operación fuese continua durante las 24 horas del día. Sin embargo como se trata de un sistema racionado, este valor no es característico de acuerdo a su operación actual, por lo tanto para poder realizar un diagnóstico fiable de las actuales condiciones del sistema se requiere obtener una demanda media residencial de agua teniendo como referencia el tiempo real de distribución diario obtenido de las mediciones de vaciado de los tanques de almacenamiento para poder establecer un valor aproximado de dicha demanda. Tenemos entonces que la demanda media residencial ( $Q_{mr}$ ) real del sistema para las horas de servicio se calcula con base en el volumen diario captado por el sistema dividido entre el tiempo diario de distribución a los usuarios.

$$(Q_{mr}) \text{ real} = \text{volumen diario} / \text{tiempo de distribución}$$

$$\text{Volumen diario} = 273318 (\text{l})$$

$$\text{Tiempo de distribución aproximado} = 9 \text{ horas, } 30 \text{ minutos} = 34200 (\text{s})$$

$$(Q_{mr}) \text{ real} = 273318 (\text{l}) / 34200 (\text{s})$$

$$(Q_{mr}) \text{ real} = 7,99 (\text{l/s})$$

Por lo tanto el sistema aporta a la red de distribución un caudal medio residencial real ( $Q_{mr}$ ) de (7,99 litros por segundo) durante un tiempo de distribución diario aproximado de (9 horas, 30 minutos = 34200 (s)).

$$(Q_{m.inst}) = 0,25 (\text{l/s}) + 0,20 (\text{l/s}) = 0,45 (\text{l/s})$$

Tenemos que la demanda media total ( $Q_{md}$ ) es:

$$(Q_{md}) = (Q_{mr}) + (Q_{m.inst}) = 7,99 (\text{l/s}) + 0,45 (\text{l/s}) = 8,44 (\text{l/s}).$$

- Demanda máxima diaria (*QMD*). El cálculo de la demanda máxima diaria de agua en un sistema de acueducto establecido por el (R.A.S. numeral B.2.7.2), se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$QMD = Qmd \times K1$$

*K1* es el coeficiente de consumo máximo diario estimado con base en el nivel de complejidad del sistema (Tabla 10).

Tabla 10. Coeficientes de consumo máximo diario *K1*

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de consumo máximo diario <i>K1</i>
Bajo	1,3
Medio	1,3
Medio alto	1,2
Alto	1,2

Tenemos que para el nivel de complejidad bajo de la localidad el coeficiente de consumo máximo diario  $K1 = 1,30$  por lo tanto tenemos que la demanda máxima diaria es:

$$QMD = 8,44 \text{ (l/s)} \times 1,30 = 10,97 \text{ (l/s)}$$

- Demanda máxima horaria (*QMH*). La demanda máxima horaria se calcula mediante la siguiente expresión establecida por el (R.A.S. numeral B.2.7.3):

$$QMH = QMD \times K2$$

*K2* es el coeficiente de consumo máximo horario estimado con base en el nivel de complejidad del sistema (Tabla 11).

Tabla 11. Coeficientes de consumo máximo horario *K2*

Nivel de complejidad del sistema	Red menor de distribución	Red secundaria	Red matriz
Bajo	1,60	-----	-----
Medio	1,60	1,50	-----
Medio alto	1,50	1,45	1,40
Alto	1,50	1,45	1,40

Tenemos que para el nivel de complejidad bajo de la localidad el coeficiente de consumo máximo horario  $K2 = 1,60$  por lo tanto tenemos que la demanda máxima horaria es:

$$QMH = 10,97 \text{ (l/s)} \times 1,60 = 17,55 \text{ (l/s)}.$$

2.6.3.3 Revisión del diseño hidráulico de la red de distribución del sistema de acueducto existente. La revisión del diseño hidráulico de la red de distribución nos permite determinar su actual funcionamiento con el fin de identificar los caudales que maneja el sistema en los diferentes tramos y las posibles zonas de baja presión dentro de la misma. La red de distribución del acueducto de la Inspección de Policía de la Sierra, esta compuesta por los tramos de tubería especificados en el catastro de redes del acueducto. Para efectuar el diagnóstico técnico de la red de distribución existente es necesario repartir espacialmente la demanda de agua, de acuerdo a la población abastecida en cada tramo de la red.

- Caudal de diseño. El caudal de diseño de las redes de distribución existentes, es el caudal que corresponde al consumo máximo horario ( $QMH = 17,55 \text{ (l/s)}$ ), aclarando que este caudal está calculado con base en el tiempo real de operación del sistema.
- Presiones mínimas en la red de distribución. Las presiones resultantes del análisis hidráulico de las redes actuales del sistema de acueducto de la localidad, deberán compararse con los valores de presiones mínimas en la red de distribución especificadas por el (R.A.S.) en la siguiente tabla (Tabla 12) y varían dependiendo del nivel de complejidad del sistema.

Tabla 12. Presiones mínimas en la red de distribución

Nivel de complejidad	Presión mínima (Kpa)	Presión mínima (m.c.a.)
Bajo	98,1	10
Medio	98,1	10
Medio alto	147,2	15
Alto	147,2	15

- Presiones máximas. Las presiones resultantes del análisis hidráulico del sistema de acueducto, deberán compararse con el valor máximo de presión permisible en redes menores de distribución de (588,6 Kpa) o (60 m.c.a) establecido por el (R.A.S.), y que corresponde a una condición estática en la cual actúa la máxima cabeza de presión producida por los tanques de almacenamiento.
- Análisis hidráulico del sistema de acueducto. El análisis hidráulico nos indica el funcionamiento y la capacidad del sistema de tuberías que conforman la red de distribución, determinando su comportamiento bajo las condiciones de flujo de caudal

de diseño ( $Q_{MH} = 17,55$  (l/s)), basado en el tiempo real de distribución que depende del tipo de operación diario del sistema.

- Revisión de la línea matriz. La línea matriz entre los tanques de almacenamiento y la red de distribución del sistema de acueducto presenta los siguientes parámetros de diseño:

Caudal de diseño = Caudal máximo horario =  $Q_{MH} 17,55$  (l/s) =  $0,01755$  m<sup>3</sup>/s

Presión de servicio = 88 m.c.a.

Coefficiente de rugosidad = 150

Cota de proyecto nodo de entrada 1. = 479,45 m

Cota nivel del agua mínima en el tanque = 511,90 m

Longitud de la conducción  $L = 645$  m

Diámetro de la tubería 6" P.V.C. (RDE 32,5) = 0,15 m

Aplicamos la expresión de Hazzen-Williams para el cálculo de las pérdidas unitarias  $J$ :

$$J = \left| \frac{Q}{0,2785 \times C \times (D^{2,63})} \right|^{(1/(0,54))}$$

Donde:

$J$ : Pérdidas por fricción en la tubería, en (m/m).

$Q$ : Caudal en (m<sup>3</sup>/s)

$C$ : Coeficiente de rugosidad de Hazzen (adimensional).

$D$ : Diámetro interno de la tubería, en (m).

$$J = \left| \frac{0,01755}{0,2785 \times 150 \times (0,158^{2,63})} \right|^{(1/(0,54))}$$

$$J = 0,004465 \text{ (m/m)}$$

- La velocidad media en el tubo ( $V$ ) será:

$$V = Q / A$$

Donde:

$V$ : Velocidad media en la tubería, en (m/s)

$Q$ : Caudal en la tubería, en (m<sup>3</sup>/s)

A: Área transversal del tubo, en (m<sup>2</sup>)

$$V = 0,01755 \text{ (m}^3\text{/s)} / ((\pi \times 0,158^2) / 8) = 1,79 \text{ (m/s)}$$

Las pérdidas menores por accesorios se calculan mediante la siguiente expresión:

$$hm = km \times (V^2 / 2 \times g)$$

Donde:

**hm**: Pérdidas por accesorios, en (m).

**km**: Coeficiente de pérdidas en accesorios

**V**: Velocidad media en la tubería, en (m/s).

**g**: Aceleración de la gravedad, en (m/s<sup>2</sup>).

Pérdidas por codos:

Codos horizontales: 3 codos de 90° en 6"

2 codos en 22,5° en 6"

$$hm = 0,25 \times (V^2 / 2 \times g) \sum \sqrt{(\theta / 90)} = 0,25 \times (1,79^2 / 2 \times g) \times \{3 \times \sqrt{(90/90)} + (2 \times \sqrt{(22,5/90)})\}$$

$$hm = 0,16 \text{ m}$$

Pérdidas por tees:

Te de paso directo en 6" (1); km = 0,3

$$hm = 0,3 \times (1,79^2 / 2 \times g) = 0,05 \text{ (m)}$$

Pérdidas por válvula de control:

Válvula de compuerta abierta en 3" (1); km = 0,2

$$hm = 0,2 \times (1,79^2 / 2 \times g) = 0,03 \text{ (m)}$$

Pérdidas por entrada:

Entrada normal al tubo de 6"; km = 0,5

$$hm = 0,5 \times (1,79^2 / 2 \times g) = 0,08 \text{ (m)}$$

La carga hidráulica H total del caso es:

$$H = (J \times L) + (\sum hm) = ((0,004465 \text{ m/m}) \times (645 \text{ m})) + (0,08+0,03+0,05+0,16)$$

$$H = 3,20 \text{ (m)}$$

$$\begin{aligned} \text{Cota piezométrica en el nodo 1} &= \text{Cota piezométrica en el tanque} - H \\ &= 511,90 - 3,20 \\ &= 508,70 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Presión resultante} = 508,70 - 479,45 = 29,25 \text{ m.c.a.}$$

- Revisión de la red de distribución. Hemos de tener en cuenta que de la línea matriz se abastecen las viviendas ubicadas en el trayecto hasta el nodo 1 de la red de distribución, por lo tanto el caudal que entra a la red de distribución es igual al caudal máximo horario menos el caudal consumido por las viviendas ubicadas antes de la red.

- El caudal máximo horario para el consumo institucional esta dado por el consumo de las instalaciones de primaria y bachillerato calculados con anterioridad, afectados por los coeficientes de consumo K1 y K2:

Caudal máximo horario para las instituciones educativas:

$$(0,2 \times 0,25) \times (1,3) \times (1,6) = 0,94 \text{ (l/s)}$$

- El caudal máximo horario para consumo doméstico resulta de restar al caudal máximo horario el caudal máximo institucional, y de esta manera obtener un valor de consumo por vivienda con el fin de determinar la distribución de caudales en los tramos de la red de acuerdo el número de viviendas abastecidas por tramo. El caudal máximo horario doméstico es:

$$(17,55 \text{ l/s}) - (0,94 \text{ l/s}) = 16,61 \text{ (l/s)}$$

- El consumo de agua por vivienda esta dado como el caudal máximo doméstico dividido entre le número total de viviendas conectadas al sistema:

$$(16,61 \text{ l/s}) / (314 \text{ viv.}) = 0,053 \text{ (l/s - viv.)}$$

- El caudal doméstico consumido en la línea matriz esta dado por el número de viviendas multiplicado por el consumo por vivienda; para un total de 42 viviendas abastecidas en el trayecto de la línea matriz tenemos:

$$(42 \text{ viv.}) \times (0,053 \text{ l/s-viv.}) = 2,23 \text{ (l/s)}$$

- El caudal de diseño para la red de distribución está dado por el caudal máximo horario menos el caudal doméstico consumido en el trayecto de la línea matriz. El caudal de diseño para la red de distribución es:

$$(17,55 \text{ l/s}) - (2,23 \text{ l/s}) = 15,32 \text{ (l/s)}$$

- Distribución de caudales en la red. La distribución de los caudales en los tramos de la red de acueducto, se realizó teniendo en cuenta el número de viviendas abastecidas en cada tramo de la red y el consumo institucional requerido en los tramos respectivos (Tabla 13).
- Demanda en los nodos de la red. Según la configuración de la red de acueducto y consumos de caudal en los tramos de la red, tenemos las siguientes demandas en los nodos de la red (Tabla 14).
- Caudales en los tramos de la red principal. Establecimos una hipótesis de distribución de acuerdo con los consumos solicitados en cada nodo de la red, de tal manera que se suplan las demandas aguas abajo, considerando el balance de masas en cada uno de los nodos (Tabla 15).

Tabla 13. Distribución de caudales en la red del acueducto

<b>DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES PROPORCIONAL AL NÚMERO DE VIVIENDAS ABASTECIDAS POR LA RED DE DISTRIBUCIÓN</b>					
<b>TRAMO</b>		<b>Nº DE VIVIENDAS</b>	<b>CAUDAL DOMÉSTICO</b>	<b>CAUDAL INSTITUCIONAL</b>	<b>CAUDAL TOTAL</b>
<b>DE</b>	<b>A</b>		<b>(l/s)</b>	<b>(l/s)</b>	<b>(l/s)</b>
1	2	28	1,48		1,48
2	3	19	1,00	0,52	1,52
3	4	0	0,00		0,00
4	5	6	0,32		0,32
1	6	47	2,49		2,49
2	7	17	0,90	0,42	1,32
4	8	30	1,59		1,59
5	9	15	0,79		0,79
6	7	11	0,58		0,58
7	8	25	1,32		1,32
8	9	74	3,91		3,91
<b>TOTAL</b>		272	14,38	0,94	15,32

Tabla 14. Demanda de caudales en los nodos de la red del acueducto

<b>DEMANDA DE CAUDALES EN LOS NODOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN</b>			
<b>NODO</b>	<b>DOMICILIAR</b>	<b>INSTITUCIONAL</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>(l/s)</b>	<b>(l/s)</b>	<b>(l/s)</b>
1			-15,32
2	1,48		1,48
3	1,00	0,52	1,52
4	0,00		0,00
5	0,32		0,32
6	2,49		2,49
7	1,48	0,42	1,90
8	2,91		2,91
9	4,70		4,70
<b>SUMA</b>	14,38	0,94	0,00

Tabla 15. Caudales en los tramos de la red del acueducto

<b>CAUDALES EN LOS TRAMOS DE LA RED</b>			
<b>TRAMO</b>		<b>HIPÓTESIS DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>CAUDAL</b>
<b>DE</b>	<b>A</b>		<b>(l/s)</b>
1	2	70% (15,32)	10,72
2	3	70%(10,72 - 1,48)	6,47
3	4	(6-47 - 1,52)	4,95
4	5	22% (4,95)	1,11
1	6	30% (15,32)	4,60
2	7	(10,72-1,48)	2,77
4	8	(4,95 - 1,11)	3,84
5	9	(1,11-0,32)	0,79
6	7	(4,60 - 2,49)	2,11
7	8	(2,11 + 2,77) - 1,90	2,98
8	9	(2,98 + 3,84) - 2,91	3,91

La revisión de la red de acueducto se hace por medio del método de Hardy – Cross

2.6.3.4 Resultados obtenidos del análisis hidráulico de la red de distribución del sistema de acueducto. Las condiciones de operación del sistema de acueducto de la Inspección de Policía de La Sierra se resumen en el cuadro de cálculos de la red (Anexo D) que nos indican las condiciones técnicas de operación y funcionamiento del sistema de acueducto en las condiciones actuales, del cual podemos concluir:

- Revisión de las velocidades mínima y máxima en la red. Los tramos de la red de acueducto que presentan velocidades menores a la velocidad mínima son (Tabla 16):

Tabla 16. Tramos de la red con velocidades menores a la mínima

TRAMO		Velocidad (m/s)
DE	A	
6	7	0,42
4	5	0,38
8	9	0,50

Ninguno de los tramos presentan velocidades mayores a la velocidad máxima.

- Revisión de las presiones mínima y máxima en la red.
  - Ninguno de los tramos presenta presiones en la red menores a la presión mínima.
  - Ninguno de los tramos de la red de distribución presenta presiones mayores a la presión máxima.

2.6.3.5 Diagnóstico técnico del sistema de alcantarillado. Realizamos un diagnóstico técnico del sistema de alcantarillado existente en la localidad, el cual determina su actual comportamiento hidráulico, teniendo en cuenta el funcionamiento de cada uno de los componentes identificados.

- Evaluación de los usuarios del sistema. Se tienen registrados los siguientes usuarios del sistema de alcantarillado (Tabla 17).
- Áreas de aporte. Las áreas de aporte de aguas servidas al sistema de alcantarillado sanitario de la localidad (Anexo A), nos permiten determinar los caudales que maneja el sistema en sus diferentes tramos, información fundamental en la revisión del diseño hidráulico de los componentes del sistema.
- Aportes domésticos ( $Q_d$ ). El (R.A.S. numeral D.3.2.2.1) define la siguiente expresión para el cálculo de los aportes domésticos en cada tramo de la red de colectores de los sistemas de alcantarillado:

$$Qd = \frac{R \times P \times C}{86400}$$

En donde:

- $R$  es el coeficiente de retorno que depende del nivel de complejidad del sistema, según el (R.A.S.) se determina en (Tabla 18).
- $P$  es la población servida, calculada para cada tramo de la red de colectores.
- $C$  es la dotación neta o volumen de agua consumido por habitante en el día  $C = 127,72$  (l/s).

Tabla 17. Relación de usuarios del alcantarillado

Usos del suelo	Número de usuarios del sistema de alcantarillado	% por uso
1. Residencial		
Estrato 1	88	30,66
Estrato 2	187	65,16
Subtotal residencial	275	95,82
2. Otros usos		
Comercial	4	1,39
Industrial	2	0,70
Institucional	6	2,09
Subtotal otros usos	12	4,18
Total	287	100

- Numero de usuarios del sistema de alcantarillado sanitario = 297 usuarios.
- La población total usuaria del servicio =  $275 \text{ viv.} / 4,09 \text{ (hab. / viv.)}$   
= 1125 (hab.)

Tabla 18. Coeficiente de retorno  $R$

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno $R$
Bajo y medio	0,7 - 0,8
Medio alto y alto	0,8 - 0,85

Se adopta un coeficiente doméstico de retorno ( $R = 0,75$ ) para el sistema de alcantarillado sanitario de la Inspección de Policía de La Sierra.

- Aportes industriales ( $Q_{ind}$ ). Se consideran los aportes industriales del distrito de Asorrecio y del molino, puesto que aun cuando no se abastecen del sistema de acueducto si aportan sus aguas servidas al sistema de alcantarillado de la localidad. El (R.A.S. numeral D.3.2.2.2) establece valores de aporte industriales en relación al área bruta de la industria (Tabla 19).

Tabla 19. Contribuciones industriales

Nivel de complejidad del sistema	Contribución industrial ( l/s-ha ind.)
Bajo	0,4
Medio	0,6
Medio alto	0,8
Alto	1,0 – 1,5

Se adopta un valor de (0,4 l/s-ha) para los aportes industriales de la localidad.

- Aportes institucionales ( $Q_{inst}$ ). Dentro de estos aportes se consideran como los de mayor relevancia los de las instalaciones educativas (colegio, primaria y bachillerato), para los cuales el (R.A.S. numeral D.3.2.2.4) define los siguientes valores de aportes en relación al área bruta de la institución (Tabla 20).

Tabla 20. Contribuciones institucionales mínimas en zonas residenciales

Nivel de complejidad del sistema	Contribuciones institucionales (l/s-ha inst.)
Cualquier	0,4 – 0,5

Se adopta un valor de (0,4 l/s-ha) para los aportes institucionales de la localidad.

- Aportes comerciales ( $Q_{com}$ ). No se establecen aportes comerciales importantes dentro de la localidad.
- Caudal medio diario de aguas residuales ( $Q_{MD}$ ). Es el caudal correspondiente a la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales para cada tramo de la red de colectores del sistema, determinado por el (R.A.S. numeral D.3.2.2.5) mediante la siguiente expresión:

$$(Q_{MD}) = Q_d + Q_{ind} + Q_{com} + Q_{inst}$$

- Aportes por conexiones erradas ( $Q_{ce}$ ). En el (R.A.S. numeral D.3.2.2.6) se determinan los valores de los aportes por conexiones erradas con base en el área de aporte específica para cada tramo de la red de colectores, para sistemas que no cuentan con alcantarillado pluvial o combinado (Tabla 21).

Tabla 21. Aporte máximos por drenaje domiciliario de aguas lluvia sin sistema pluvial

Nivel de complejidad del sistema	Aporte ( l/s-ha )
Bajo y medio	2
Medio alto y alto	2

Se adopta un valor de aporte máximo por conexiones erradas del drenaje domiciliario de aguas lluvia sin sistema pluvial de (0,5 l/s-ha) teniendo en cuenta que gran porcentaje de viviendas de la localidad no tienen drenaje de aguas lluvias que conecten con el sistema de alcantarillado.

- Aportes por infiltración ( $Q_{inf}$ ). Se determina un aporte de infiltración por unidad de área de acuerdo a la zona de ubicación del colector dentro de la red, especificada por el (R.A.S. numeral D.2.2.7) como (Tabla 22):

Tabla 22. Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección de aguas residuales

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta ( l/s-ha )	Infiltración media ( l/s-ha )	Infiltración baja ( l/s-ha )
Bajo y medio	0,15 – 0,4	0,1 – 0,3	0,05 – 0,2
Medio alto y alto	0,15 – 0,4	0,1 – 0,3	0,05 – 0,2

Se adopta un valor de (0,2 (L/s-ha)) por infiltración baja para toda la localidad.

- Caudal máximo horario ( $Q_{MH}$ ). El caudal máximo horario del sistema está determinado por la expresión referida por el (R.A.S. numeral ) como:

$$(Q_{MH}) = F \times Q_{MD} \quad \text{En donde:}$$

$F$  es el factor de mayoración determinado en el (R.A.S.) con base en la población servida  $P$ , según las siguientes expresiones:

$$\text{Harmon } F = 1 + \{ 14 / (4 + P^{0,5}) \}$$

$$\text{Babbitt } F = ( 5 / P^{0,2} )$$

$$\text{Flores } F = ( 3,5 / P^{0,1} )$$

- El factor de mayoración  $F$  debe ser calculado para cada tramo de la red de colectores del sistema, en todo caso ( $F > 1,4$ ).
- Se adopta la formula de **Flores**  $F = ( 3,5 / P^{0,1} )$  para el calculo del factor de mayoración.

- Caudales de diseño ( $QD$ ). El caudal de diseño para los sistemas de alcantarillado sanitario esta definido en el (R.A.S. numeral) como:

$$(QD) = QMH + Qce + Qinf$$

- Cuando los caudales de diseño sean ( $\leq$  a 1,5 (l/s)) se adoptará este valor como caudal de diseño.
- Los caudales de diseño para la revisión hidráulica del sistema de alcantarillado sanitario se determinaron con base en las anteriores consideraciones de aportes (Anexo D).

2.6.3.6 Revisión del diseño hidráulico del sistema de alcantarillado existente. Los resultados del cálculo hidráulico de la red de colectores se muestran en (Anexo D). En la revisión del comportamiento hidráulico del actual sistema de alcantarillado sanitario de la localidad, se tomaron como base los valores de caudales de diseño obtenidos en el análisis de aportes realizado con anterioridad.

- Caudales y velocidades a tubo lleno ( $Qo$  y  $Vo$ ). Para el cálculo de los caudales y las velocidades a tubo lleno de los colectores del sistema de alcantarillado sanitario, utilizamos la fórmula de Manning:

$$Qo = 31,168547 \times (do)^{8/3} \times ((S/n)^{0,5})$$

$$Vo = 0,001273 \times (Qo / (do)^2)$$

En donde:

$Qo$ : Caudal a tubo lleno en (l/s)

$Vo$ : Velocidad a tubo lleno en (m/s)

$do$ : Diámetro del tubo en (m)

$S$ : Pendiente del tramo en (%)

$n$ : Coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional)

El valor del coeficiente de Rugosidad de Manning ( $n$ ) depende del tipo de material de la tubería. La información obtenida del tipo de material de los colectores del sistema de alcantarillado de la localidad, nos permite determinar el valor del coeficiente de Rugosidad de Manning ( $n$ ) que según el R.A.S. para concreto prefabricado se asigna un valor promedio de ( $n = 0,013$ ).

- Evaluación de la relación máxima de caudal ( $QD / Qo$ ). El R.A.S establece un valor máximo de relación del caudal de diseño con la del caudal a tubo lleno ( $QD / Qo = 0,75$ ), el cual se revisó tramo por tramo para su verificación haciendo la anotación respectiva en cuanto al cumplimiento de este parámetro.
- Evaluación de la velocidad media mínima y máxima ( $V_{mínima}$  y  $V_{máxima}$ ). La velocidad media ( $V$ ) del agua dentro de la tubería de los colectores debe cumplir con lo especificado en el R.A.S., el cual establece para los colectores de sistemas de alcantarillado sanitario un valor de velocidad media mínima ( $V_{mínima} \geq 0,45$  m/s) y máxima ( $V_{máxima} \leq 5,0$  m/s), teniendo en cuenta estos parámetros se revisa su cumplimiento en los colectores del sistema existente.
- Evaluación de la fuerza de arrastre tractiva ( $Ft$  mínima). El R.A.S. define un valor de fuerza de arrastre tractiva mínima ( $Ft$  mínima  $\geq 0,15$  Kg/m<sup>2</sup>) que deben presentar los colectores de sistemas de alcantarillado sanitario. El valor de la fuerza de arrastre tractiva ( $Ft$ ) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$(Ft) = 10 \times R \times S$$

En donde:

( $Ft$ ): Fuerza de arrastre tractiva en (Kg / m<sup>2</sup>)

$R$ : Radio hidráulico en (m)

$S$ : Pendiente del colector en (%)

En los casos en que no es posible cumplir con la condición de velocidad mínima en el conducto ( $V_{mínima}$ ) se debe cumplir por lo menos con un valor mínimo de fuerza tractiva ( $Ft > 0,12$  Kg/m<sup>2</sup>).

- Evaluación de la profundidad mínima y máxima a la cota clave del colector ( $H_{mínima}$  y  $H_{máxima}$ ). Se determinan valores mínimos y máximos según el R.A.S. de la profundidad a la cota clave de los colectores del sistema de alcantarillado sanitario ( $H_{mínima} \geq 0,75$  m para colectores ubicados en zonas verdes y vías peatonales,  $H_{mínima} \geq 1,20$  m para colectores ubicados en las vías vehiculares) y ( $H_{máxima} \leq 5,0$  m). Se verifica para cada tramo la profundidad a la cota clave de los colectores y el cumplimiento de los rangos de profundidad.

- Evaluación del número de Froude ( $F$ ) y el régimen de flujo. Los colectores del sistema de alcantarillado deben funcionar bajo regímenes de flujo subcrítico ( $F \leq 0,90$ ) o flujo supercrítico ( $F \geq 1,10$ ), evaluando el número de Froude en la siguiente expresión:

$$(F) = V / (\sqrt{g \times D})$$

En donde:

$(F)$ : Número de Froude (adimensional)

$V$ : Velocidad media (en m/s)

$D$ : Profundidad hidráulica (en m)

$G$ : Aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)

Deben evitarse los flujos críticos dentro de los colectores definidos como régimen de flujo que presentan valores del número de Froude entre ( $F > 0,90$  y  $F < 1,10$ ); realizamos las anotaciones respectivas para el tipo de régimen de flujo presentado en cada colector, según los resultados del análisis en la revisión del diseño hidráulico del sistema de alcantarillado.

- Evaluación de colectores con régimen subcrítico ( $F \leq 0,90$ ). En los colectores que presentan régimen subcrítico, determinamos la caída en el pozo ( $\Delta H$  *existente*) y evaluamos la caída teórica requerida ( $\Delta H$  *teórica*) según el caso, haciendo las observaciones pertinentes en la obtención de este valor. La caída en el pozo ( $\Delta H$  *teórica*) resulta de la evaluación de las siguientes expresiones:

$$(\Delta H) = \Delta H_e + \Delta H_c$$

$$(\Delta H_e) = \Delta E + (0,2 \times (HV_2 - HV_1))$$

$$(\Delta H_c) = K \times (V^2 / (2 \times g))$$

En donde:

$(\Delta H)$ : Caída a proporcionar en el pozo (en m)

$(\Delta H_e)$ : Pérdida de energía por efecto de la intersección (en m)

$(\Delta E)$ : Diferencia de las energías específicas de los colectores de salida y llegada (en m)

$(HV_2)$ : Cabeza de velocidad del colector de salida (en m)

$(HV_1)$ : Cabeza de velocidad del colector de llegada (en m)

$V$ : Velocidad promedio del colector principal (en m/s)

$K$ : Factor multiplicador (adimensional)

El factor multiplicador ( $K$ ) se evalúa teniendo en cuenta el radio de curvatura del eje del colector ( $rc$ ) y el diámetro del colector de salida del pozo ( $Ds$ ), con base en la siguiente tabla (Tabla 23).

Tabla 23. Valores del factor de multiplicación ( $K$ )

$(rc / Ds)$	$(K)$
> de 3	0,05
1,5 a 3	0,20
1,0 a 1,5	0,40

El radio de curvatura ( $rc$ ) es proporcionado por el desarrollo de una curva en las cañuelas del pozo. Para el caso en estudio de la localidad los diámetros de los pozos ( $Dp = 1,20 m$ ), el radio de curvatura se indica en planos (Anexo A).

- Evaluación de colectores con régimen supercrítico ( $F \geq 1,10$ ). En los colectores con régimen supercrítico determinamos la profundidad del agua en el pozo existente ( $Hw$  *existente*) y evaluamos la profundidad teórica requerida ( $Hw$  *teórica*) para las condiciones hidráulicas actuales del sistema de alcantarillado. La profundidad del agua ( $Hw$  *teórica*) se evalúa en función del caudal de diseño ( $QD$ ), el diámetro del colector a la salida del pozo ( $Ds$ ) y el valor del coeficiente adimensional ( $k$ ), mediante ayudas gráficas de elevación del agua esperada en el pozo, definiendo el tipo de entrada que puede ser:

- Entrada sumergida. La entrada sumergida en el pozo se presenta cuando se cumple la siguiente expresión:

$$\frac{QD}{(Ds^2) \times (\sqrt{g \times Ds})} \leq 0,62$$

- Entrada no sumergida. La entrada no sumergida en el pozo se presenta cuando se cumple la siguiente relación:

$$\frac{QD}{(Ds^2) \times (\sqrt{g \times Ds})} > 0,62$$

En donde:

$QD$ : Caudal de diseño (en l/s)

$Ds$ : Diámetro del colector a la salida del pozo ( en m)

$g$ : Aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)

El valor del coeficiente adimensional ( $k$ ) para las ayudas gráficas de cálculo depende de la relación entre el diámetro del pozo ( $D_p$ ) y el diámetro de la tubería de salida ( $D_s$ ), (Tabla 24).

Tabla 24. Valores del coeficiente adimensional ( $k$ )

$(D_p) / (D_s)$	$(k)$
> de 2,0	1,20
Entre 1,60 y 2,0	1,30
Entre 1,30 y 1,60	1,40
< de 1,30	1,50

2.6.3.7 Resultados obtenidos de la revisión del diseño hidráulico de la red de colectores del sistema de alcantarillado. Una vez realizado el análisis del diseño hidráulico del sistema de alcantarillado de la localidad, podemos determinar que tramos del sistema presentan problemas con base en el resultado de los diferentes parámetros de análisis evaluados. En consecuencia podemos definir con criterio las falencias encontradas en el sistema de alcantarillado para poder evaluar técnicamente las alternativas de solución a los problemas presentados.

- Relación máxima de caudales ( $QD / Qo = 0,75$ ). Tramos de colectores que presentaron relaciones mayores a la especificada.
  - Ninguno de los tramos de colectores del sistema de alcantarillado presentan relaciones ( $QD / Qo > 0,75$ ).
- Velocidad media mínima y máxima ( $Vmínima$  y  $Vmáxima$ ). Tramos de colectores que presentaron valores menores o mayores a los estipulados con anterioridad.
  - Los tramos de colectores con velocidades menores a la velocidad mínima son (Tabla 25).
- Fuerza de arrastre tractiva mínima ( $Ft mínima$ ). En este caso se determinan los tramos de colectores que presentan valores de fuerza tractiva menores al valor especificado con anterioridad, aclarando que los tramos que presenten velocidades medias menores a la velocidad mínima deben cumplir con el valor mínimo de fuerza tractiva.
  - Los tramos de colectores con valores de fuerza tractiva menor a la mínima son (Tabla 26).
  - Los tramos de colectores con velocidades menores a la velocidad media mínima y valores de fuerza de arrastre menores al valor mínimo establecidos en este caso son (Tabla 27).
  - Los tramos de colectores con velocidades medias menores a la velocidad mínima y valores de fuerza tractiva mayores a la fuerza tractiva mínima son (Tabla 28).
  - Los tramos de colectores con velocidad media mayor a la mínima y valores de fuerza tractiva menores al valor mínimo son (Tabla 29).

Tabla 25. Colectores con velocidades menores a la velocidad mínima

TRAMO		Velocidad del agua (V)
DE	A	( m / s )
P2(C1A)R	P(1-K1-2)Rb	0,33
P3(C1A)R	P(1-K1-2)Ra	0,28
P(1-K1-2)Ra	P(1-K1-2)Rb	0,29
P(1-K1-2)Rb	P(1-K1-2)Rc	0,31
P(1-K1-2)Rc	P(1-K1-2)Rd	0,31
P(1-K1-2)Rd	P(1-3)R1	0,31
P(4-4)R	P(4-K4-3)Ra	0,44
P(4-K4-3)Ra	P(4-3)R	0,34
P(5-4)R	P(5-3)R	0,38
P(6-4)R	P(6-3)R	0,27
P(4-5)R	P(4-4)R	0,32
P(1-2-K3)Ra	P(2-4)R	0,43
P(4-5)R	P(4-4)R	0,32
P(1-2-K3)Ra	P(2-4)R	0,43
P(7-4)R	P(7-3)R2	0,44

Ninguno de los tramos de colectores del sistema de alcantarillado presenta velocidades ( $V > 5,0 \text{ m/s}$ ).

Tabla 26. Colectores con valores de fuerza tractiva menores que el valor mínimo

TRAMO		Fuerza tractiva (Ft)
DE	A	(Kg/m2)
P2(C1A)R	P(1-K1-2)Rb	0,11
P3(C1A)R	P(1-K1-2)Ra	0,07
P(1-K1-2)Ra	P(1-K1-2)Rb	0,08
P(1-K1-2)Rb	P(1-K1-2)Rc	0,09
P(1-K1-2)Rc	P(1-K1-2)Rd	0,10
P(1-K1-2)Rd	P(1-3)R1	0,10
P(4-K4-3)Ra	P(4-3)R	0,12
P(6-4)R	P(6-3)R	0,07
P(4-5)R	P(4-4)R	0,10
P(7-4)R	P(7-3)R2	0,14
P(5-3)R	P(5-6-K3)Ra	0,12

Tabla 27. Colectores con velocidades medias menores a la mínima y valores de fuerza de arrastre menores al mínimo establecido

TRAMO		Velocidad del agua (V)	Fuerza tractiva (Ft)
DE	A	( m / s )	(Kg/m2)
P2(C1A)R	21* P(1-K1-2)Rb	0,33	0,11
P3(C1A)R	P(1-K1-2)Ra	0,28	0,07
P(1-K1-2)Ra	P(1-K1-2)Rb	0,29	0,08
P(1-K1-2)Rb	P(1-K1-2)Rc	0,31	0,09
P(1-K1-2)Rc	P(1-K1-2)Rd	0,31	0,10
P(1-K1-2)Rd	P(1-3)R1	0,31	0,10
P(4-K4-3)Ra	P(4-3)R	0,34	0,12
P(6-4)R	P(6-3)R	0,27	0,07
P(4-5)R	P(4-4)R	0,32	0,1

Tabla 28. Colectores con velocidad media menor a la mínima y valor de fuerza tractiva mayor al mínimo establecido

TRAMO		Velocidad del agua (V)	Fuerza tractiva (Ft)
DE	A	( m / s )	(Kg/m2)
P(4-4)R	P(4-K4-3)Ra	0,44	0,2
P(5-4)R	P(5-3)R	0,38	0,15
P(1-2-K3)Ra	P(2-4)R	0,43	0,19
P(7-4)R	P(7-3)R2	0,44	0,14

Tabla 29. Colectores con velocidad media mayor a la mínima y valor de fuerza tractiva menor al mínimo establecido

TRAMO		Velocidad del agua (V)	Fuerza tractiva (Ft)
DE	A	( m / s )	(Kg/m2)
P(5-3)R	P(5-6-K3)Ra	0,45	0,12

- Profundidades mínimas y máximas a la cota clave de los colectores (***Hmínima*** y ***Hmáxima***). Tramos de colectores que presentaron profundidades a la cota clave de la tubería menores y mayores a las dispuestas con anterioridad.
  - Los tramos de colectores con profundidades a la cota clave menores que la profundidad mínima son (Tabla 30):

Tabla 30. Colectores con profundidad a la cota clave menor que la mínima establecida

NOMENCLATURA DEL POZO	COLECTOR QUE LLEGA DEL POZO	PROFUNDIDAD A LA COTA CLAVE	COLECTOR QUE SALE HACIA EL POZO	PROFUNDIDAD A LA COTA CLAVE
		(m)		(m)
P2(K5)R	P1(K5)R	0,80	P3(K5)R	0,85
P3(K5)R	P2(K5)R	0,79	P4(K5)R	0,84
P4(K5)R	P3(K5)R	0,80	P5(K5)R	0,85
P5(K5)R	P4(K5)R	0,80	P6(K5)R	0,85
P6(K5)R	P5(K5)R	1,00	P7(K5)R	1,03
P7(K5)R	P6(K5)R	0,83	P8(K5)R	0,88
P8(K5)R	P7(K5)R	0,84	P9(K5)R	0,89
P9(K5)R	P8(K5)R	0,78	P10(K5)	0,83
P11(K5)R	P10(K5)R	0,81	P(1-5)R	0,86
P(1-5)R	P11(K5)R	0,80	P(1-K5-3)Ra	0,85
			P(2-5)R (***)	0,80
16* P(1-K5-3)Ra	P(1-5)R	0,82	17* P(1-3)R2	0,87
P(1-3)R2	P(1-K5-3)Ra	0,84	P(1-3)R1	1,04
	P(1A-1-K3)Rb	1,04		
P(1-K1-2)Rb	P(1-K1-2)Ra	0,70	P(1-K1-2)Rc	0,70
	P2(C1A)R	0,58		
P(1-K1-2)Ra	P3(C1A)R	0,57	P(1-K1-2)Rb	0,57
P3(C1A)R	*****		P(1-K1-2)Ra	0,47
P(1A-1-K3)Ra	*****		P(1A-1-K3)Rb	0,80
P(1A-1-K3)Rb	P(1A-1-K3)Ra	0,84	P(1-3)R2	0,89
P(6-3)R	P(6-4)R	0,80		
P(2-5)R	P(1-5)R	0,82	P(3-5)R	0,87
			P(2-4)R (***)	0,82
P(3-5)R			P(3-4)R (***)	0,80
P(6-4)R			P(6-3)R (***)	0,8
P(8-4)R	*****		P(7-4)R	0,3
P(9-3)R	P(8-3)R	1,11	P1(E.F)R	
P3(E.F.)R	P2(E.F.)R	0,91	P4(E.F.)R	

Ninguno de los tramos de colectores del sistema de alcantarillado presenta profundidades a la cota clave mayores que la profundidad máxima.

- Regímenes de flujo en los colectores, número de Froude ( $F$ ). El tipo de régimen de flujo que presentan los colectores depende del valor del número de Froude, calculado para las condiciones hidráulicas actuales de funcionamiento.
  - Los tramos de colectores que presentan flujo subcrítico ( $F \leq 0,90$ ) son (Tabla 31):

Tabla 31. Colectores con flujo subcrítico

TRAMO		Nº. FROUD E "F"	Régimen del flujo
DE	A		
P2(C1A)R	P(1-K1-2)Rb	0,66	Subcrítico
P3(C1A)R	P(1-K1-2)Ra	0,50	Subcrítico
P(1-K1-2)Ra	P(1-K1-2)Rb	0,54	Subcrítico
P(1-K1-2)Rb	P(1-K1-2)Rc	0,59	Subcrítico
P(1-K1-2)Rc	P(1-K1-2)Rd	0,60	Subcrítico
P(1-K1-2)Rd	P(1-3)R1	0,60	Subcrítico
P(4-K4-3)Ra	P(4-3)R	0,67	Subcrítico
P(5-4)R	P(5-3)R	0,76	Subcrítico
P(6-4)R	P(6-3)R	0,46	Subcrítico
P(4-5)R	P(5-5)R	0,89	Subcrítico
P(4-5)R	P(4-4)R	0,62	Subcrítico
P(5-4)R	P(6-4)R	0,68	Subcrítico
P(6-4)R	P(7-4)R	0,77	Subcrítico
P(7-4)R	P(7-3)R2	0,01	Subcrítico
P(1-3)R2	P(1-3)R1	0,81	Subcrítico
P(1-3-K3)Ra	P(1-3-K3)Rb	0,56	Subcrítico
P(1-3-K3)Rb	P(1-3-K3)Rc	0,72	Subcrítico
P(1-3-K3)Rc	P(3-3)R	0,65	Subcrítico
P(3-3)R	P(4-3)R	0,64	Subcrítico
P(5-3)R	P(5-6-K3)Ra	0,42	Subcrítico
P(5-6-K3)Ra	P(6-3)R	0,58	Subcrítico
P(6-3)R	P(7-3)R2	0,77	Subcrítico
P(7-3)R1	P(8-3)R	0,67	Subcrítico

- Los tramos de colectores que presentan flujo supercrítico ( $F \geq 1,10$ ) son (Tabla 32):

Tabla 32. Colectores con flujo supercrítico

TRAMO		Nº. FROUDE "F"	Régimen del flujo
DE	A		
P2(K5)R	P3(K5)R	1,56	Supercrítico
P3(K5)R	P4(K5)R	1,76	Supercrítico
P4(K5)R	P5(K5)R	2,05	Supercrítico
5(K5)R	P6(K5)R	2,15	Supercrítico
P6(K5)R	P7(K5)R	1,92	Supercrítico
P7(K5)R	P8(K5)R	2,76	Supercrítico
P8(K5)R	P9(K5)R	2,10	Supercrítico
P9(K5)R	P10(K5)R	1,67	Supercrítico
P10(K5)R	P11(K5)R	1,40	Supercrítico
P11(K5)R	P(1-5)R	1,39	Supercrítico
P(1-5)R	P(1-K5-3)Ra	1,91	Supercrítico
P(1-K5-3)Ra	P(1-3)R2	1,40	Supercrítico
P1(C1A)R	P2(C1A)R	1,15	Supercrítico
P(3-K4-3)Ra	P(3-3)R	1,14	Supercrítico
P(1-5)R	P(2-5)R	1,30	Supercrítico
P(2-5)R	P(3-5)R	1,34	Supercrítico
P(2-5)R	P(2-4)R	1,32	Supercrítico
P(3-5)R	P(3-4)R	1,33	Supercrítico
P(4-4)R	P(5-4)R	1,47	Supercrítico
P(1A-1-K3)Ra	P(1A-1-K3)Rb	1,45	Supercrítico
P(1A-1-K3)Rb	P(1-3)R2	1,49	Supercrítico
P(4-3)R	P(5-3)R	1,12	Supercrítico
P(7-3)R2	P(7-3)R1	2,02	Supercrítico
P1(E.F)R	P2(E.F.)R	1,56	Supercrítico
P2(E.F.)R	P3(E.F.)R	1,54	Supercrítico
P3(E.F.)R	P4(E.F.)R	3,58	Supercrítico
P4(E.F.)R	P5(E.F.)R	3,20	Supercrítico
P5(E.F.)R	P6(E.F.)R	2,78	Supercrítico

- Los tramos de colectores que presentan flujo crítico ( $F > 0,90$  y  $F < 1,10$ ) son (Tabla 33):

Tabla 33. Colectores con flujo crítico

TRAMO		Nº. FROUDE "F"	Régimen del flujo
DE	A		
P1(K5)R	P2(K5)R	1,06	Crítico
P(3-4)R	P(3-K4-3)Ra	1,04	Crítico
P(4-4)R	P(4-K4-3)Ra	0,93	Crítico
P(3-5)R	P(4-5)R	0,94	Crítico
P(5-5)R	P(5-4)R	1,06	Crítico
P(1-2-K3)Ra	P(2-4)R	0,90	Crítico
P(2-4)R	P(3-4)R	1,06	Crítico
P(3-4)R	P(4-4)R	0,97	Crítico
P(8-4)R	P(7-4)R	0,94	Crítico
P(1-3)R1	P(1-3-K3)Ra	1,01	Crítico
P(8-3)R	P(9-3)R	0,90	Crítico
P(9-3)R	P1(E.F)R	0,95	Crítico

El resultado de la revisión del diseño hidráulico del sistema de alcantarillado existente en la localidad se resume en la revisión del cálculo hidráulico del sistema de alcantarillado, de donde podemos concluir para las condiciones actuales de servicio del sistema que:

- Urge la necesidad de rehabilitar los tramos y pozos de inspección del emisor final que se encuentran destruidos, permitiendo llevar la descarga hasta el efluente, con el fin de contrarrestar el problema de contaminación sobre el talud de la quebrada.
- Existen colectores con profundidades a las cotas clave de las tuberías que no cumplen con la profundidad mínima según el R.A.S., por consiguiente se debe corregir en lo posible estas condiciones especialmente en aquellos colectores donde la profundidad a la cota clave es excesivamente pequeña comparada con la mínima establecida por del R.A.S.
- El hecho de que existan colectores que funcionen con velocidades y valores de fuerza de arrastre tractiva menores a las establecidas por el R.A.S. implica que las pendientes son bajas para los caudales que transportan, sin embargo estas condiciones se requieren estudiar para observar su comportamiento, a la hora de proyectar los diseños hidráulicos del sistema al periodo de diseño respectivo para la localidad.
- Se presentan condiciones de flujo crítico en algunos colectores que no son recomendables por el R.A.S. lo que requerirá de cambios en las pendientes, sin embargo

se deberá tener en cuenta su comportamiento en el periodo de diseño y verificar si las actuales condiciones de servicio cambian el tipo de flujo del colector.

- La evaluación de los colectores con flujos subcrítico y supercrítico nos muestra la comparación entre las condiciones existentes, en cuanto a la altura del agua en los pozos (**H<sub>w</sub>**) y caída en los pozos (**ΔH**), y las condiciones teóricas esperadas según las características actuales del sistema, evidenciándose las diferencias entre ellas en los pozos que señalan los resultados de la revisión hidráulica.
- Los problemas de colmatación y remansos en los pozos se suponen como consecuencia de las condiciones existentes, que no están cumpliendo con un adecuado funcionamiento hidráulico, según los resultados de la revisión del diseño, ocasionando problemas en el flujo de los colectores.
- Las consideraciones en cuanto a la ampliación de la red de colectores del sistema de alcantarillado de la Inspección de Policía de La Sierra, tienen que ver con el asentamiento población en las áreas de futura expansión, lo que determina a futuro un planeamiento urbano de la localidad en base al desarrollo del estudio y diagnóstico técnico del sistema presentado en este documento.

### 3. APORTE TECNICO DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

Los siguientes capítulos de este documento constituye el aporte académico que hace parte del trabajo de práctica empresarial efectuado en la Secretaría de Desarrollo Físico de la Gobernación del Tolima, consistente en una guía de diseño de viviendas de uno y dos pisos en bahareque encementado, siguiendo los requerimientos que exigen las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente (NSR 98) y que tiene como objetivo brindar una herramienta práctica que consigna las diferentes etapas y aspectos técnicos a tener en cuenta en el proceso de diseño de viviendas en bahareque encementado.

#### 3.1 GENERALIDADES

Con la publicación por parte del Ministerio de Desarrollo Económico del decreto N° 52 del 18 de enero del 2002 (capítulo E-7), el cual modifica y adiciona el título E de las (NSR 98), se establecieron los requisitos mínimos necesarios para otorgar a las casas de uno y dos pisos construidas en bahareque encementado un óptimo grado de sismo-resistencia, con lo cual se pretende evaluar bajo criterios técnicos el diseño de las viviendas que utilicen como sistema estructural los muros en bahareque encementado cuyo material constitutivo es la guadua.

La guadua es un pasto gigante perteneciente a la familia de las gramíneas, en Colombia se han reportado 45 bambúes endémicos entre ellos el género “guadua” es el más conocido, siendo la especie “Angustifolia Kunt” la representativa de la región que abarca Colombia, Venezuela y Ecuador. Se encuentran dos variedades de la “Angustifolia Kunt” que son la nigra rayada y la bicolor, entre ellas 4 bio-tipos conocidos como macana, cebolla, castilla y cotuda.

El uso de la guadua como material de construcción data de épocas ancestrales, los aborígenes la usaron en la construcción de sus viviendas y en la fabricación de gran número de utensilios. Las óptimas condiciones para la propagación de los guaduales nativos presentes en gran parte de la zona andina de nuestro país, permitieron que haya sido y siga siendo utilizada como materia prima para la construcción de viviendas, contribuyendo en buena medida al proceso de colonización de diferentes regiones. El desmesurado crecimiento población de los centros urbanos en la segunda mitad del siglo XX, trajo como consecuencia un alto déficit habitacional que aún hoy padece el país y conformó de a poco los grandes cinturones de miseria, aquí también la guadua jugo un papel importante debido a que por su fácil consecución y bajo precio, se convirtió en el material idóneo para suplir las necesidades de habitad de dichas comunidades. En épocas recientes la guadua ha caído en la marginalidad y el desuso a la par con el incorrecto y desproporcionado aprovechamiento que se le ha dado, lo que ha originado cierto desprecio y rechazo a su

utilización como solución viable y efectiva de los problemas de vivienda de la población, que en general tiene una idea errada de la guadua como un material de desecho y no como una opción real a la hora de planificar un proyecto de solución de vivienda.

El interés que en los últimos años por retomar la guadua como material constitutivo de viviendas y estructuras, ha motivado ciertos sectores académicos y sociales a repensar la guadua y el potencial beneficio que genera su cultivo y correcto aprovechamiento. Es por esto que desde el año 2002 se disponen de normas de diseño y construcción en guadua, desafortunadamente presionados por eventos trágicos como el terremoto de Armenia en donde se hizo evidente la falta de normatización a la hora de construir soluciones de vivienda con este material. Nuestra universidad la U.I.S. no ha sido ajena a este interés por lo cual ya existe un equipo de trabajo e investigación en este campo, que han desarrollado proyectos de significativo aporte. Sin embargo debemos ser sinceros con nuestras propias limitancias y aceptar que estamos lejos de tener políticas de estado reales que generen de una vez por todas una verdadera estructura de estudio, investigación y aprovechamiento de la guadua, siendo relevante resaltar que hoy por hoy países como Alemania vienen trabajando en esta dirección y cuenta con dos universidades que tienen la cátedra de estudio de la guadua implementada en el pènsum de las carreras afines a la construcción.

El pequeño aporte de esta guía tiene como objetivo fundamental promover el uso adecuado de la guadua en la construcción de viviendas con base en criterios técnicos de diseño, y a la vez motivar a los compañeros de carrera para que se tenga en cuenta apoyar de manera significativa la investigación en este campo, con el desarrollo de proyectos que nos permitan profundizar y revalidar conceptos y criterios técnicos cada vez más claros, alrededor de la normatividad en el diseño y construcción con guadua, acordes con los resultados de nuestra propia experiencia.

### 3.2 CASAS EN BAHAREQUE ENCEMENTADO

El capítulo E-7 (Decreto 52 de 2002) de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-98, establece los criterios y requerimientos técnicos a ser tenidos en cuenta, en el diseño y construcción de casas de 1 y 2 pisos que utilizan el sistema estructural de muros en bahareque encementando.

3.2.1 Requerimientos generales. La NSR-98 limita el uso del capítulo (E-7) a:

- Construcciones definidas como programas de:
  - Máximo 15 viviendas
  - Máximo (3000 (m<sup>2</sup>)) de área construida.
- Construcciones que pertenecen al grupo de uso I definidas como estructuras de ocupación normal.

- Construcciones que se planifiquen sobre suelos que no presenten:
  - Baja capacidad portante (mínimo 0,05 Mega pascales (Mpa)).
  - Baja compactación.
  - Expansividad.
  - Inestabilidad lateral.
  - Pendientes superiores al 30%.

El diseño y construcción de proyectos de vivienda que estén por fuera de estos límites, requieren de la intervención de profesionales especializados en las áreas de Geotecnia y Diseño Estructural.

3.2.2 Muros en bahareque encementado. Los muros en bahareque encementado son paredes que constituyen un sistema estructural de resistencia sísmica, capaz de soportar las cargas verticales y los efectos sísmicos horizontales a los que sean sometidos.

3.2.2.1 Partes del muro en bahareque encementado. En este sistema los muros están conformados por 2 partes que se unen para dar como resultado un material compuesto (el bahareque encementado).

- El entramado: Es un esqueleto construido en guadua o guadua y madera aserrada; los elementos que lo componen son (Figura 1):
  - Elementos horizontales llamados soleras, una solera superior (carrera) y una solera inferior, que podrán construirse en guadua o madera aserrada.
  - Elementos verticales llamados pie-derechos, unen las soleras superior e inferior del entramado.
  - Elementos inclinados llamados diagonales, van unidos a las soleras y a los pie-derechos que atraviesan; estos elementos deben ser continuos entre la solera superior y la solera inferior del muro.
- El recubrimiento: Se coloca por lado y lado del entramado y esta compuesto en su orden por (Figura 2):
  - Esterilla de guadua (guadua machacada) o tabla de madera (entablado), clavada sobre el esqueleto o entramado del muro.
  - Una malla de refuerzo clavada sobre la esterilla o el entablado
  - Un revoque con mortero de cemento aplicado sobre la malla de refuerzo

3.2.3 Tipos de muros en bahareque encementado. Se definen dos tipos de muros en bahareque encementado que son:

- Muros estructurales.
- Muros no estructurales.

3.2.3.1 Muros estructurales. Los muros estructurales son aquellos que hacen parte del sistema de resistencia sísmica y están encargados de proveer a la estructura el grado de sismo-resistencia requerido.

- Criterios de continuidad para muros estructurales. Para que un muro en bahareque encementado pueda ser considerado como muro estructural del sistema de resistencia sísmica, se debe cumplir con los siguientes requerimientos:
  - Los muros estructurales deben ser continuos (sin aberturas) en cada nivel de la vivienda, desde el diafragma de cimentación hasta el diafragma siguiente ya sea el de entrepiso o el de cubierta (Figura 3).

Figura 1. Elementos del entramado de muros en bahareque encementado

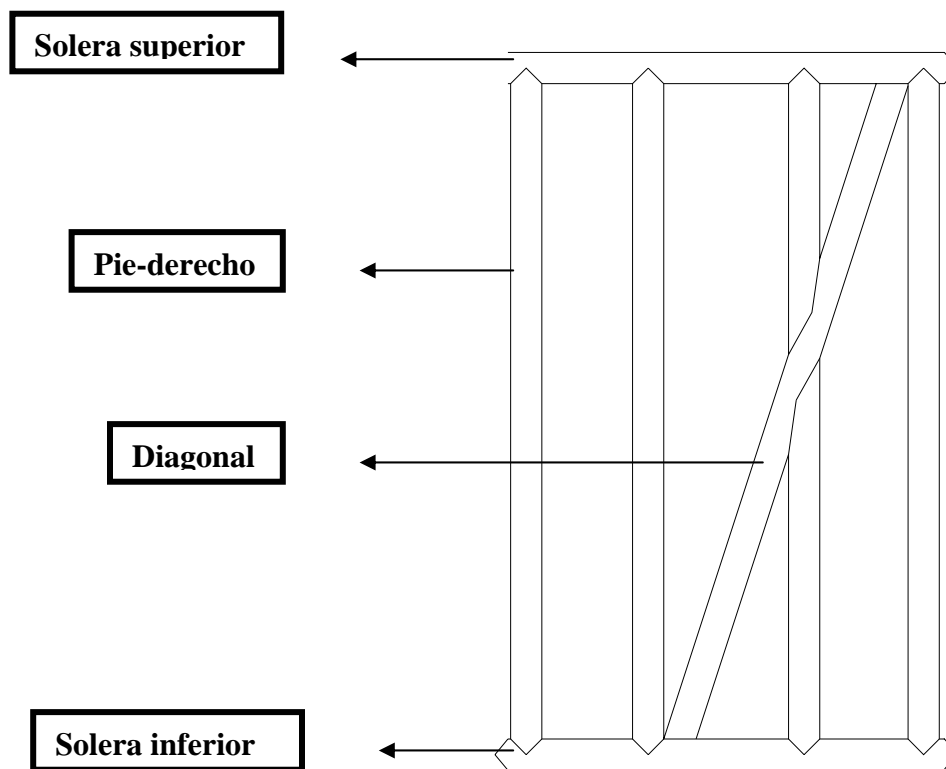


Figura 2. Elementos del recubrimiento de muros en bahareque encementado

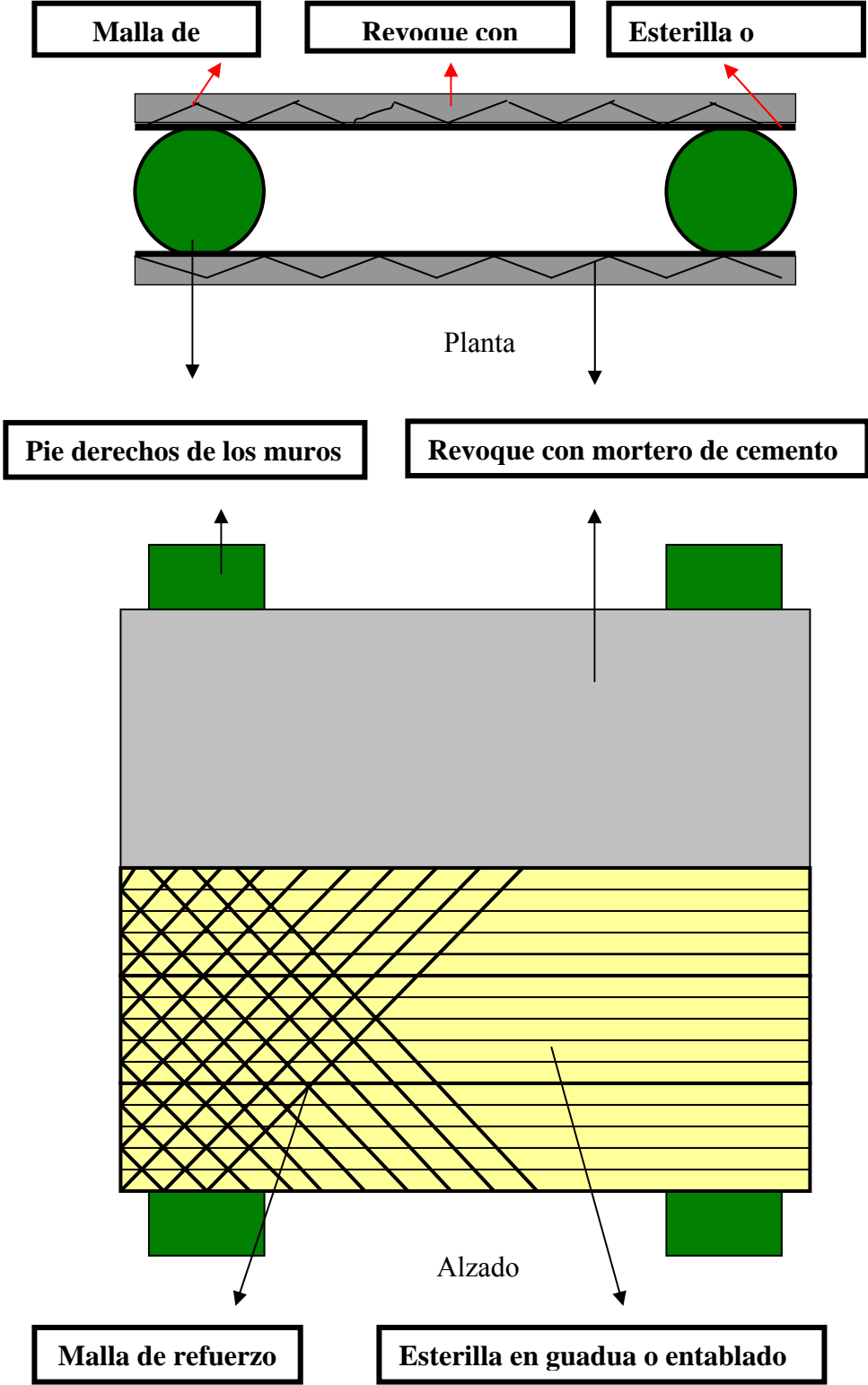
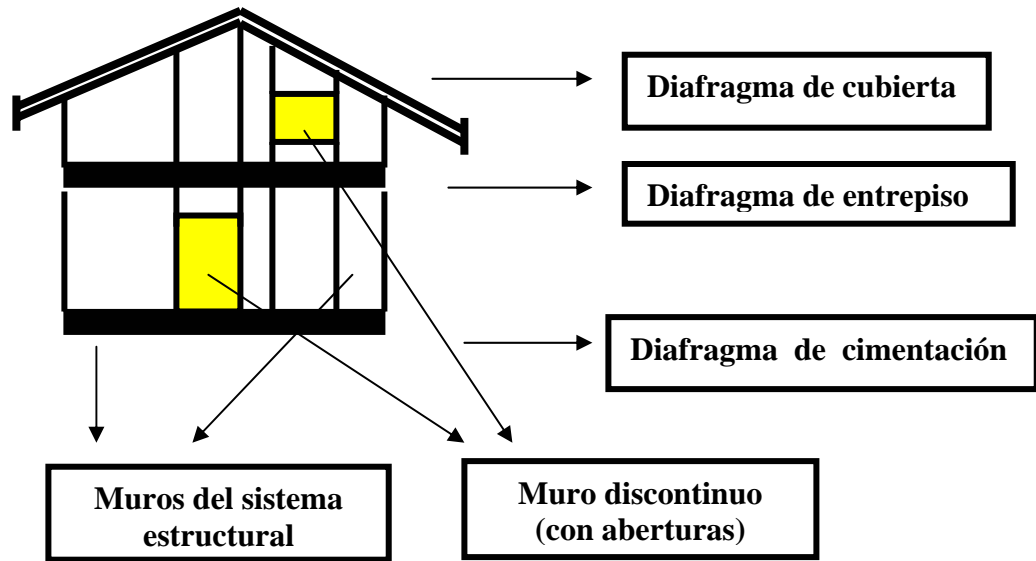


Figura 3. Continuidad de muros estructurales en bahareque encementado



- En casas de 2 pisos los muros del 2º nivel deben ser continuos hasta la cimentación (Figura 4).
- En casas de 2 pisos los muros del 2º nivel deben tener una longitud ( $\geq a/2$ ) de la longitud que poseen en el 1º nivel (Figura 5).

Figura 4. Determinación de continuidad para muros en bahareque encementado ubicados en el 2º nivel de las viviendas.

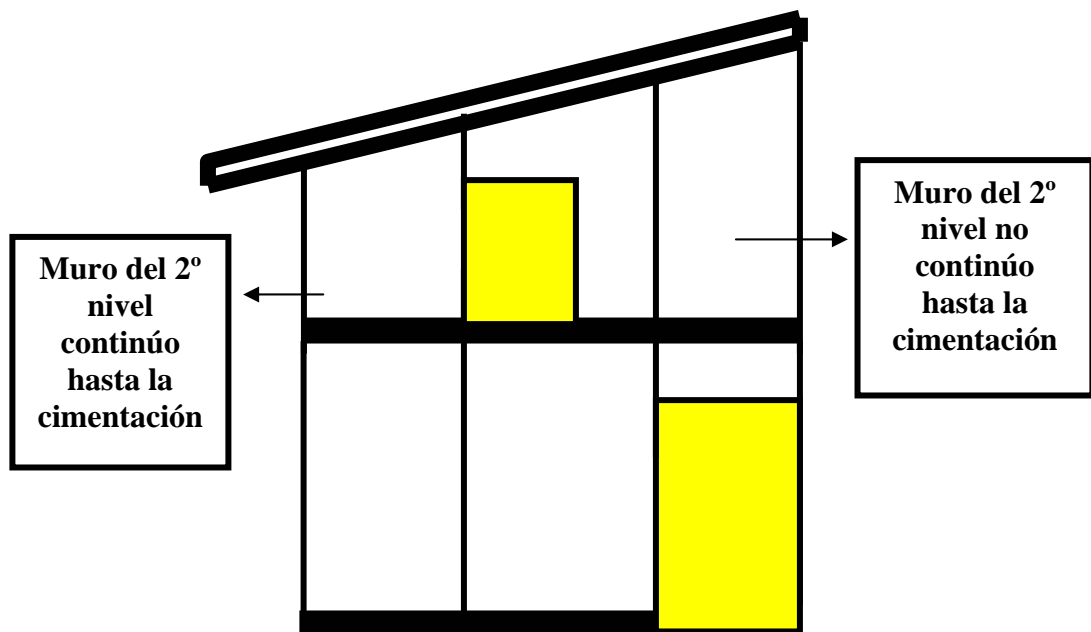
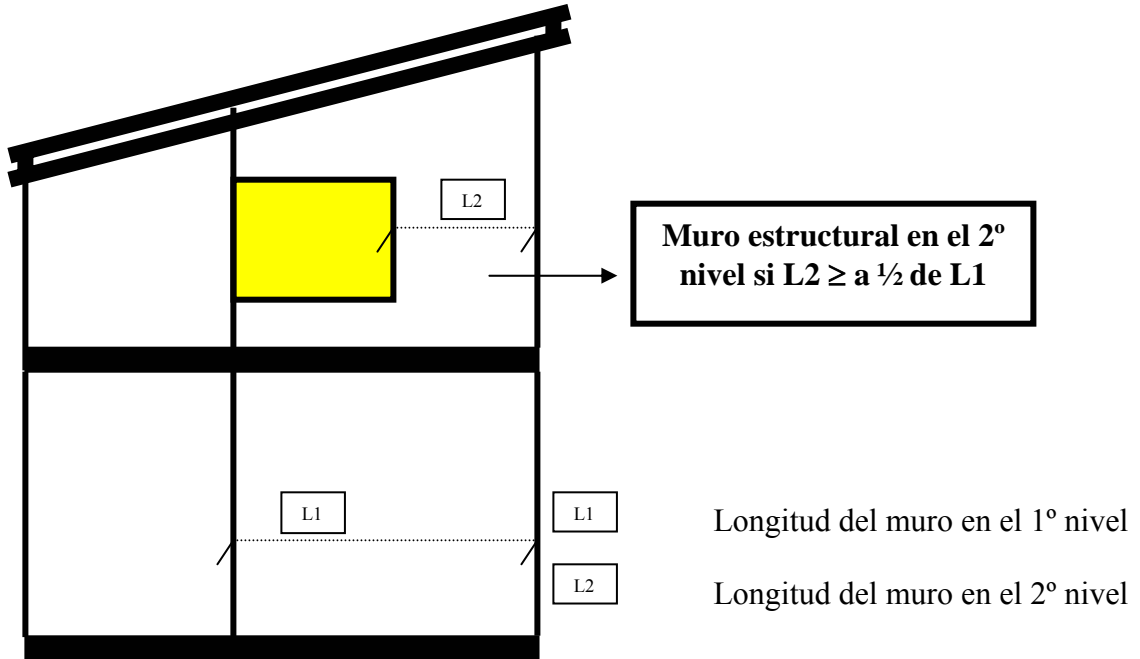
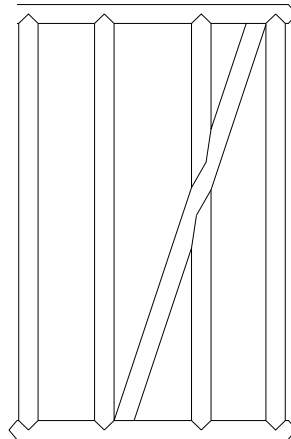


Figura 5. Determinación de la longitud para muros en bahareque encementado, ubicados en el 2° nivel de las viviendas.



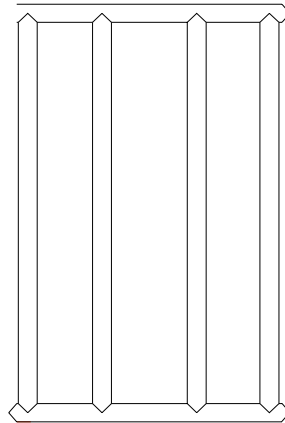
- Muros estructurales con diagonales. Llamados también muros de carga, dispuestos para resistir cargas verticales (muertas y vivas) y horizontales (sismo y viento); su entramado posee diagonales (Figura 6).

Figura 6. Muro estructural con diagonales en bahareque encementado



- Muros estructurales sin diagonales. Llamados también muros de rigidez, dispuestos para resistir solamente cargas verticales (muertas y vivas); su entramado no posee diagonales (Figura 7).

Figura 7. Muro estructural sin diagonales en bahareque encementado



3.2.3.2 Muros no estructurales. Se utilizan como muros divisorios dentro de la vivienda. Soportan solo su propio peso y no cumplen con ninguna función estructural.

- Deben estar unidos al diafragma superior (entrepiso o cubierta) mediante una conexión que no transmita las cargas al muro.

Nota: Se recomiendan separaciones del pie-derecho de muros, entre (300 mm. Y 500 mm.) según el número de niveles de la vivienda y la ubicación del muro. La diagonal podrá tener inclinaciones entre (60° y 70°).

### 3.3 PLANEAMIENTO DE VIVIENDAS EN BAHAREQUE ENCEMENTADO

La conceptualización de un proyecto de vivienda con muros en bahareque encementado, requiere de su conocimiento integral, partiendo por identificar los aspectos básicos que sustentan su ejecución en respuesta al tipo de construcción que se desea realizar.

3.3.1 Anteproyecto. El diseño de la vivienda está determinado por las características y la naturaleza del proyecto a desarrollar.

3.3.1.1 Planteamiento del problema. Consiste en describir los aspectos que fundamentan el desarrollo del proyecto de vivienda, como respuesta a una necesidad identificada.

3.3.1.2 Justificación. Permite establecer los parámetros que consoliden el desarrollo del proyecto de vivienda, al promover soluciones integradas a las necesidades expuestas con anterioridad.

3.3.2 Propuesta arquitectónica. La idealización preliminar de la propuesta arquitectónica de una vivienda tiene como principio fundamental plantear una solución de acuerdo a las consideraciones de tipo conceptual, físico y normativo que la enmarcan. Es importante señalar en este momento la necesidad de desarrollar la concepción de la propuesta arquitectónica, a la par con la configuración y evaluación estructural de la vivienda, esto como parte del esquema que propone el capítulo (E-7) de las NSR-98, para las cuales una propuesta cuya evaluación estructural no cumpla con los requisitos establecidos requerirá cambios en la configuración arquitectónica inicial.

3.3.2.1 Consideraciones de tipo conceptual.

- Es necesario la identificación de la población a la cual está dirigida el proyecto de vivienda, teniendo en cuenta aspectos como la capacidad económica y la conformación del núcleo familiar.
- Se debe determinar el tipo de solución de vivienda en cuanto a si hace parte de un proyecto de interés social o privado.
- Señalar si el proyecto pertenece a un programa de viviendas continuas o a una unidad aislada.
- Asegurar la fácil adquisición de los materiales, operabilidad en el desarrollo del trabajo de construcción y conservación de la vivienda.

3.3.2.2 Consideraciones de tipo físico.

- La ubicación geográfica del proyecto de vivienda indica el espacio físico en donde se planea realizar, ya sea en la zona rural o urbana, previendo la disposición de servicios básicos de agua y energía
- Determinación del área de construcción de la vivienda. La distribución espacial de la vivienda requiere de espacios acondicionados para el desarrollo de las actividades humanas domésticas. En general se debe contar con: habitaciones, baños, cocina, patio, espacios comunes (sala, comedor, etc.) y espacios de libre circulación dentro de la vivienda.
- El clima en la zona de desarrollo del proyecto de vivienda, influye en la determinación de los aspectos que configuran la propuesta arquitectónica como la conformación de la

cubierta, la altura de los diafragmas de entrepiso y cubierta y la ubicación de los espacios para la ventilación y la iluminación de la vivienda.

- Cubiertas. En la disposición de las cubiertas se debe tener en cuenta:

· La pendiente que requiere la colocación de las tejas dependerá del tipo de material que se utilice.

· La adecuada ubicación de los elementos que conforman la cubierta como son: caballetes, limatesas, limahoyas, aleros, canales de evacuación de aguas lluvias.

- Altura de los diafragmas de entrepiso y cubierta. El clima incide sobre los criterios que determinan la altura de los muros de la vivienda, permitiendo establecer límites en la ubicación vertical de los diafragmas.

\* Para casas de un piso la altura al caballete podrá ser:

. En climas cálidos (3,50 m) a (4,00 m).

. En climas fríos (2,30 m) a (2,80 m).

\* Para casas de dos pisos la altura al entrepiso podrá ser:

. En climas cálidos (2,70 m) a (3,00 m).

. En climas fríos (2,10 m) a (2,30 m).

- Ventilación e iluminación. Se deben adecuar espacios que permitan una óptima iluminación interior, y un flujo continuo y uniforme de las corrientes de aire a través de la vivienda, teniendo en cuenta la incidencia de los rayos solares y la dirección de los vientos en la zona de desarrollo del proyecto.

- Topografía del terreno. La configuración de la propuesta arquitectónica se ve afectada por la topografía del terreno debiéndose ajustar a las condiciones presentes en cada caso.

3.3.2.3 Consideraciones de tipo normativo. Las NSR-98 establece ciertas consideraciones, con relación a la configuración de la propuesta arquitectónica.

- Una configuración arquitectónica de la vivienda en la que se establezcan formas geométricas regulares en la vistas de planta y alzado (Figura 8).
- Las formas geométricas irregulares tanto en planta como en alzado, podrán descomponerse en formas geométricas regulares aisladas unas de otras con su propia cimentación (Figura 9).

Figura 8. Vista en planta y alzado de las configuraciones arquitectónicas regulares en viviendas.

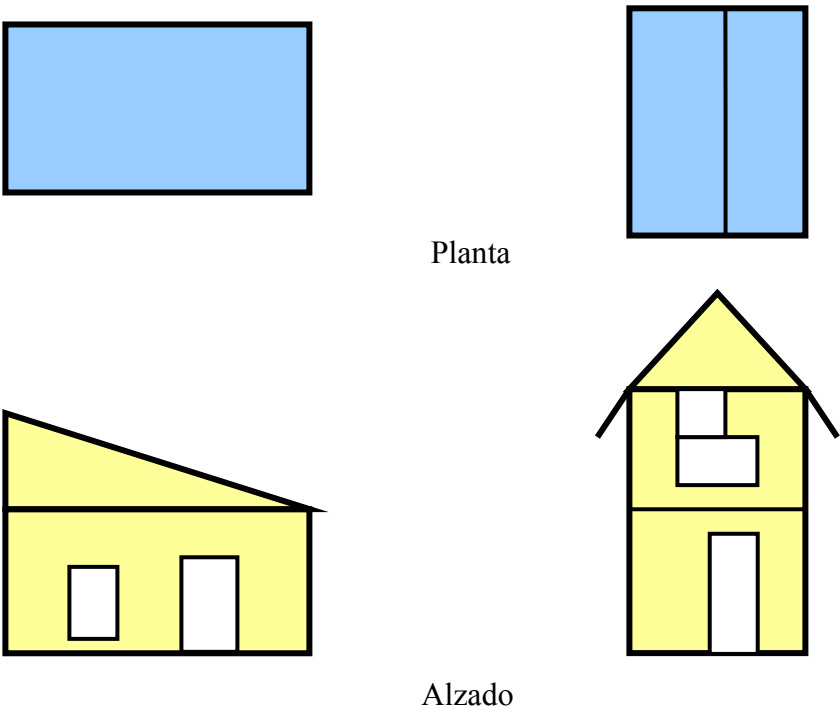
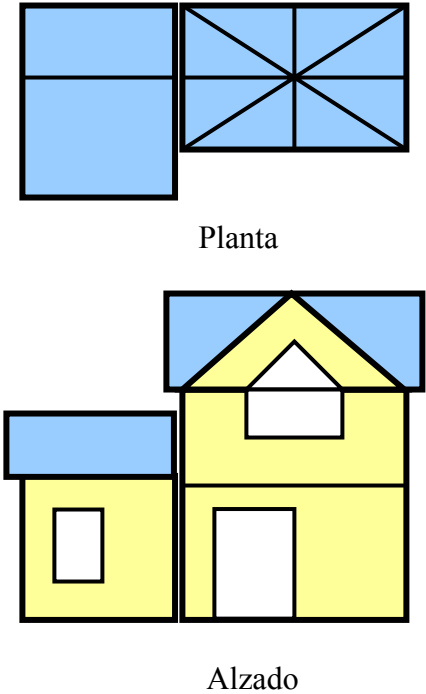


Figura 9. Vista en planta y alzado de configuraciones arquitectónicas irregulares en viviendas



## 4. DESARROLLO DEL PROYECTO ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA

### 4.1 IDEALIZACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema estructural propuesto se fundamenta en la construcción de muros estructurales en bahareque encementado; para tal fin los diseños de las casas de 1 y 2 pisos deben cumplir lo referente al establecimiento de la integridad estructural y de los mecanismos de resistencia sísmica, que hacen parte del sistema estructural de la vivienda.

4.1.1 Mecanismos. El diseño de las viviendas en bahareque encementado requiere integrar los diversos mecanismos que conforman el sistema estructural de una vivienda (Figura 10).

- Una disposición adecuada de muros estructurales que cumplan los requerimientos de ubicación, en las 2 direcciones principales en planta para resistir de manera conjunta las cargas (verticales y horizontales) que actúan sobre la estructura.
- Un diafragma de entrepiso y/o cubierta que transmita las cargas verticales a los muros estructurales.
- Un diafragma de cimentación que reciba de los muros estructurales las cargas solicitadas y las transfiera de manera efectiva y segura al suelo de fundación

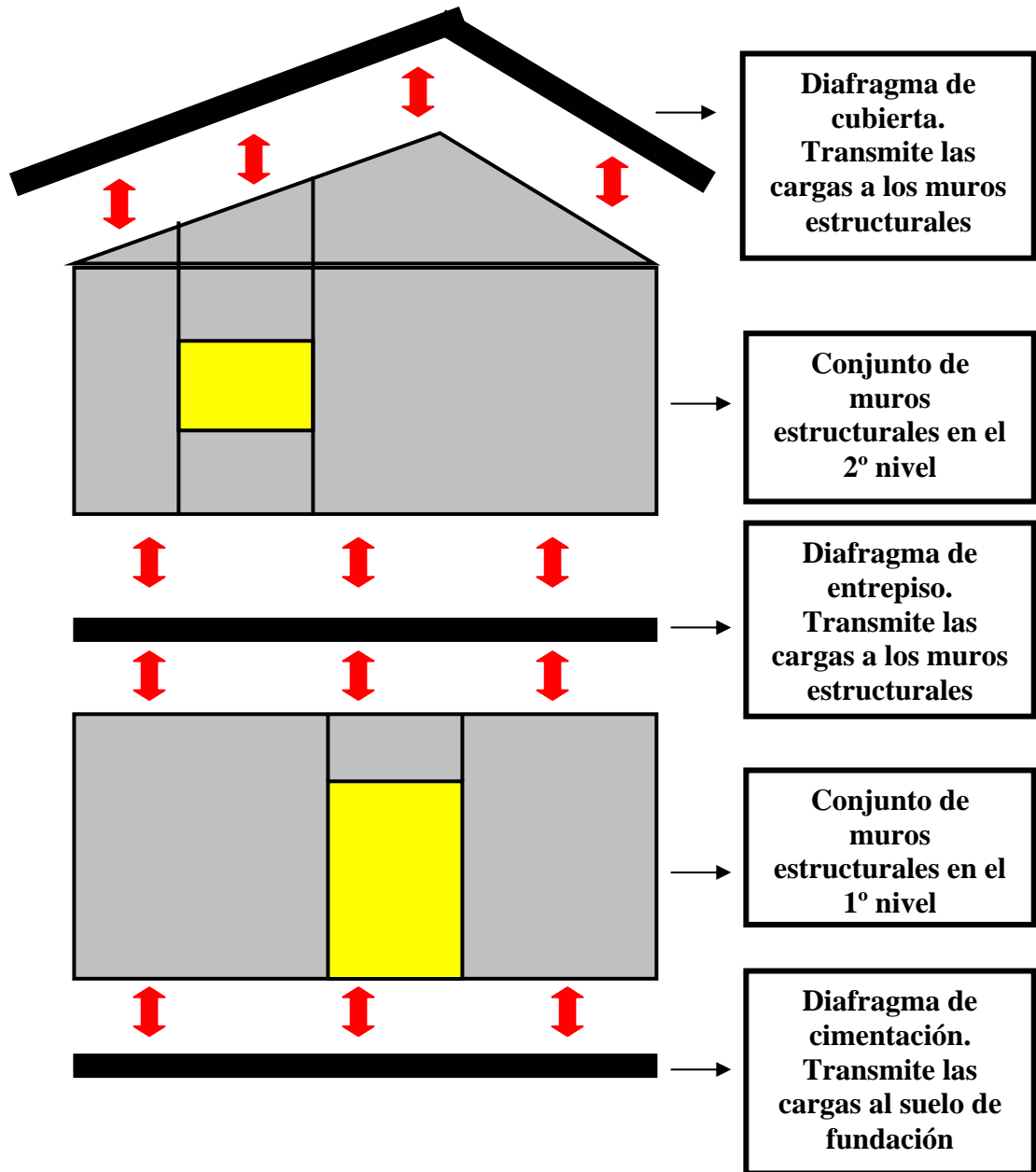
4.1.2 Integridad estructural. Para hacer efectivo el trabajo en conjunto de los muros estructurales dentro de la vivienda, su disposición final requiere:

- Una distribución uniforme de muros estructurales (muros continuos, sin aberturas) tanto en planta como en alzado, que mantengan la regularidad en la rigidez de la vivienda, evaluada en su momento como la distribución simétrica de los muros estructurales que la componen.

### 4.2 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Debemos plantear la configuración del sistema estructural, que corresponda a una distribución uniforme y simétrica de los muros en bahareque encementado, permitiéndonos evaluar los requerimientos expuestos en las NSR-98, con el fin de asegurar el comportamiento sismo-resistente de la vivienda.

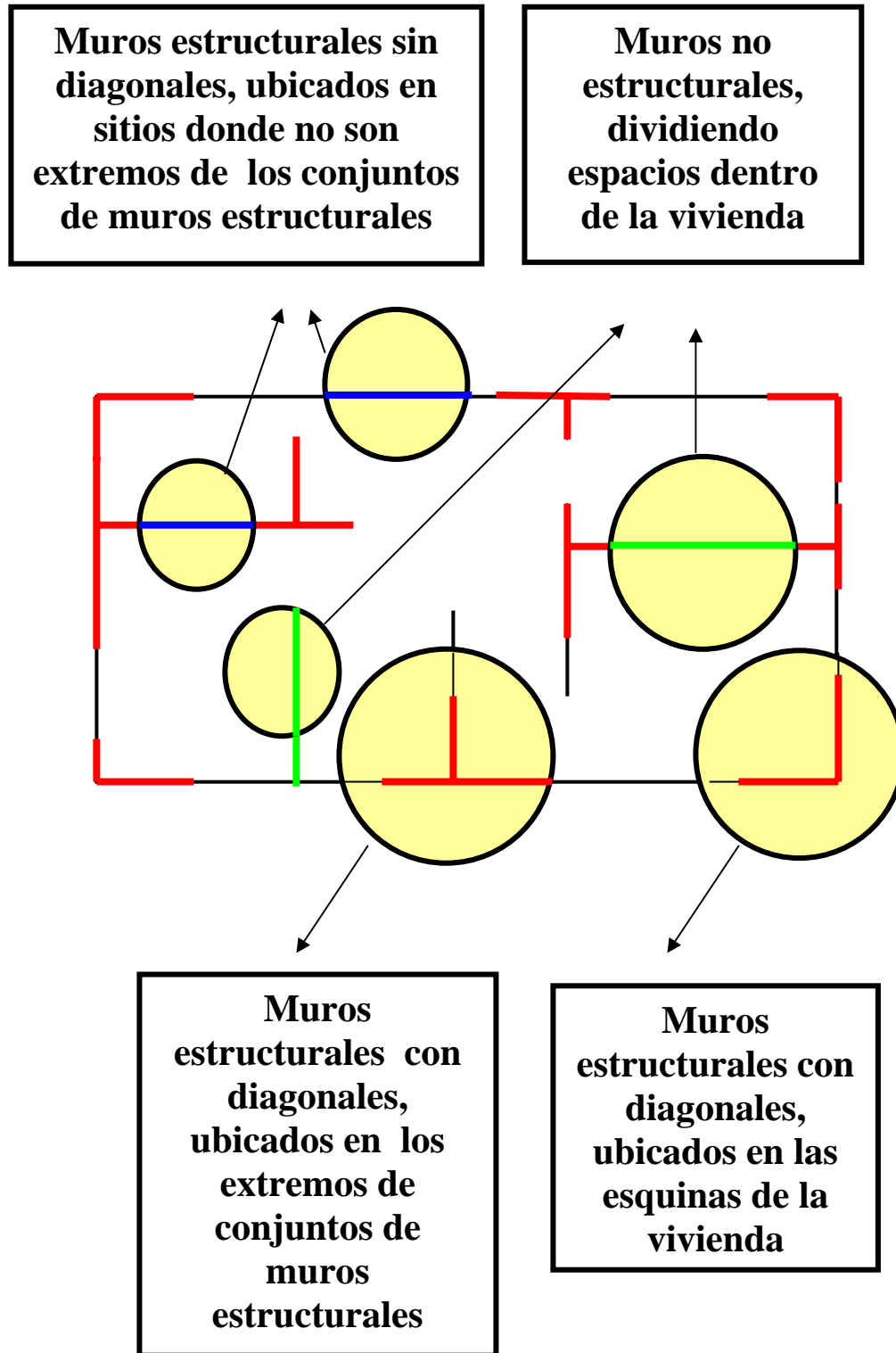
Figura 10. Mecanismos de resistencia sísmica en viviendas de bahareque encementado



#### 4.2.1 Ubicación de muros estructurales (Figura 11)

- Los muros estructurales con diagonales deben ubicarse:
  - En las esquinas de la vivienda.
  - En los extremos de cada conjunto de muros estructurales.

Figura 11. Ubicación de muros estructurales y no estructurales en viviendas de bahareque encementado



- Los muros estructurales sin diagonales se ubicaran en sitios donde no se constituyan en los extremos de conjuntos de muros estructurales.

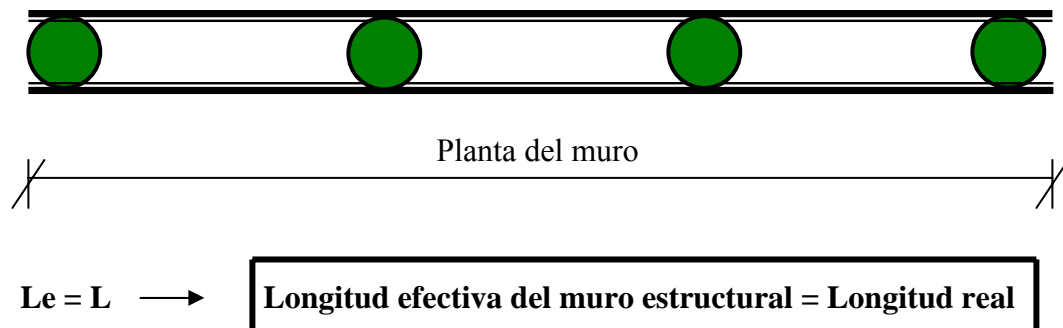
#### 4.3 EVALUACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

En el diseño de las viviendas en bahareque encementado es necesario realizar la verificación de la longitud mínima y distribución simétrica de los muros estructurales, que hayan sido asignados en cada una de las direcciones principales en planta, para ello se requiere definir la longitud efectiva y la correcta ubicación, de todos los muros estructurales para cada nivel de la vivienda.

4.3.1 Consideraciones en la determinación de la longitud de los muros estructurales. A cada muro estructural se le debe cuantificar su longitud efectiva en cada nivel de la vivienda; se refiere a la longitud que posee cada muro estructural, o sea aquella longitud en la que el muro mantiene su continuidad vertical (sin aberturas). Para cuantificar correctamente la longitud efectiva de los muros estructurales se debe tener en cuenta:

- La longitud efectiva ( $L_e$ ) de los muros estructurales con revoque por ambos lados, se considera igual a su longitud real ( $L$ ) (Figura 12).

Figura 12. Determinación de la longitud efectiva de muros estructurales en bahareque encementado con revoque por ambos lados



- La longitud efectiva ( $L_e$ ) de los muros estructurales con revoque por un solo lado, se considera como  $\frac{1}{2}$  de su longitud real ( $L$ ) (Figura 13).

Figura 13. Determinación de la longitud efectiva de muros estructurales en bahareque encementado con revoque por un solo lado



$$L_e = \frac{1}{2} \rightarrow$$

**L Longitud efectiva del muro estructural =  $\frac{1}{2}$  de la Longitud real**

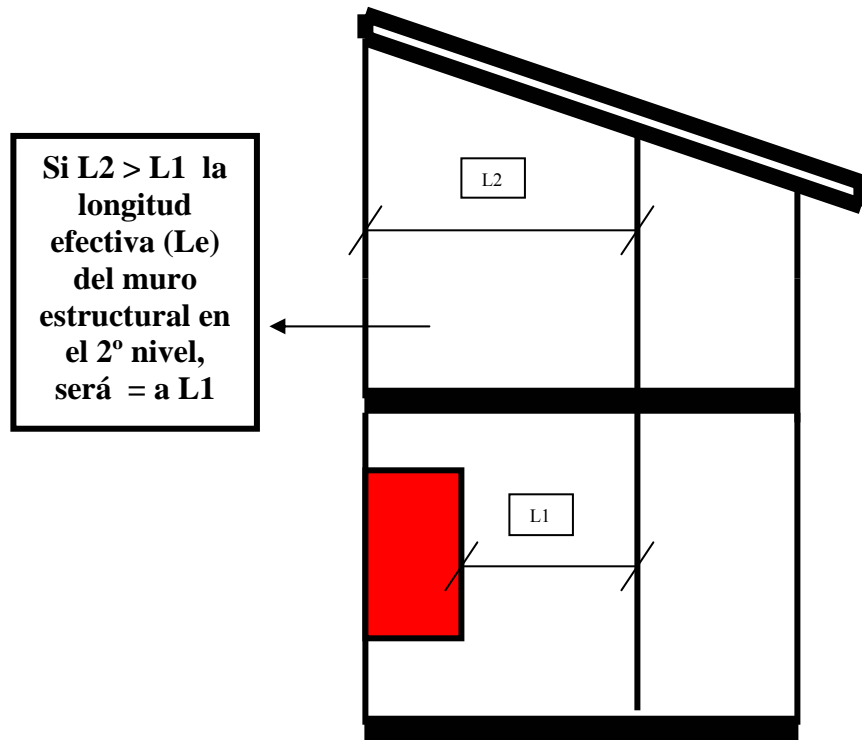
En casas de 2 pisos, la longitud efectiva de los muros estructurales del 2º nivel cuya longitud sea (>) a la del 1º nivel, será la longitud real que posee el muro estructural en el 1º nivel (Figura 14).

4.3.2. Evaluación de la longitud mínima de muros estructurales. En las 2 direcciones principales en planta, se debe contar con una longitud mínima de muros estructurales (Figura 15), evaluando para cada nivel de la vivienda la siguiente expresión:

$$L_i \geq C_b \times A_p \quad (I)$$

- **(*L<sub>i</sub>*)** Longitud mínima total de muros estructurales (en m): Es el resultado de sumar la longitud de todos los muros estructurales dispuestos en la dirección *i*.
- **(*C<sub>b</sub>*)** Coeficiente de densidad (en m-1): Es función de la aceleración espectral *A<sub>a</sub>*, su valor dependerá de la zona de amenaza sísmica donde se ubique la vivienda. (Tabla 34) (Ver mapas "Zonas de Amenaza Sísmica y Valores de *A<sub>a</sub>* de las NSR-98).
- **(*A<sub>p</sub>*)** Área en (m<sup>2</sup>) (Figura 16).
  - En casas del 1º piso (*A<sub>p</sub>*) es el área de la cubierta.
  - En casas de 2 pisos (*A<sub>p</sub>*) es:
    - El área del entrepiso más el área de la cubierta si la evaluación se hace en el 1º nivel.
    - El área de la cubierta si la evaluación se hace en el 2º nivel.

Figura 14. Determinación de la longitud efectiva de muros estructurales en bahareque encementado, ubicados en el 2° nivel de la vivienda



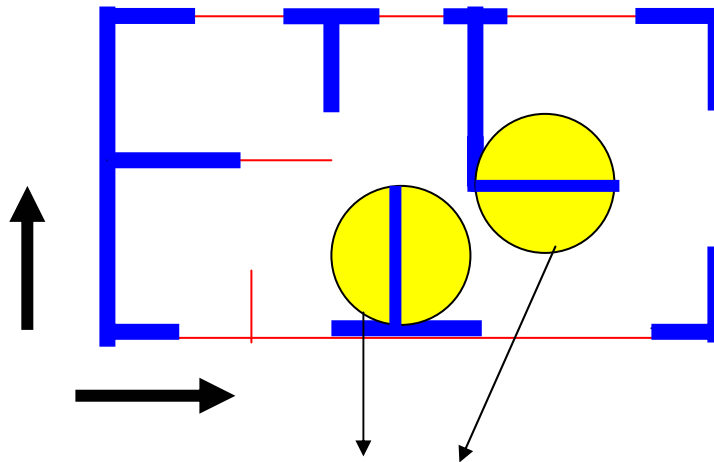
$L1$  → Longitud real del muro en el 1° nivel.

$L2$  → Longitud real del muro en el 2° nivel.

4.3.2.1 Verificación de la resistencia de los muros estructurales. Una vez cuantificada la longitud total de los muros estructurales en cada dirección principal en planta, se verifica para cada nivel de la vivienda, el cumplimiento de la expresión (I); en caso de no cumplirse con dicha expresión se tienen 2 alternativas:

- Aumentar la longitud total de los muros estructurales de la vivienda en la dirección en que no se cumple la expresión (I).
- Demostrar que una longitud total de muros estructurales menor que lo dado por la expresión (I), es suficiente para resistir las cargas solicitadas. Esta demostración debe hacerse mediante un procedimiento de análisis estructural, como el indicado en el apéndice (E.A.) de las NSR-98.

Figura 15. Evaluación de la longitud mínima de muros estructurales en bahareque encementado dispuestos en las dos direcciones principales en planta

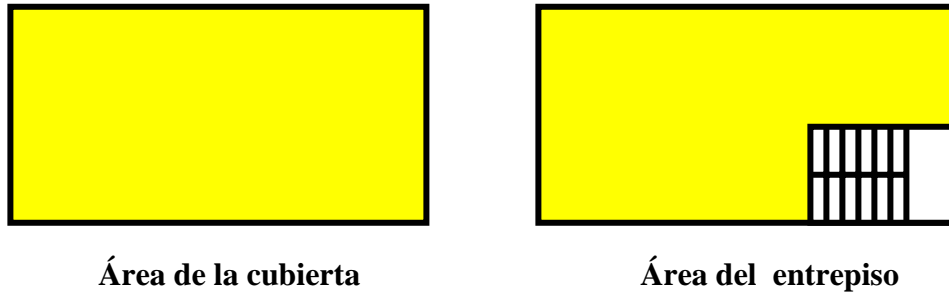


**Se cuantifica en cada nivel de la vivienda la longitud efectiva de los muros estructurales, localizados en las dos direcciones principales en planta, para efectos de requerimientos de longitud mínima y distribución simétrica de los muros**

Tabla 34. Valores del coeficiente de densidad  $C_b$  de muros en bahareque encementado, en función de la aceleración espectral  $A_a$  para las diferentes zonas de amenaza sísmica

Amenaza Sísmica	$A_a$	$C_b$
Alta	0,40	0,32
	0,35	0,28
	0,30	0,24
	0,25	0,20
Intermedia	0,20	0,16
	0,15	0,16
Baja	0,10	0,16
	0,05	0,16

Figura 16. Evaluación de  $A_p$  para las áreas de los diafragmas de entrepiso y cubierta



4.3.3. Evaluación de la distribución simétrica de muros estructurales. El adecuado comportamiento estructural del diseño, dependerá de la distribución simétrica en planta de los muros estructurales que se ubicaron dentro de la vivienda, por lo tanto debe evaluarse para cada nivel la siguiente expresión en su valor absoluto (Figura 17):

$$\left| \left( \frac{\left( \frac{\sum(Lmi \times bi)}{\sum Lmi} \right) \frac{B}{2}}{B} \right) \right| \leq 0,15 \quad (2)$$

- $(Lmi)$  Resulta de medir la longitud efectiva (en m), de cada uno de los muros estructurales dispuestos en la dirección  $i$ .
- $(bi)$  Distancia (en m).
  - En casas de 1 piso,  $(bi)$  resulta de medir la distancia perpendicular desde cada muro estructural en la dirección  $i$ , hasta uno de los extremos del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta.
  - En casas de 2 pisos  $(bi)$  resulta de medir:
    - La distancia perpendicular desde cada muro estructural en la dirección  $i$ , hasta uno de los extremos que contiene el área del entrepiso si la evaluación es en el 1º nivel.
    - La distancia perpendicular desde cada muro estructural en la dirección  $i$ , hasta uno de los extremos que contiene el área de la cubierta, si la evaluación es en el 2º nivel.

- **(B)** Longitud (en m).
  - En casas de 1 piso, **(B)** resulta de medir la longitud que posee el lado del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta, perpendicular a la dirección *i*.
  - En casas de 2 pisos **(B)** resulta de medir:
    - La longitud que posee el lado del menor rectángulo que contenga el área del entrepiso, perpendicular a la dirección *i*, si la evaluación es en el 1° nivel.
    - La longitud que posee el lado del menor rectángulo que contenga el área de la cubierta, perpendicular a la dirección *i*, si la evaluación es en el 2° nivel.

4.3.3.1 Verificación de la distribución simétrica de los muros estructurales. Evaluado el valor de las variables en la expresión (2), se verifica su cumplimiento para cada nivel de la vivienda; en caso de no cumplirse con dicha expresión se debe tener en cuenta:

- Realizar una nueva distribución (en planta) de los muros estructurales hasta dar cumplimiento con la expresión (2), en la dirección en que no se este cumpliendo.
- Al realizar la nueva distribución de los muros estructurales se debe verificar nuevamente la expresión (1) en cada una de las direcciones principales en planta para cada nivel de la vivienda.

#### 4.4 CONEXIÓN ENTRE MUROS DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Para asegurar el trabajo en conjunto del sistema estructural, los muros estructurales deben estar conectados entre sí. Es necesario identificar los planos de unión de los muros estructurales de acuerdo a su ubicación y distribución en planta, a fin de determinar la conexión que se requiere entre los muros del sistema estructural

4.4.1 Muros ubicados en el mismo plano. Estos muros se configuran ubicándolos uno enseguida del otro, en el mismo plano de acción (Figura 18).

4.4.2 Muros ubicados en planos perpendiculares. Podemos distinguir las siguientes configuraciones que se presentan en la intersección de muros estructurales ubicados en planos perpendiculares. Los muros perpendiculares entre sí se conectan con pernos en las dos direcciones (Figura 19).

4.4.3 Requerimientos de conexiones entre muros estructurales. Tanto para muros ubicados en el mismo plano, como para aquellos que están en planos perpendiculares, la conexión de los muros estructurales se realizará a través de los pie-derechos que van conectados a la cimentación (Ver “Conexión de Pie-Derechos a la Cimentación”), teniendo en cuenta los siguientes requerimientos (Figura 20).

Figura 17. Evaluación de la Expresión (2) para muros estructurales en bahareque encementado

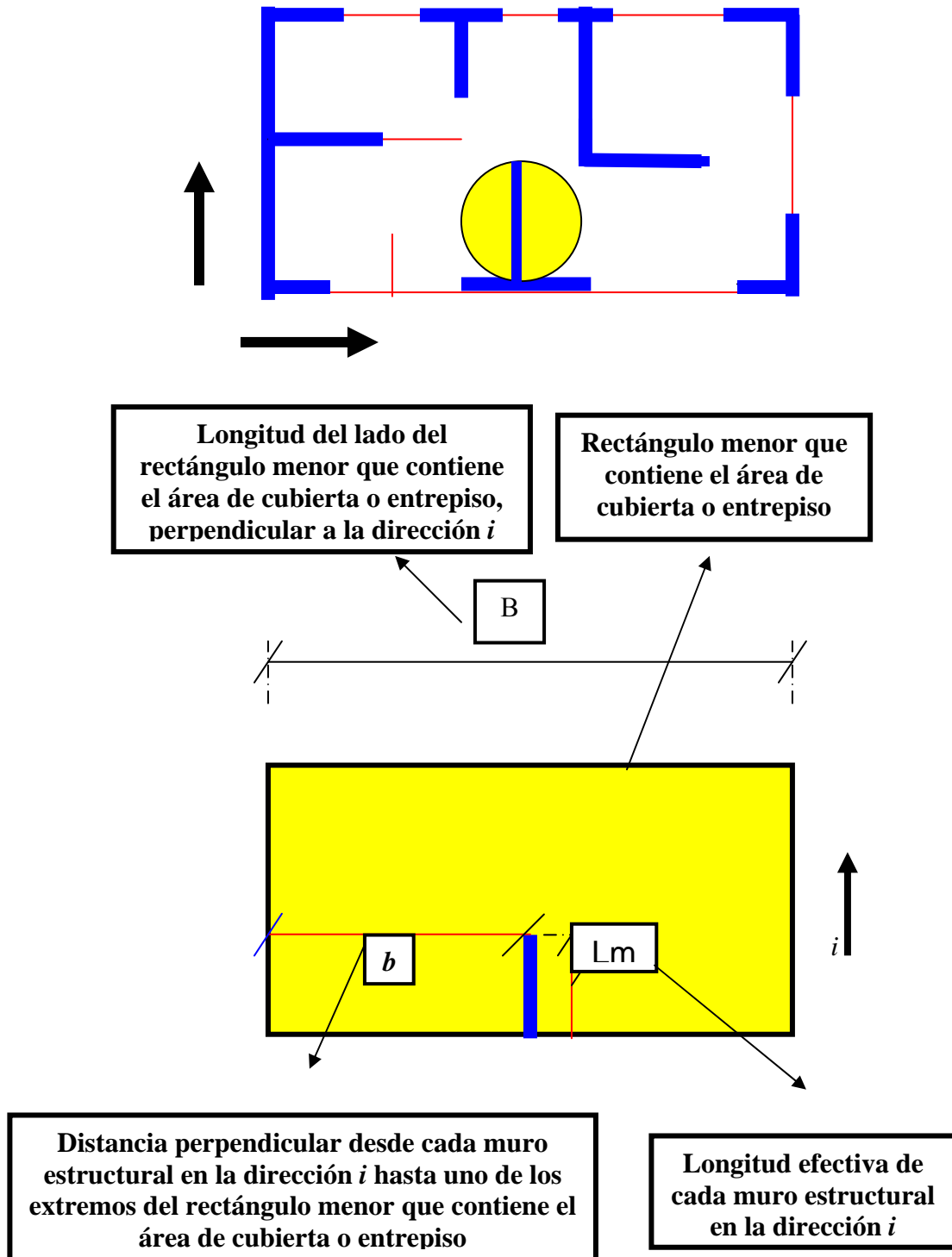


Figura 18. Intersección de muros estructurales ubicados en el mismo plano

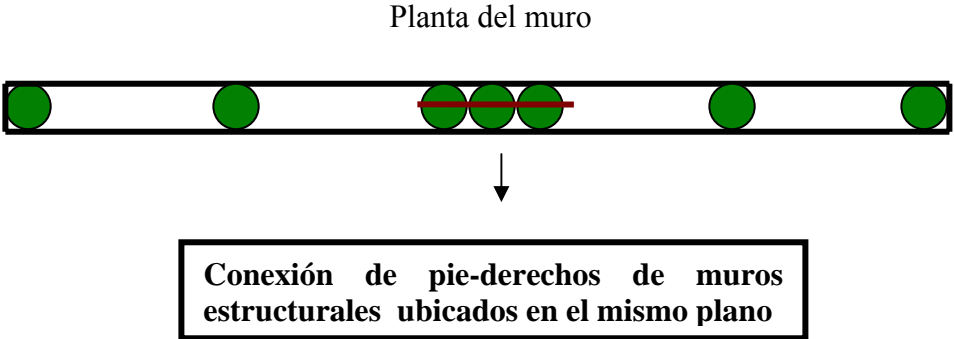
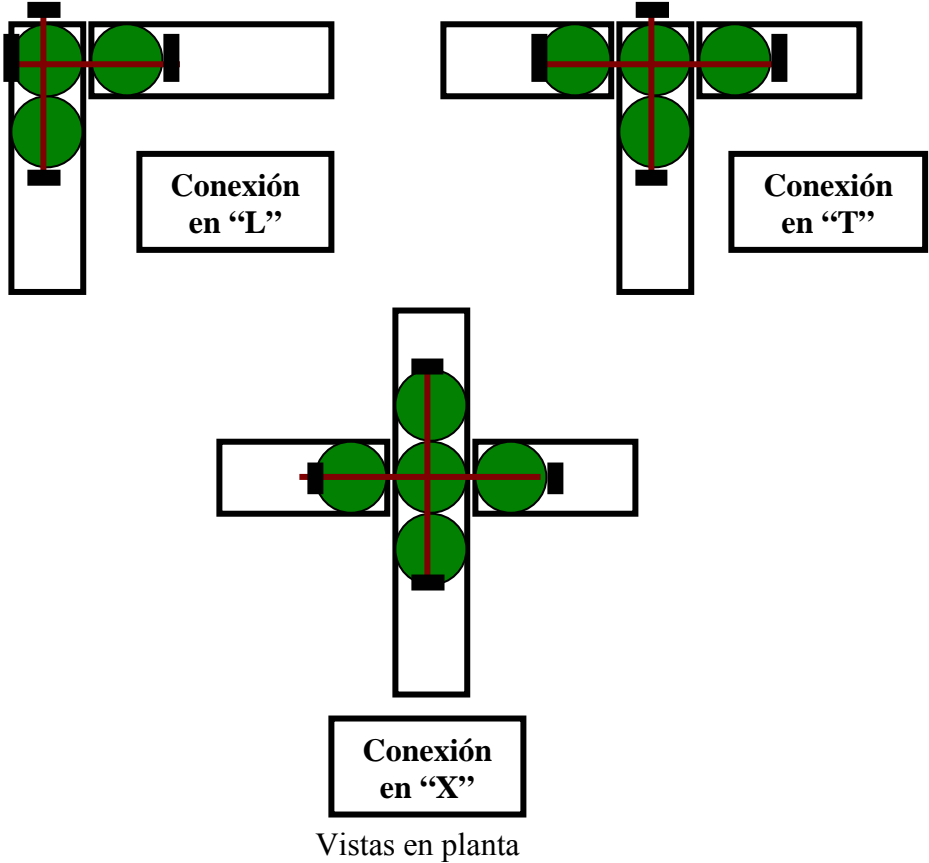
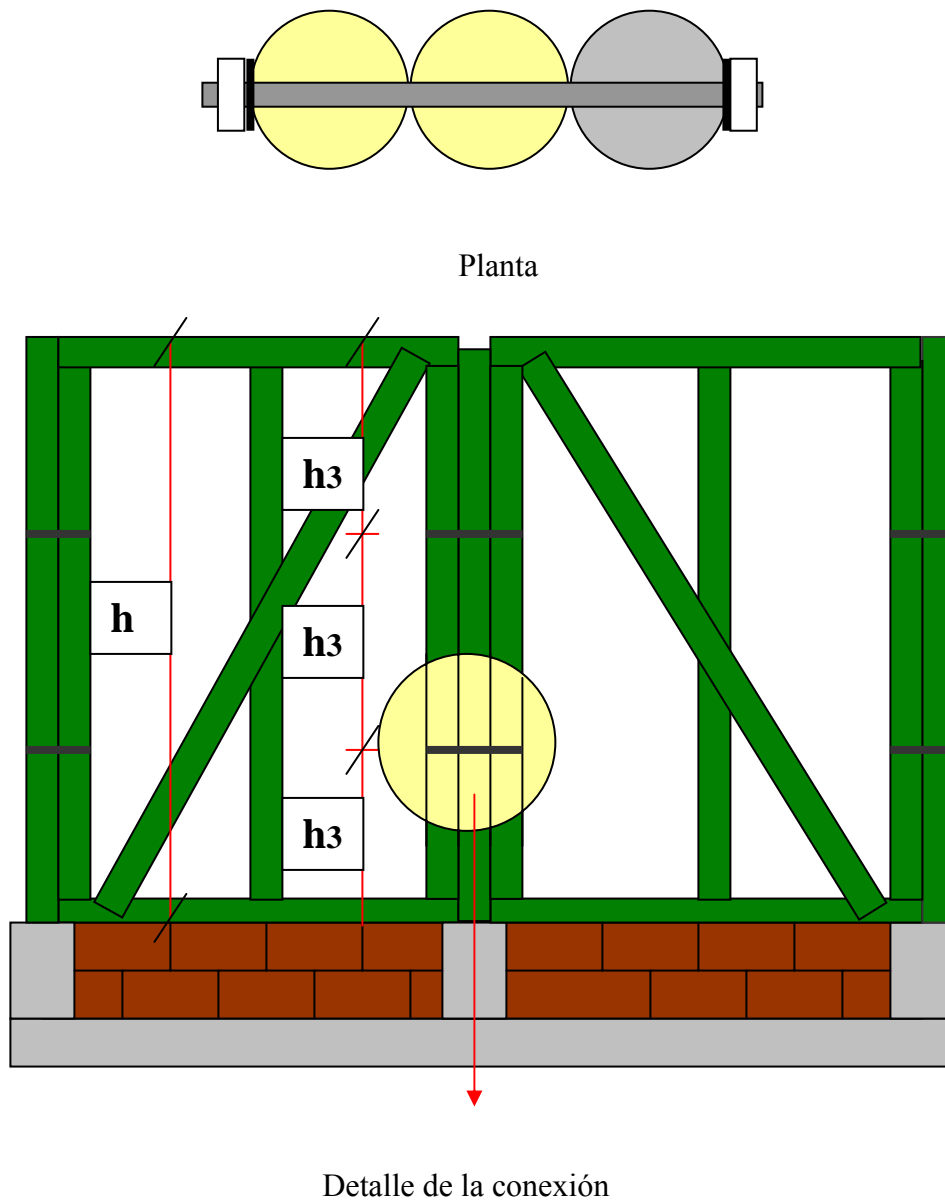


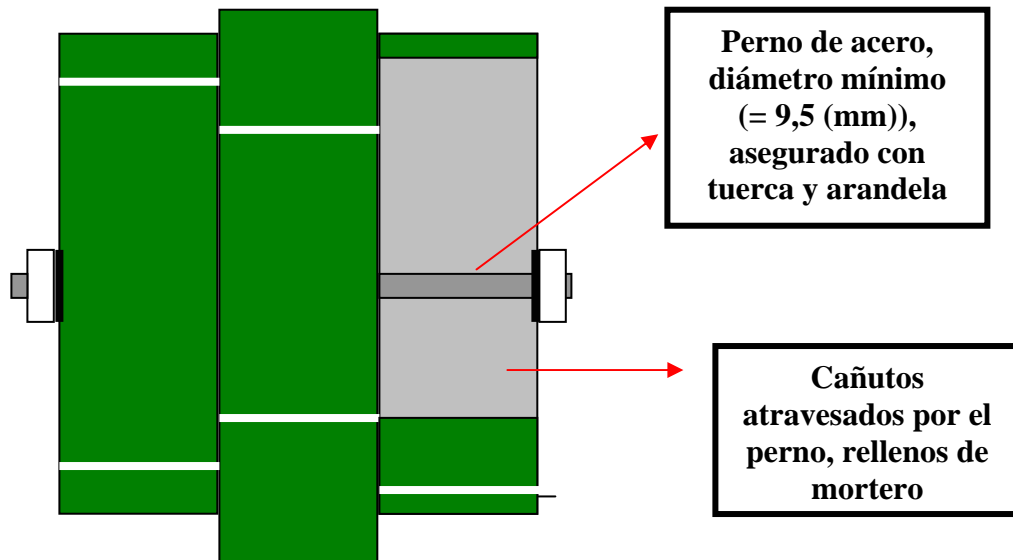
Figura 19. Intersección de muros estructurales ubicados en planos perpendiculares



- Los muros se conectarán por medio de pernos de acero, que atraviesen horizontalmente los pie-derechos de los muros, asegurándolos con tuercas y arandelas..
- Deberán colocarse mínimo dos pernos en cada una de las conexiones entre muros estructurales a alturas  $h = (1/3)$  de la altura del muro.
- El diámetro del perno debe ser mínimo de (9,5 (mm.)).

Figura 20. Conexión entre muros estructurales en bahareque encementado





Alzado

## 5. CONFORMACIÓN DE LOS DIAFRAGMAS DE LA VIVIENDA

### 5.1 DIAFRAGMA DE CIMENTACIÓN

El diafragma de cimentación constituye el sistema estructural de cimientos, encargado de transmitir las cargas provenientes de los muros estructurales al suelo de fundación de manera uniforme y segura.

5.1.1 Configuración de la retícula de cimientos. El diafragma de cimientos esta compuesto por una malla de vigas de cimentación construidas en concreto (cimentación corrida). La malla o retícula de cimientos se configura con base en los siguientes requerimientos (Figura 21):

- Cada muro estructural debe estar soportado por una viga de cimentación.
- Los muros no estructurales no requieren estar apoyados sobre vigas de cimentación.
- Se deben configurar anillos aproximadamente rectangulares, con dimensiones ( $\leq a$  (4 m)).
- Los anillos de cimentación debe tener una relación largo sobre ancho ( $(L/A) \leq a$  2).
- Se debe construir una viga intermedia en aquellos anillos de cimentación cuya relación largo sobre ancho sea ( $> a$  2), aunque no estén soportando muros estructurales.
- Las intersecciones de las vigas deben ser continuas y monolíticas.

5.1.2 Vigas de cimentación. En el diseño de las vigas de cimentación, se debe suponer una capacidad portante máxima del suelo de fundación igual a (0,05 (Mpa)), en tanto no se realice un estudio de suelos, según el título H de las NSR-98. Sin embargo las vigas de cimentación deben contar con un refuerzo y unas dimensiones mínimas de diseño.

#### 5.1.2.1 Dimensiones mínimas de las vigas de cimentación

- En casas de 1 piso las dimensiones mínimas de las vigas de cimentación son:

Ancho de la viga = 250 (mm)..    Alto de la viga    = 300 (mm.)

- En casa de 2 pisos las dimensiones mínimas de las vigas de cimentación son:

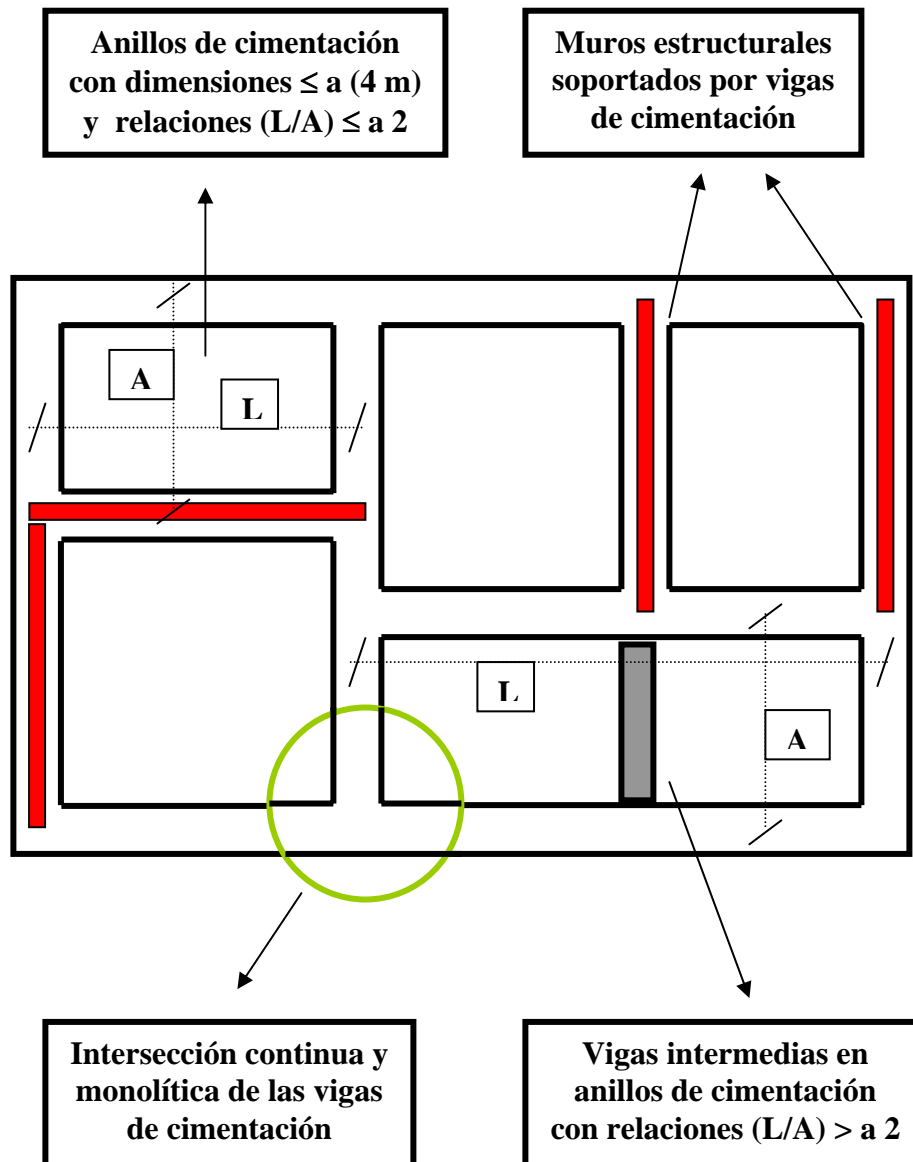
Ancho de la viga = 300 (mm.)    Alto de la viga    = 300 (mm.)

- Las dimensiones mínimas de las vigas intermedias son:

Ancho de la viga intermedia = 200(mm.)

Alto de la viga intermedia = 200 (mm.)

Figura 21. Vista en planta de la configuración del diafragma de cimentación



5.1.2.2 Refuerzo mínimo de las vigas de cimentación. Las vigas de cimentación requieren tener un refuerzo mínimo, tanto longitudinal como transversal.

- Refuerzo longitudinal mínimo (superior e inferior).
  - En casas de 1 piso, se debe disponer 4 barras de acero N° 3 (diámetro en pulgadas = (3/8")), a lo largo de toda la viga de cimentación.
  - En casas de 2 pisos, se debe disponer 4 barras de acero N° 4 (diámetro en pulgadas = (1/2")), a lo largo de toda la viga de cimentación.
  - Gancho standard con doblez de (90°) más una extensión recta de longitud mínima = (12 db).
  - Diámetros mínimos de doblamiento de las barras = (6 db).
- Refuerzo transversal (estribos de confinamiento) mínimo.
  - En casas de 1 o 2 pisos, se debe disponer estribos de confinamiento separados cada (200 mm.), fabricados en barras de acero N° 2 (diámetro en pulgadas = (1/4")), a lo largo de toda la viga de cimentación.
  - Gancho de (135°) más una extensión recta de longitud mínima = (6 db).
  - Diámetro mínimo de doblamiento de las barras = (6 db).
- Recubrimiento. El recubrimiento del acero de refuerzo de las vigas de cimentación es:
  - Para concretos colocados directamente sobre el suelo y en contacto con la tierra el recubrimiento es = (70 (mm.)).
  - Para concretos en contacto con suelo de relleno el recubrimiento es = (40 (mm.)).

5.1.2.3 Requerimientos por pendientes del terreno. La NSR-98, contempla algunos requerimientos ha ser tenidos en cuenta en el establecimiento de las vigas de cimentación de acuerdo a la pendiente del terreno.

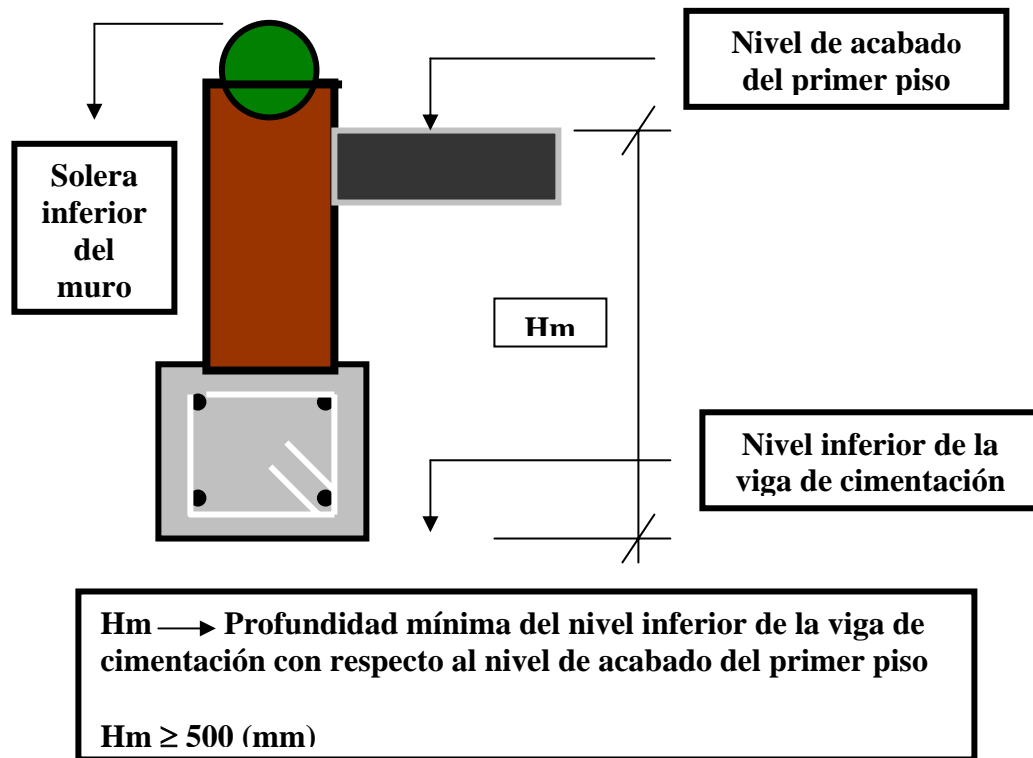
- En terrenos con pendientes (< al 5%) el nivel inferior de las vigas de cimentación estará a una profundidad mínima (Hm = 500 (mm.)) por debajo del nivel de acabado del primer piso (Figura 22).
- En terrenos con pendientes (> al 5%) no podrán construirse vigas de cimentación con superficies inclinadas, en contacto con el suelo de fundación.

5.1.3 Sobrecimientos. Con el fin de evitar que la guadua absorba la humedad del suelo, la base de los muros en bahareque encementado del primer piso de la vivienda no debe estar en contacto directo con las vigas de cimentación. Para ello se dispone la construcción de un sobrecimiento sobre el que se apoyan la soleras inferiores de los muros estructurales, aislados entre si por medio de una barrera impermeable (ejemplo: tela asfáltica o papel impermeable) (Figura 23) y que cumplan con:

- Estar fabricado en concreto de acuerdo con lo establecido en el título C de las NSR-98.
- Estar fabricado en mampostería confinada o reforzada, según lo establecido en el título D, o en el capítulo 2 del Título E de las NSR-98.

- Sobresalir mínimo una altura ( $h' = 80$  (mm.)) por encima del nivel de acabado del primer piso.

Figura 22. Profundidad mínima de las vigas de cimentación

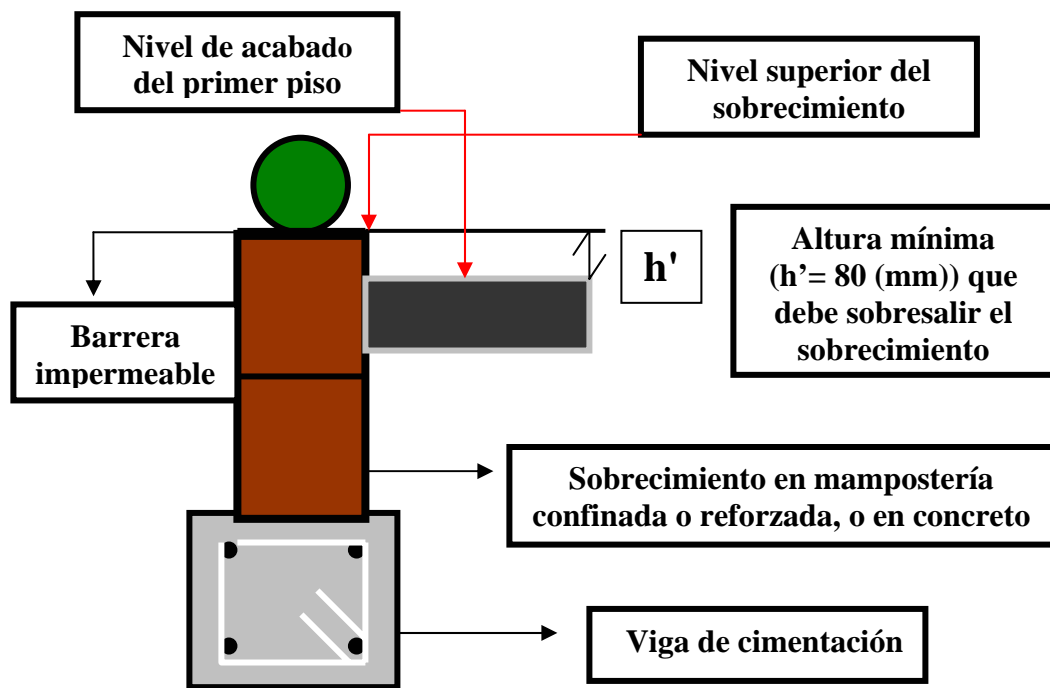


5.1.3.1 Requerimientos por pendiente ( $>$  al 5%). Se contemplan los siguientes requerimientos en la disposición de los sobrecimientos que hacen parte del diafragma de cimentación de la vivienda, para terrenos con pendientes ( $>$  al 5%).

- Los sobrecimientos deben consistir en muros estructurales en concreto o mampostería reforzada o confinada.
- Si el sobrecimiento se construye en mampostería reforzada o confinada se debe rematar con una viga de amarre diseñada según E.3.4 para lo cual se tiene.
  - La viga debe tener un ancho mínimo igual al espesor del muro, sin embargo su área transversal debe ser ( $\geq$  a 15000 (mm<sup>2</sup>)).
  - El refuerzo longitudinal para anchos ( $\geq$  a 110 (mm.)) podrá ser de 4 barras de acero N°3 (diámetro en pulgadas = (3/8")) con esfuerzo de fluencia ( $f_y = 420$  (Mpa)).

- El refuerzo transversal está conformado por estribos de confinamiento fabricados con barras de acero N°2 (diámetro en pulgadas (1/4")), espaciados (100 (mm.)) en los primeros (500 (mm.)) de las intersecciones de las vigas, y espaciados (200 (mm.)) en el resto de la luz de la viga.
- Los sobrecimientos colocados perpendicularmente a las curvas de nivel del terreno, deben tener una altura variable.
- Los sobrecimientos colocados paralelamente a las curvas de nivel del terreno, deben tener una altura constante.
- La retícula de sobrecimientos se desplanta sobre la viga de cimentación, y llegan hasta el nivel de acabado del primer piso útil.

Figura 23. Conformación de los sobrecimientos en casas de bahareque encementado



5.1.4 Anclaje de los muros estructurales al cimiento. Los muros estructurales deben estar debidamente anclados al diafragma de cimentación. En el diseño de las viviendas en bahareque encementado se requiere definir el tipo de unión entre la cimentación y los muros estructurales de acuerdo con los siguientes requisitos.

5.1.4.1 Muros con soleras en madera aserrada. Los muros contruidos con soleras en madera aserrada deberán:

- Anclarse a las vigas de cimentación mediante barras roscadas, que atraviesen tanto el sobrecimiento como la solera inferior de madera, fijando las barras con tuercas y arandelas.

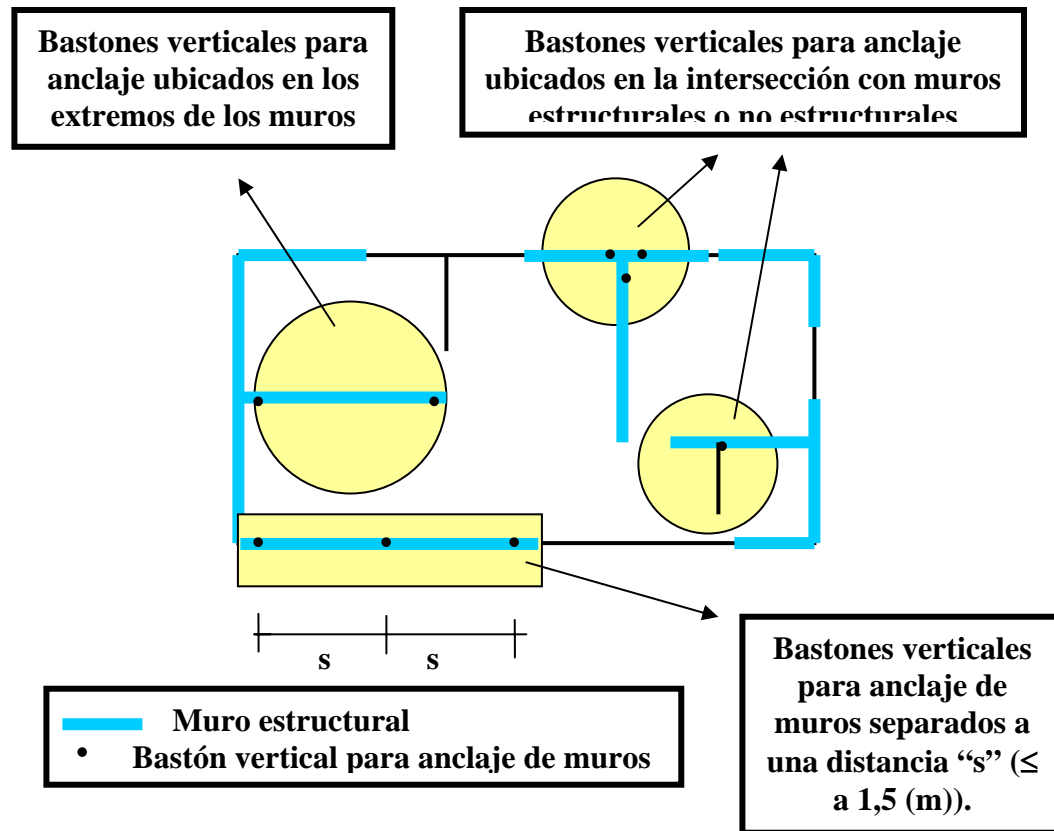
5.1.4.2 Muros con soleras en guadua. Cuando los muros estructurales sean contruidos con soleras de guadua, se deben conectar a la cimentación mediante bastones verticales para el anclaje de los muros estructurales, teniendo en cuenta las disposiciones expuestas a continuación.

### **Bastones verticales para anclaje**

Los bastones verticales para anclaje son elementos contruidos con barras de acero roscada, que fijan los muros estructurales a la cimentación.

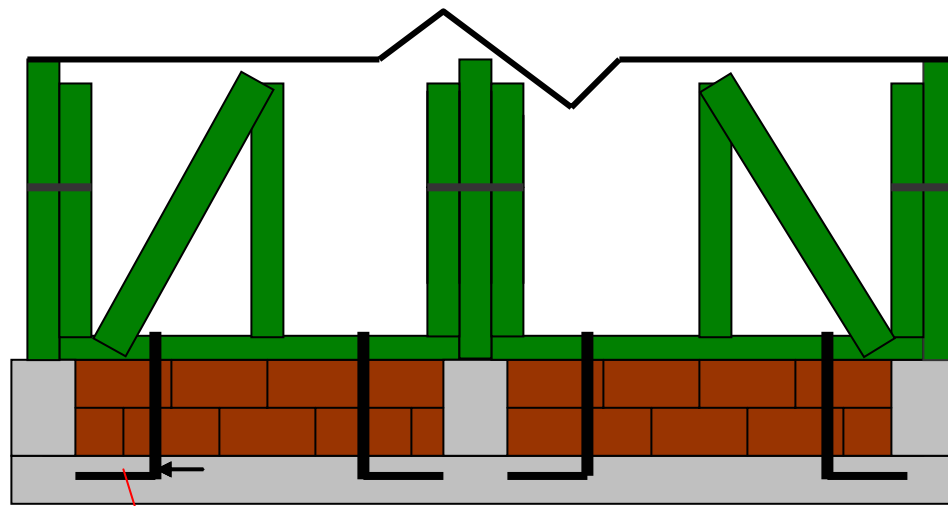
- Ubicación de los bastones verticales. La ubicación de los bastones verticales para anclaje de muros estructurales con soleras de guadua debe hacerse en los siguientes sitios (Figura 24):
  - En los extremos de cada muro estructural.
  - En las intersecciones con otros muros estructurales o no estructurales.
  - En lugares intermedios a distancias “s” ( $\leq$  a 1,5 (m)).
- Requisitos para el anclaje de los bastones verticales. El anclaje de los bastones verticales debe cumplir con las siguientes requisitos (Figura 25):
  - Para casas de 1 piso los bastones se fabricarán con barras de acero N° 3 (diámetro en pulgadas = (3/8’’)).
  - Para casas de 2 pisos los bastones se fabricarán con barras de acero N° 4 (diámetro en pulgadas = (1/2’’)).
  - Los bastones verticales deben estar anclados a la viga de cimentación y atravesar el sobrecimiento y la solera inferior del muro estructural, fijándolos con tuercas y arandelas. La longitud de anclaje debe ser la requerida en el título C de las (N.S.R-98), en gancho con dobléz de 90° y longitud mínima de = (12 db) y diámetro mínimo de doblamiento = (6 db).

Figura 24. Ubicación de bastones verticales para anclaje de muros estructurales con soleras de guadua

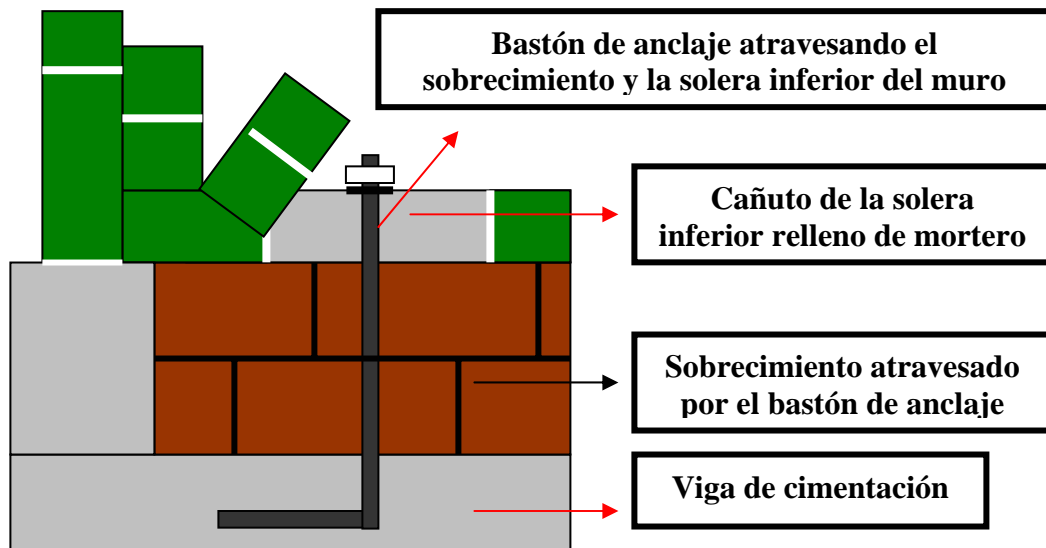


5.1.5 Conexión de pie-derechos a la cimentación. Los pie-derechos de los muros estructurales se fijan a la cimentación a través de una conexión columna-cimiento, aislada del piso por un dado en concreto o mampostería (Figura 26). Esta conexión consiste en un separador de metal o un material impermeable, sobre el cual se apoya la guadua para evitar el contacto directo con la cimentación, y un perno de conexión anclado a la cimentación. El extremo del pie-derecho de guadua que se apoya sobre el separador debe tener un cañuto con tabique en su parte inferior.

Figura 25. Detalle del anclaje de los bastones verticales



Detalle de los bastones de anclaje para muros estructurales



5.1.5.1 Separador-retenedor. Este elemento transmite las fuerzas de compresión a la cimentación, al mismo tiempo que resiste las fuerzas de cortante. El separador retenedor puede ser:

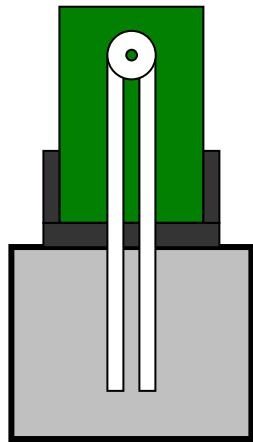
- Una pletina de acero de mínimo (3,2 mm.) de espesor, doblada en forma de U, que abraza la guada.

- Un tubo dentro del cual se empotra la guadua.

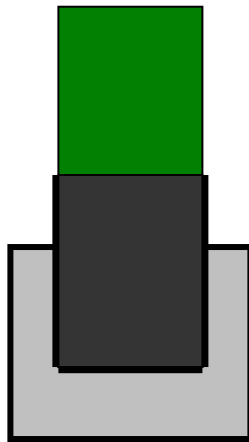
5.1.5.2 Perno de conexión. Esta conexión transmite las fuerzas de tracción, y debe cumplir con los siguientes requisitos:

- El perno debe atravesar el 1° o 2° cañuto del pie-derecho de guadua.
- El cañuto atravesado por el perno, o el cañuto que quede por debajo de este se deben rellenar con mortero.
- El perno se anclará a la cimentación mediante elementos de sujeción, que pueden ser pletinas dobladas, barras con ojales o barras dobladas.
- Las pletinas deberán tener un espesor mínimo de (3,2 (mm.)) y un ancho mínimo de (50 (mm.)).
- El perno y las barras de sujeción deberán tener un diámetro mínimo de (9,5 (mm.)).
- Para conexiones que no requieran resistir fuerzas de tracción, se podrá empotrar la guadua dentro del concreto, separándola de este ultimo mediante una membrana bituminosa que puede ser de brea o asfalto.

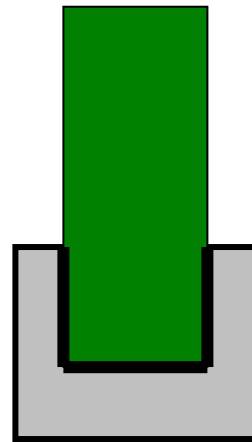
Figura 26. Conexión de pie-derechos al diafragma de cimentación



Pletina en forma de U



Empotrada en tubo



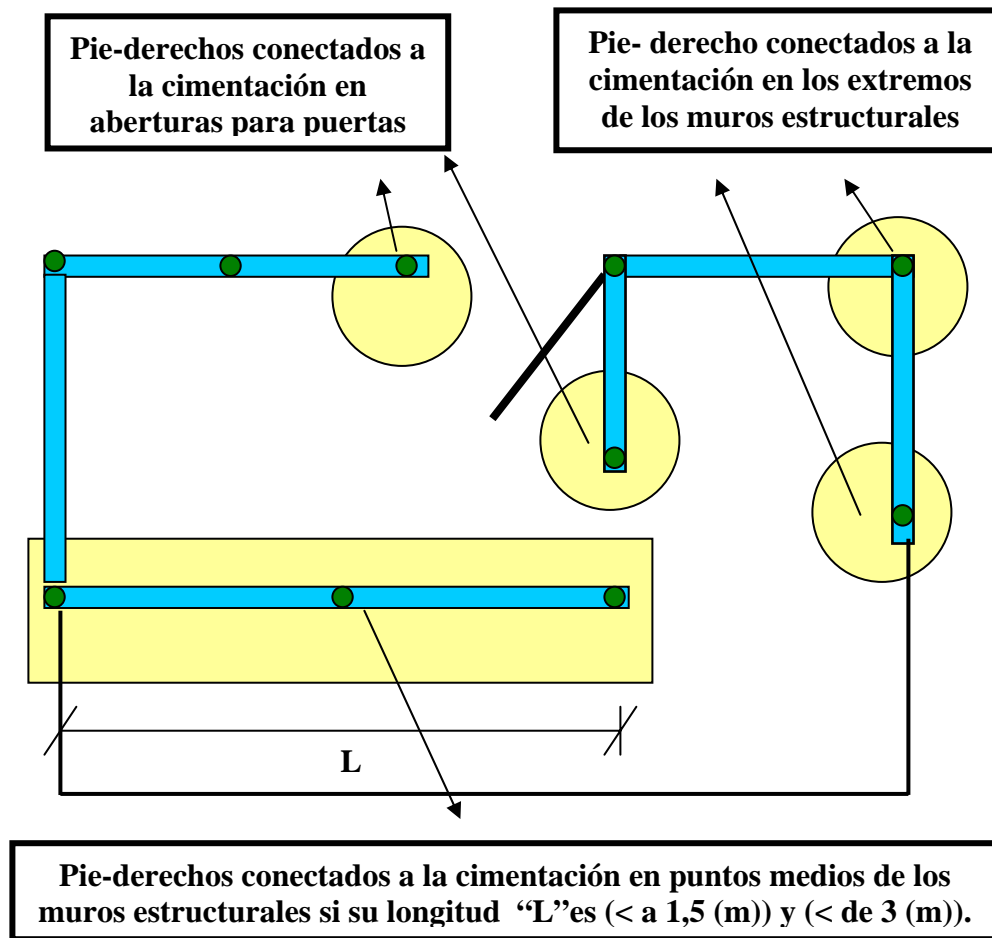
Empotrada en concreto

5.1.5.3 Ubicación de las conexiones. En el diseño de las viviendas en muros de bahareque encementado, es necesario establecer una conexión completa de los pie-derechos a la cimentación en los siguientes sitios (Figura 27):

- En los extremos de los muros estructurales.
- En los bordes de aberturas para puertas.

- En puntos medios de los muros estructurales si su longitud “L” es ( $>$  a 1,5 (m)) y ( $<$  de 3 (m)).

Figura 27. Ubicación de pie-derechos conectados al diafragma de cimentación



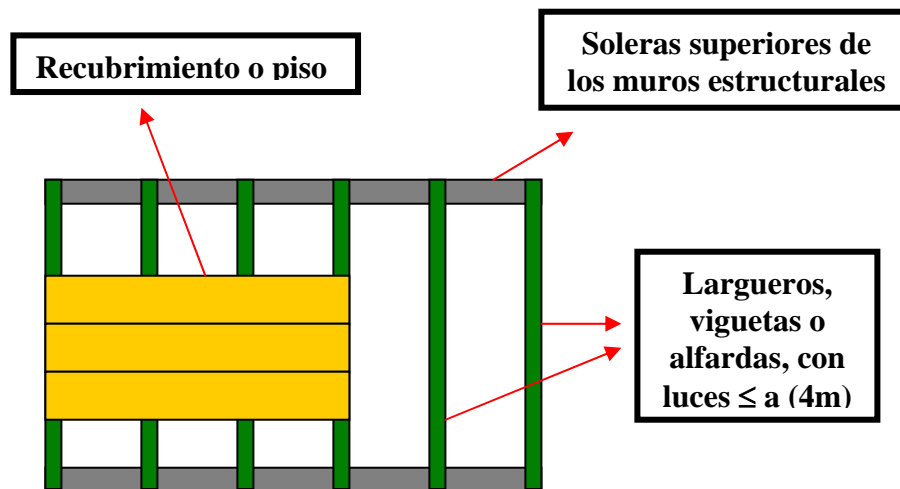
## 5.2 DIAFRAGMAS SUPERIORES (ENTREPISO Y CUBIERTA)

Los diafragmas superiores están constituidos por elementos debidamente conectados entre sí, a fin de que funcionen con suficientemente rigidez en su propio plano, como para poder soportar las cargas verticales (muertas y vivas), establecidas en el título B de las NSR-98.

5.2.1 Diafragma de entrepiso. Los elementos que componen el diafragma del entrepiso son (Figura 28):

- Largueros, viguetas o alfaridas con luces ( $<$  de (4 m)) apoyados sobre los muros estructurales, encargados de soportar el piso o recubrimiento
- Un recubrimiento o piso, dispuesto de tal manera que resista las fuerzas de cortante.
- Soleras superiores de los muros estructurales conectadas a los largueros como parte del diafragma de entrepiso.

Figura 28. Conformación del diafragma de entrepiso



5.2.1.1 Entrepisos de guadua. Los elementos que componen el entrepiso construido con guadas deben tener en cuenta las siguientes consideraciones.

#### **Largueros**

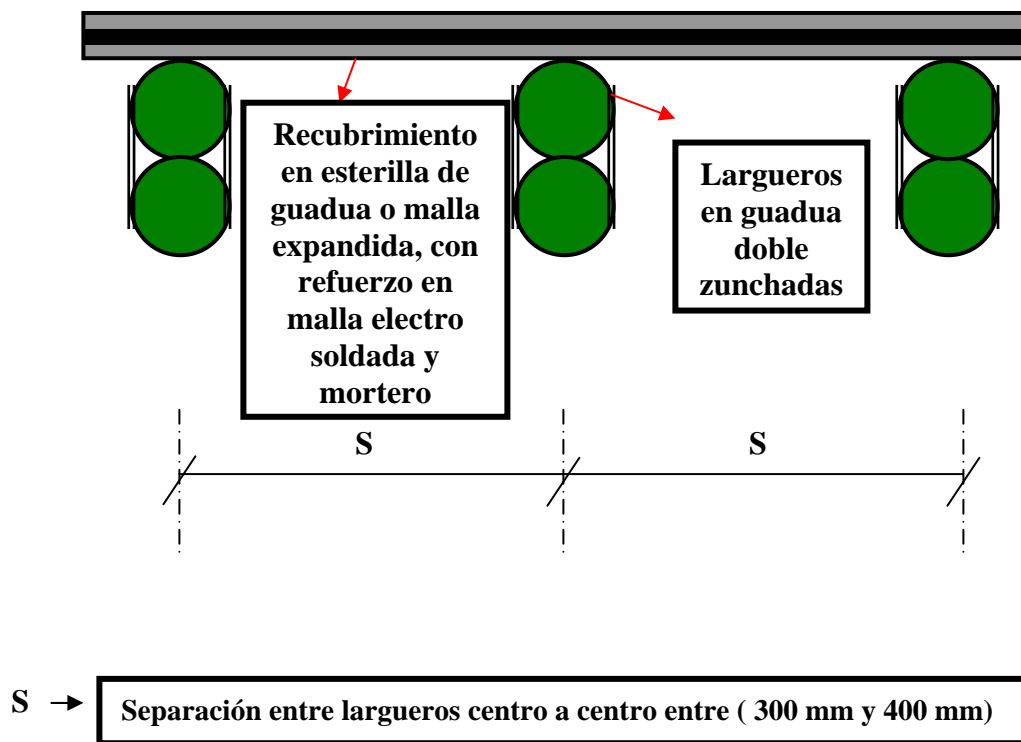
- Los largueros estarán conformados por dos guadas zunchadas una encima de la otra, colocadas a distancias (S) centro a centro de entre (300 (mm.) y 400 (mm.)) (Figura 29).
- Se deberá colocar una vigueta de madera aserrada que haga las veces de friso de borde, con una altura igual a la de las dos guadas zunchadas que forman los largueros
- Deberá colocarse un taco de madera aserrada entre cada larguero, de altura igual a la de las dos guadas zunchadas que hacen las veces de largueros, que evite el aplastamiento de las guadas

#### **Piso o recubrimiento**

- El recubrimiento del entrepiso se podrá construir en esterilla de guadua o malla expandida, clavada a los largueros del entrepiso con refuerzo de malla electro soldada, sobre la que se aplica mortero de cemento (Figura 29).

- La malla electro soldada deberá aportar mínimo (0,5 (cm. 2)) de área de acero por metro lineal.
- Tabla de madera con un espesor mínimo de (15 (mm.)), clavada a los largueros del entrepiso.

Figura 29. Corte transversal del diafragma de entrepiso en guadua



5.2.1.2 Entrepisos en madera aserrada. En la construcción de entrepisos que utilicen madera aserrada se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones (Figura 30):

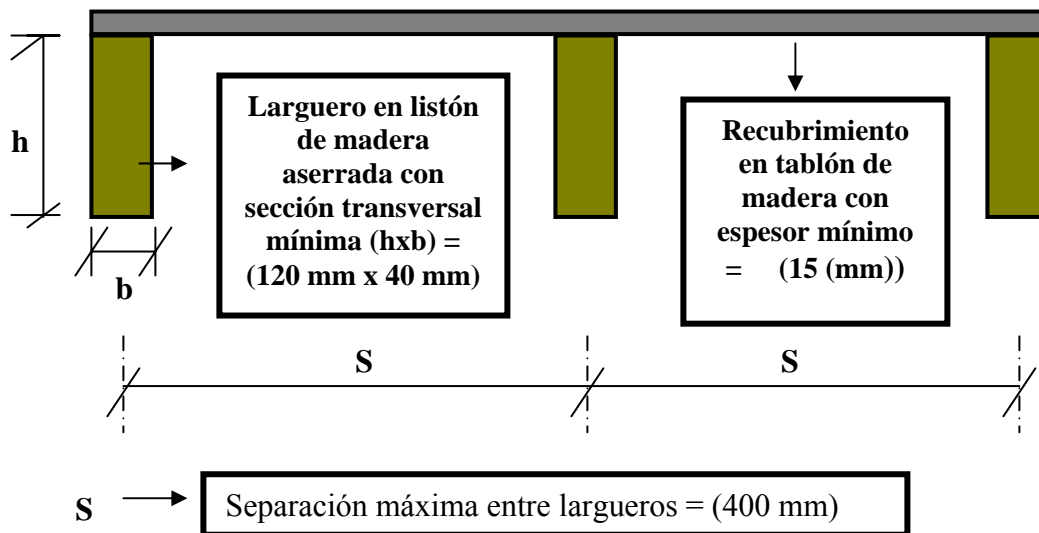
#### Largueros

- Los largueros estarán conformados por un listón de madera aserrada, con una sección transversal mínima (h x b) de (120 (mm.) x 40 (mm.)).
- La separación máxima (S) centro a centro entre largueros será de (400 (mm.)).

#### Piso o recubrimiento

- El recubrimiento debe ser en tablones de madera aserrada de mínimo (15 (mm.)) de espesor.

Figura 30. Corte transversal del entrepiso en madera aserrada



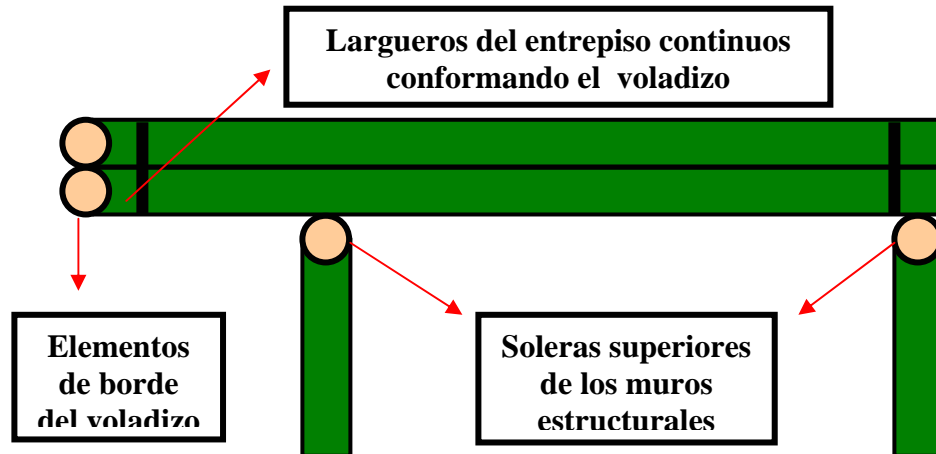
5.2.1.3 Requerimientos del diafragma de entrepiso. En la conformación del diafragma de entrepiso es necesario contemplar:

- La colocación entre largueros, de elementos transversales de arrostramiento tales como atraques intermedios.
- La colocación de acabados livianos, evitando la utilización de pisos pesados y rígidos.
- La no construcción de entrepisos en losa de concreto, para casas diseñadas siguiendo los requisitos del capítulo E-7 de las NSR-98.

En los casos en que se requiera la construcción de voladizos, estos deben estar compuestos por (Figura 31):

- Largueros de guadua o madera aserrada que sean la continuación del diafragma de entrepiso.
- Un elemento de borde conectado a los largueros del entrepiso, para distribuir de manera uniforme las cargas.

Figura 31. Conformación de voladizos



5.2.2 Diafragma de cubierta. El diafragma de cubierta está compuesto por elementos portantes (correas, alfardas, cabios, etc.) que configuran un conjunto capaz de resistir las cargas verticales y laterales, y de transmitirlas a los muros estructurales conectados a la cubierta.

5.2.2.1 Requerimientos del diafragma de cubierta. En la conformación del diafragma de cubierta se tendrá en cuenta:

### Tejas

De las características físicas del material que se utilice como teja dependerá la distribución de los elementos portantes, e influirá en la geometría de la cubierta. Debe tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se usarán preferiblemente tejas en materiales livianos amarradas a los elementos portantes de la cubierta.
- Si se utilizan tejas de barro, estas deben aislarse de los elementos portantes de la cubierta, con el fin de evitar que los elementos de guadua o madera absorban la humedad.
- No está permitido el uso de losas de concreto o de mortero, en las cubiertas de casas de 1 y 2 pisos en bahareque encementado, cuyos diseños sigan los lineamientos del capítulo (E-7) de las NSR-98.

### **Elementos portantes de la cubierta**

Los elementos que soportan las cargas de la cubierta, se dispondrán de acuerdo con la asignación de las tejas a utilizarse (Figura 32). Se debe tener en cuenta:

- Construir los elementos portantes de guadua o madera aserrada vinculados entre sí, de manera tal que haya una repartición uniforme de las cargas de la cubierta sobre los muros estructurales.
- Para garantizar suficiente impermeabilidad en el cierre de cubierta, se podrá disponer de esterilla de guadua clavada sobre los elementos portantes. Sobre la esterilla de guadua se colocará tela asfáltica u otro material impermeable.

5.2.3 Conexión de los diafragmas superiores con los muros estructurales. Los muros estructurales se conectan a los diafragmas superiores según los requerimientos de la (N.S.R.-98).

5.2.3.1 Conexión del entrepiso con los muros estructurales. La conexión de los entrepisos con los muros estructurales, se hará teniendo en cuenta las siguientes indicaciones para la conformación del diafragma (Figura 33).

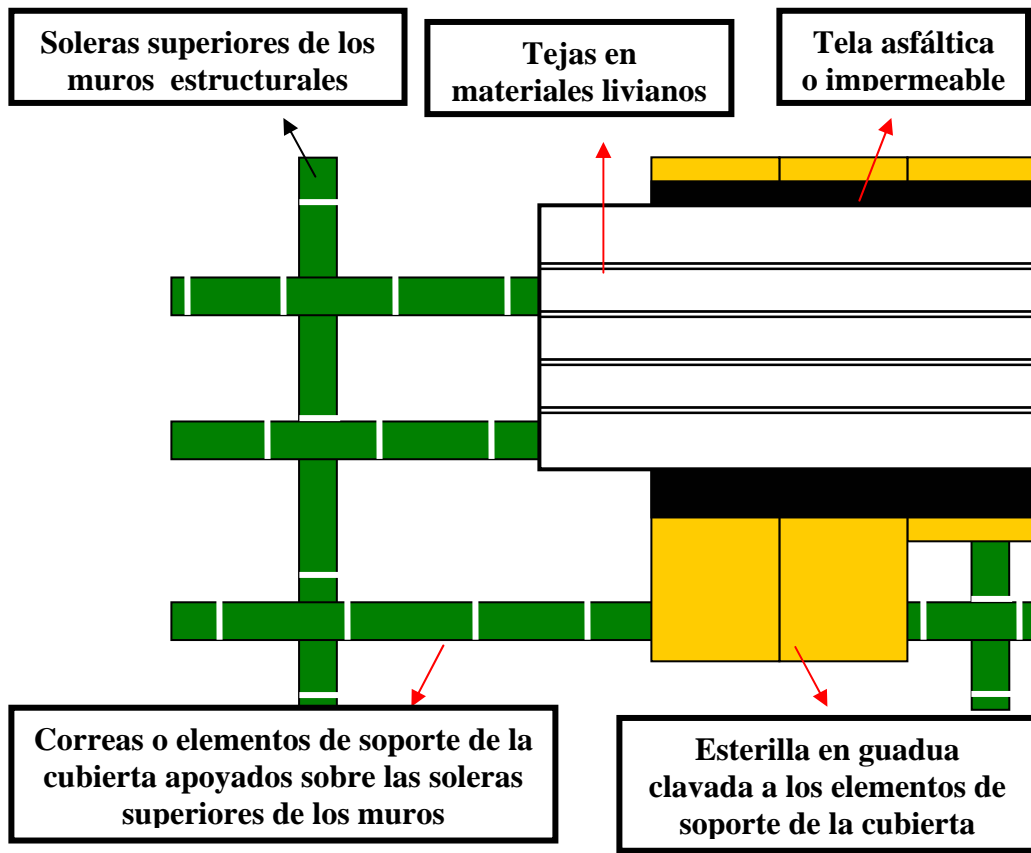
#### **Conexión con muros del 1° nivel**

- Los muros estructurales del 1° nivel se conectan al diafragma del entrepiso a través de los pie-derechos, apoyando los largueros del entrepiso sobre las soleras superiores (carreras) de los muros estructurales.
- Si el muro termina en el entrepiso el último cañuto completo del extremo superior del pie-derecho, se embebe un perno que atraviesa completamente la solera superior y las guaduas dobles que hacen de largueros, ajustándose con tuercas y tornillos (Figura 34).
- Si el muro continúa a través del diafragma de entrepiso, el perno se prolongará hasta embeberse en el primer cañuto completo del pie derecho del muro en el 2° nivel atravesando la solera inferior.
- Deben rellenarse con mortero el cañuto completo y cualquier segmento de cañuto por encima de él, al igual que los cañutos de las soleras y los largueros atravesados por el perno.
- En el extremo superior del pie-derecho se dispone un zuncho de confinamiento.

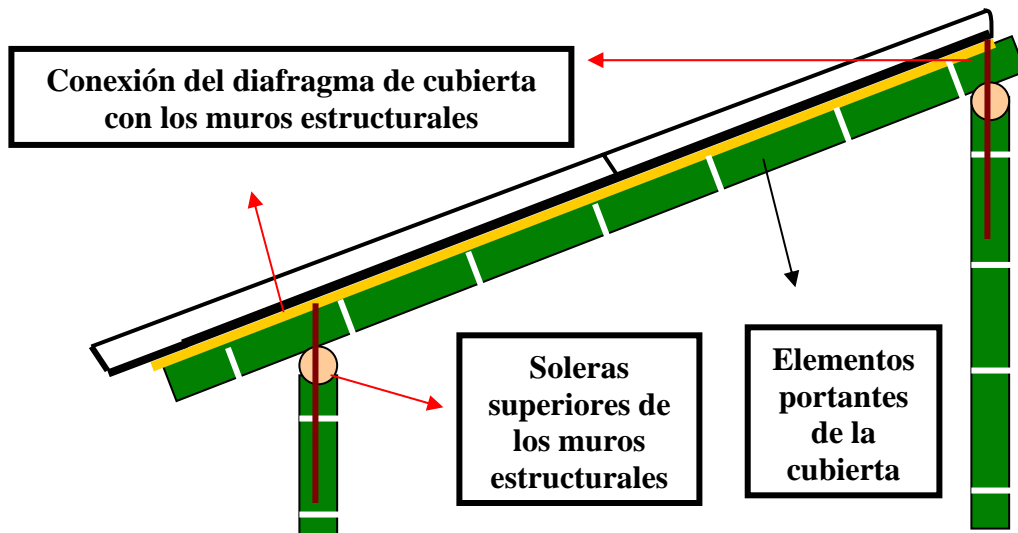
#### **Conexión con muros del 2° nivel**

- Los muros estructurales del 2° nivel se conectan al diafragma del entrepiso a través de los pie-derechos, apoyando las soleras inferiores del muro estructural sobre los largueros.

Figura 32. Vista en planta y alzado de la composición del diafragma de cubierta



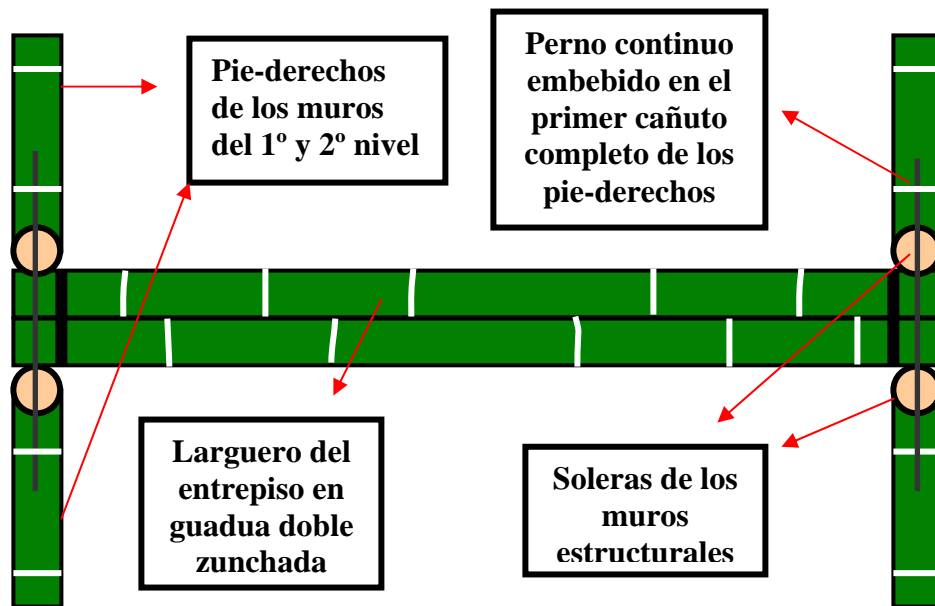
Vista en planta



Vista en alzado

- Para los muros que continúen a través del diafragma de entrepiso los pernos que vienen del 1º nivel atraviesan las soleras inferiores de los muros estructurales, embebiéndose en el primer cañuto completo del extremo inferior del pie-derecho (Figura 35).
- Debe rellenarse con mortero el cañuto completo y cualquier segmento de cañuto por debajo de él.
- El extremo inferior del pie-derecho se confina con zuncho.

Figura 33. Conexión del diafragma de entrepisos con muros estructurales



5.2.3.2 Conexión de la cubierta con los muros estructurales. En las viviendas en bahareque encementado, la unión de los elementos portantes de la cubierta con los muros estructurales que conforman el diafragma a nivel de cubierta, debe seguir las siguientes disposiciones (Figura 36):

- La conexión de los elementos portantes de la cubierta se realiza a través de los pie-derechos de los muros estructurales.
- Un perno se embebe en el último cañuto del extremo superior del pie-derecho, atravesando la solera superior del muro y el elemento portante de cubierta.
- El perno se fijará con tuercas y arandelas al elemento portante de la cubierta.

Figura 34. Detalle de conexión para muros estructurales del 1º nivel terminados en el diafragma de entrepiso

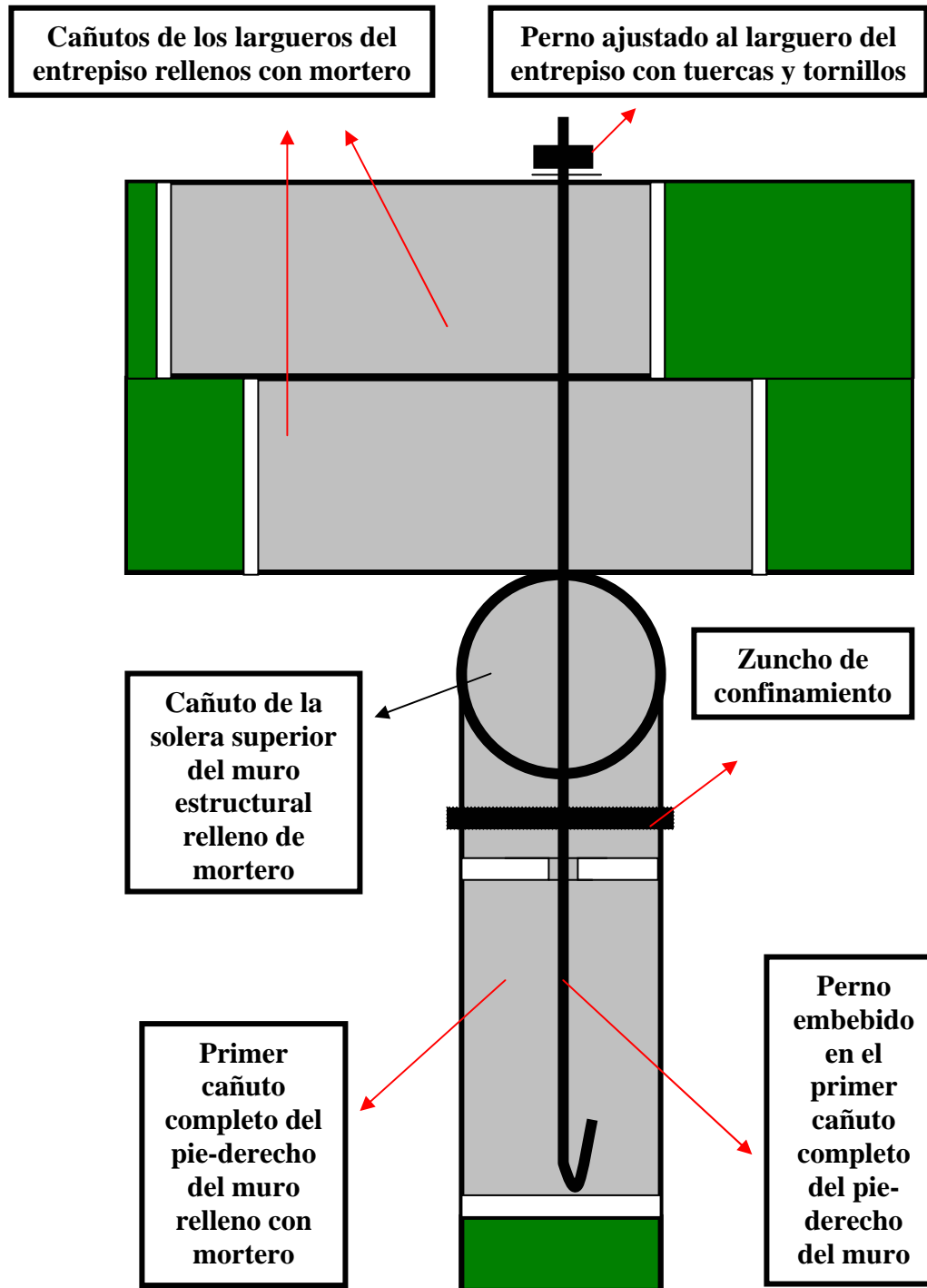
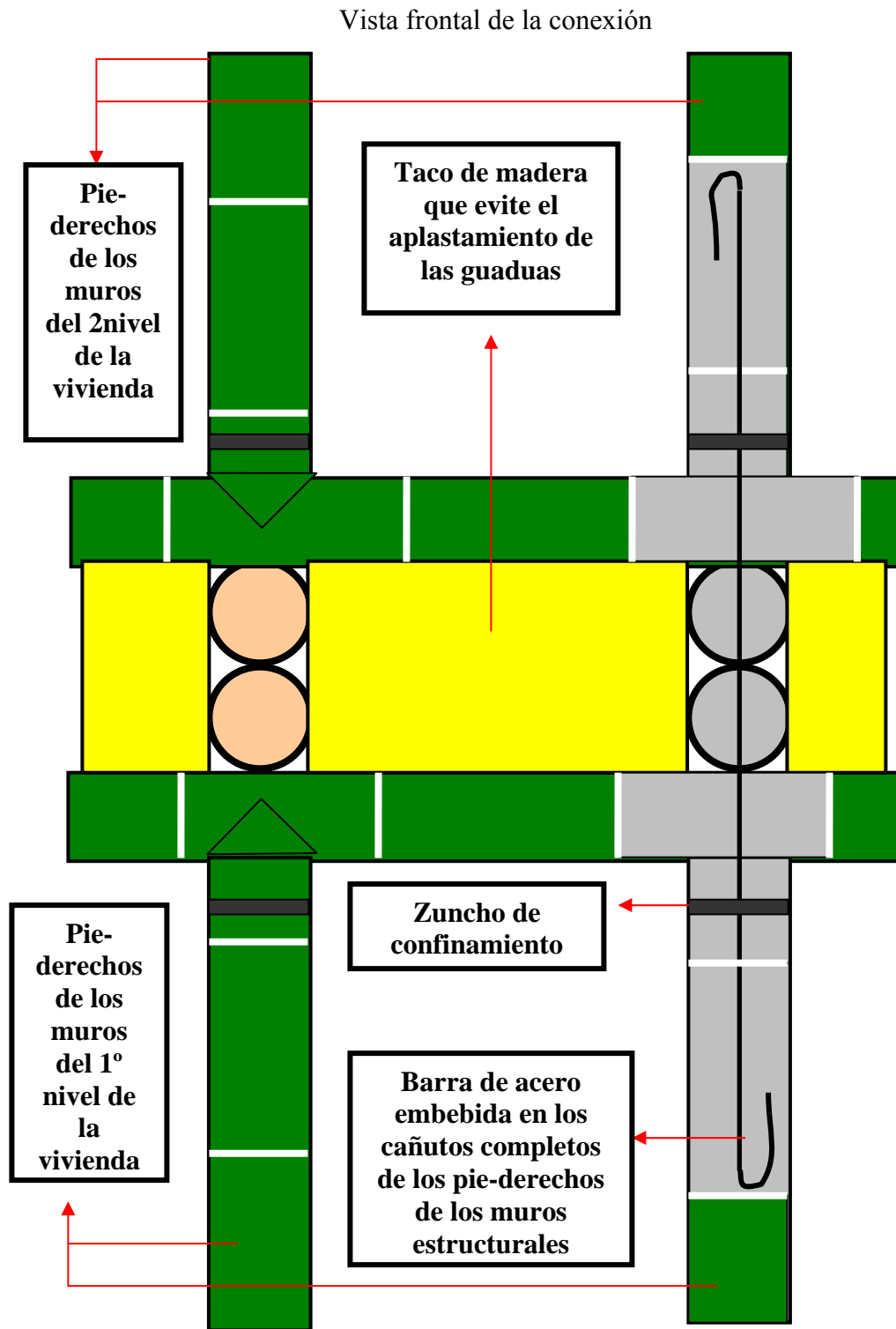
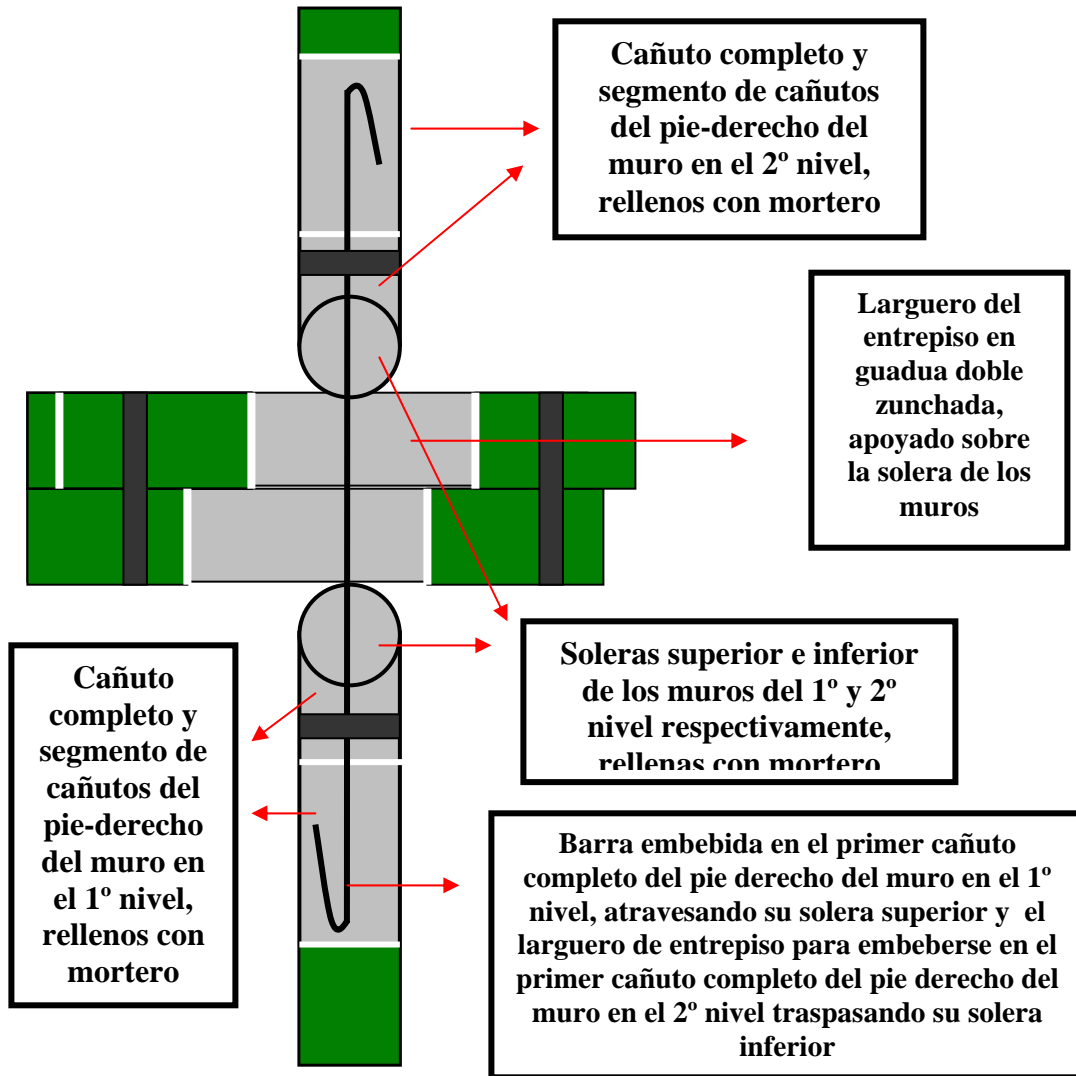


Figura 35. Vistas frontal y lateral del detalle de conexión para muros estructurales continuos a través del diafragma de entrepiso



### Vista lateral de la conexión



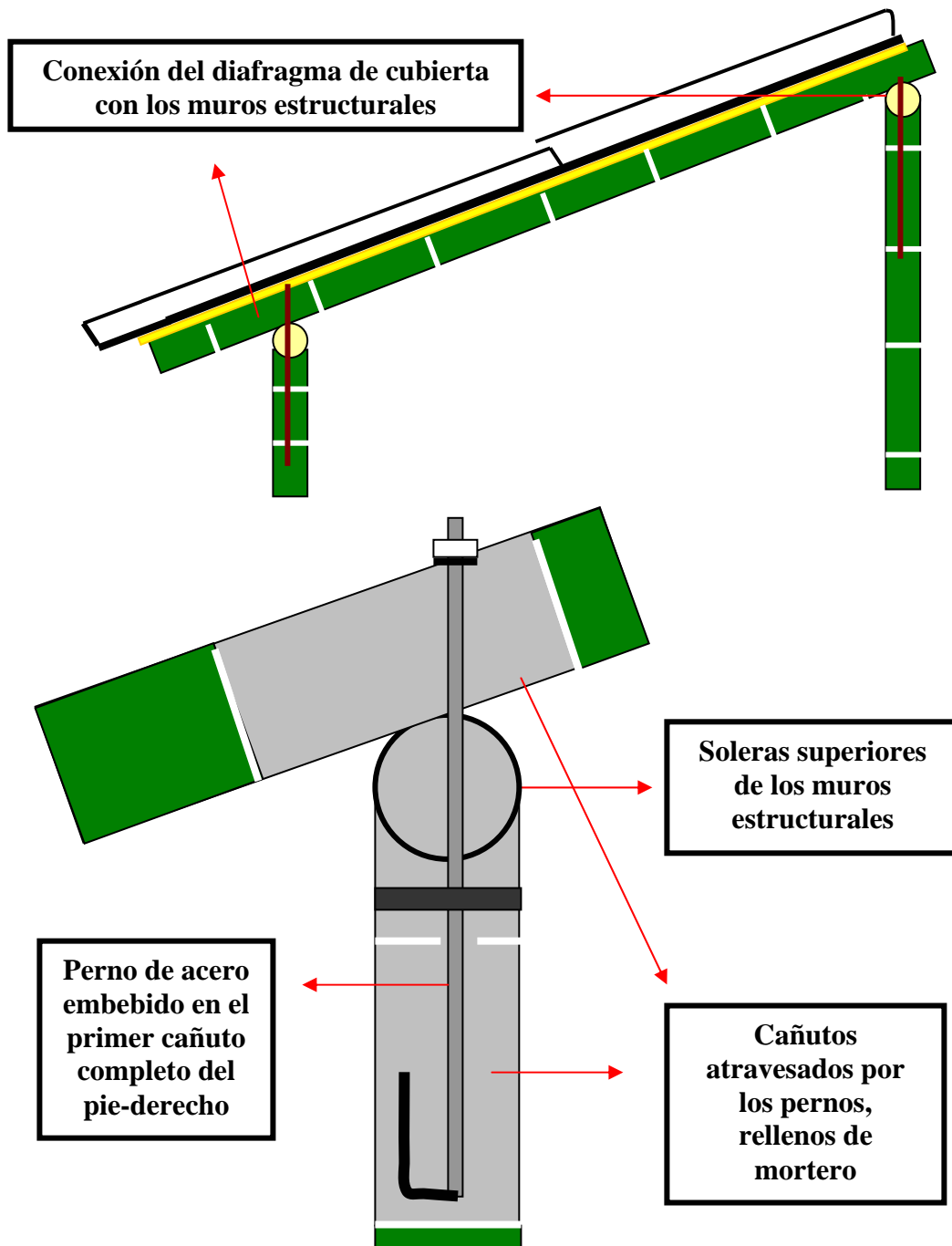
- El cañuto completo y cualquier segmento de cañuto por encima de él, se rellenará con mortero, al igual que los cañutos de las soleras superiores y de los elementos portantes, que sean atravesados por el perno.
- El extremo superior del pie derecho se confina con zuncho.

Si se construyen paneles haciendo de muros estructurales se deberá tener en cuenta:

- Unir las soleras de los paneles mediante un elemento horizontal continuo.

- La conexión con la cubierta se hará embebiendo un perno en el último cañuto completo del extremo superior del pie-derecho del panel, que atraviese la solera superior del panel, el elemento continuo y por último el elemento portante de la cubierta.
- El perno se fijará al elemento portante de la cubierta mediante tuercas y arandelas.

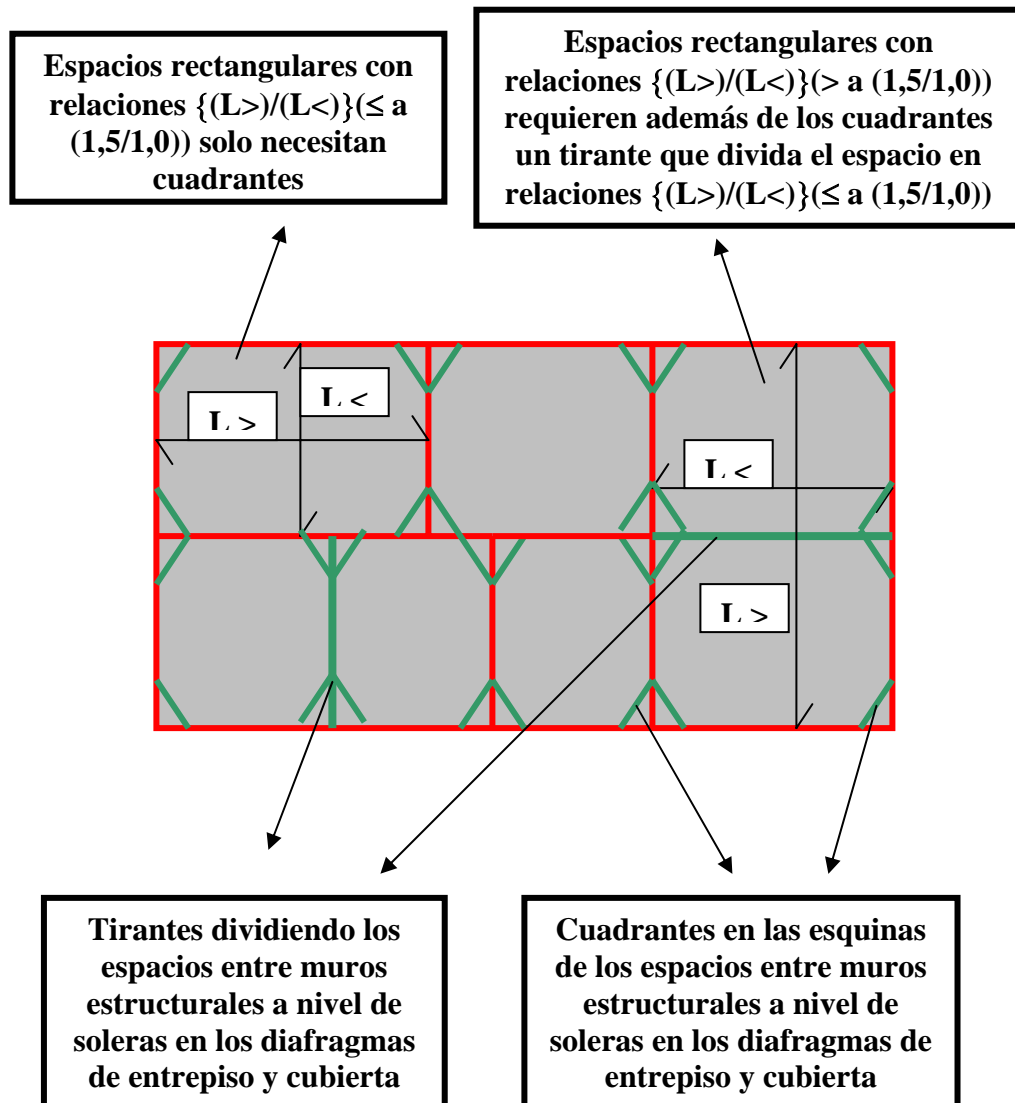
Figura 36. Detalle de la conexión del diafragma de cubierta con los muros estructurales



5.2.3.3 Conexión de tirantes, cuadrantes y cielo rasos. A nivel de entepiso y cubierta deben disponerse tirantes y cuadrantes conectados a las soleras superiores de los muros estructurales, que les garanticen el efecto de diafragma (Figura 37).

- Para espacios rectangulares entre muros cuya relación lado mayor / lado menor  $\{(L>)/(L<)\}$ , sea  $(\leq a (1,5/1,0))$  serán necesarios solo los cuadrantes.
- Para espacios rectangulares entre muros cuya relación lado mayor / lado menor  $\{(L>)/(L<)\}$ , sea  $(> a (1,5/1,0))$ , se dispondrán tirantes que los dividan en espacios con relaciones  $\{(L>)/(L<)\} \leq a (1,5/1,0)$ .

Figura 37. Disposición de tirantes y cuadrantes en los diafragmas de entepiso y cubierta



Para la construcción del cielo raso bajo las estructuras de cubierta o entepiso se debe tener en cuenta:

- Construir el cielo raso en materiales livianos anclados a los elementos de soporte del entepiso o la cubierta.
- Permitir la ventilación de los espacios interiores entre el diafragma y el cielo raso.

## 6. COLUMNAS EN GUADUA

En viviendas en bahareque encementado, las columnas construidas en guadua están encargadas de resistir las cargas verticales.

- Se podrá disponer de columnas o conjunto de columnas, que trabajen de manera aislada o acompañadas de los muros estructurales.
- Se deberá tener en cuenta que las columnas no formen parte del sistema de resistencia sísmica.

### 6.1 UBICACIÓN DE LAS COLUMNAS EN GUADUA

Las columnas que se construyan con guadua se ubicarán en:

- Aquellos sitios donde la posición o magnitud de las cargas de los diafragmas de entrepiso o cubierta sobrepasen la capacidad de resistencia de los muros estructurales.
- Aquellos sitios como galerías, porches o corredores en donde no se pueda disponer de muros estructurales, separadas a distancias “s” (< a (3 m)) una de la otra (Figura 38).

### 6.2 EVALUACIÓN DEL NUMERO DE GUADUAS

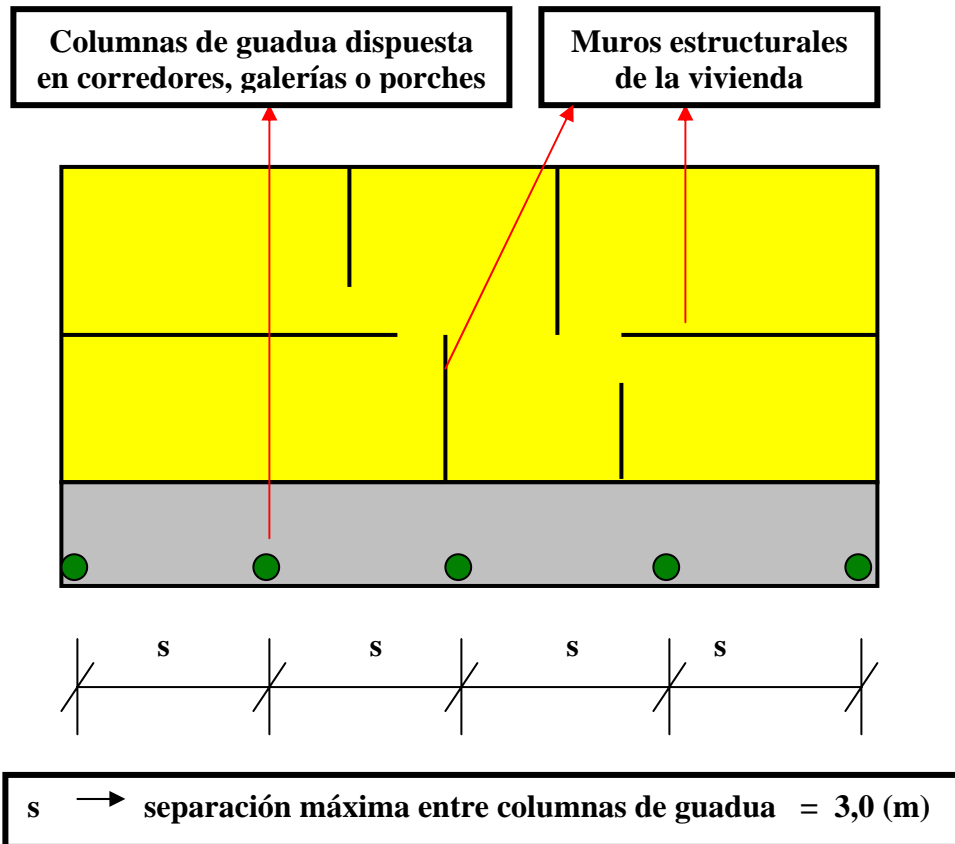
El número de guaduas que se requiere colocar en cada columna, se evaluará por medio de la siguiente expresión:

$$N_c = \frac{P_u}{A_g \times F_c} \geq 1 \quad (3)$$

- (***N<sub>c</sub>***) Número total de guaduas necesarias para conformar la columna.
- (***P<sub>u</sub>***) Carga última de compresión en Newtons (N), calculada con base en el área de la cubierta o entrepiso que deba soportar.
- (***A<sub>g</sub>***) Área de la sección transversal de las guaduas utilizadas en la construcción de la columna en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), que se determina promediando (2) diámetros medidos ortogonalmente entre sí, y (4) espesores medidos en los extremos de cada uno de los diámetros.
- (***F<sub>c</sub>***) Esfuerzo de compresión admisible en (Mpa), establecida en la tabla (E.A-1) del apéndice (E-A) del título E de las NSR-98, para la cual se tienen valores de (4,00 (Mpa)) en muros cuyo entramado se compone de guadua y madera aserrada

perteneciente al grupo C, y de (8,00 (Mpa)) en muros cuyo entramado se construye con solo guadua.

Figura 38. Separación máxima en la disposición de columnas de guadua



### 6.3 CONEXIONES EN COLUMNAS DE GUADUA

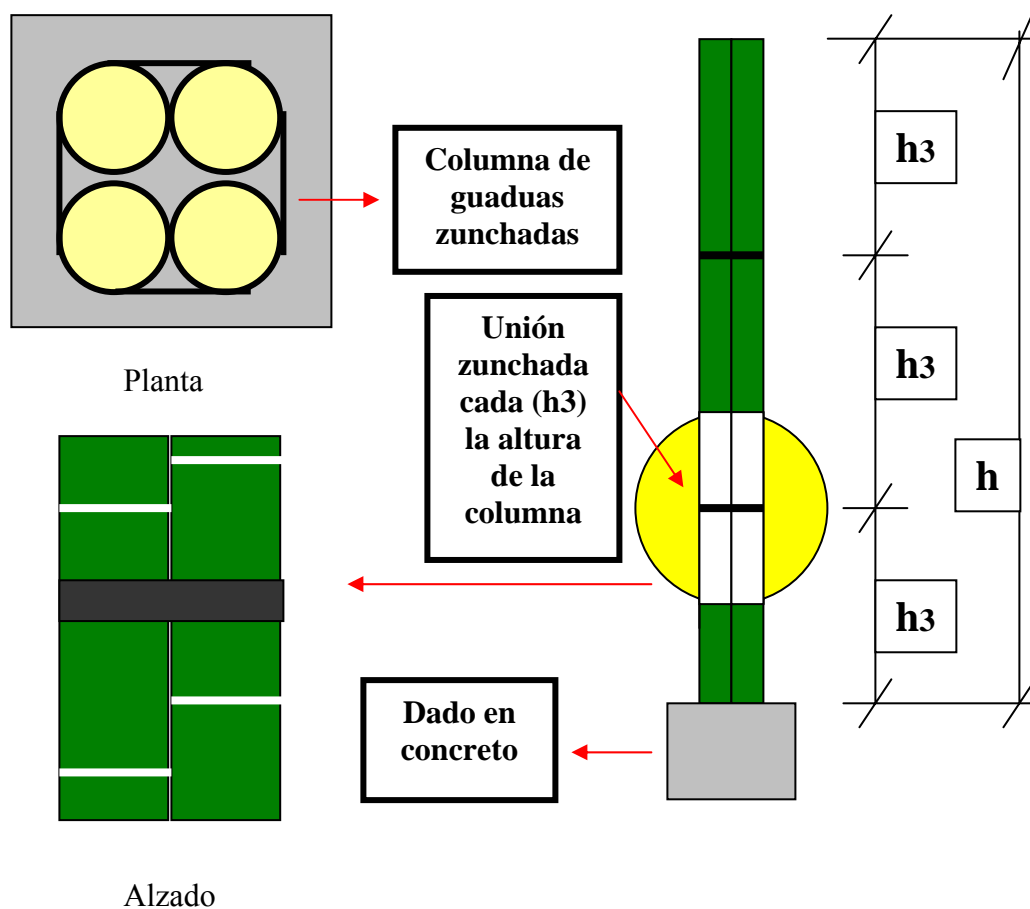
6.3.1 Conexión de las columnas a la cimentación. Para conectar las columnas a la cimentación se requiere:

- Aislar la columna del suelo mediante la construcción de un dado de concreto o mampostería.
- Realizar la conexión descrita para pie-derechos fijados a la cimentación.

### 6.3.2 Conexión entre guaduas que conforman la columna.

- Si la columna requiere más de (1) guadua, estas se conectarán entre sí por medio de zunchos colocados cada (1/3) de la altura de la columna (Figura 39).

Figura 39. Conexión entre guaduas que conforman las columnas



### 6.3.3 Conexión de columnas con los diafragmas superiores.

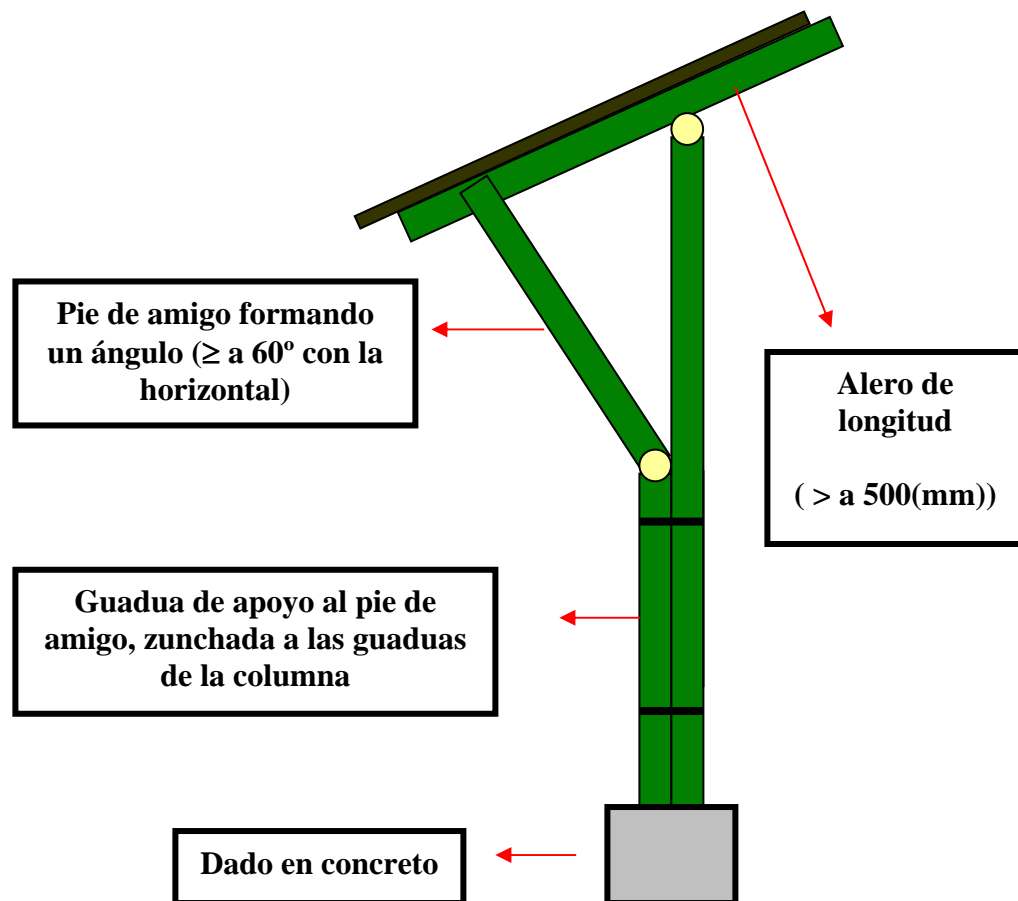
- La conexión de las columnas con los diafragmas que soportan se hacen a través de uniones articuladas, que eviten la transmisión de la flexión a la columna.
- Las columnas compuestas por más de (1) guadua, se conectan a la solera superior de los muros estructurales a nivel de entrepiso o cubierta, mediante un elemento en madera aserrada que realice un completo contacto, entre el elemento y la sección transversal de las guaduas que conforman la columna.

6.3.4 Protección de las columnas de guadua. Para proteger las columnas de guadua que se ubiquen en sitios donde queden expuestas a la acción de la lluvia y los rayos del sol, es necesario dotar las cubiertas de aleros con la suficiente longitud para proteger las guaduas.

En aquellos casos en los que se disponga de cubiertas con aleros de mas de (500 (mm.)) de longitud se debe (Figura 40):

- Construir un pie de amigo con una inclinación ( $>$  de  $60^\circ$ ) con la horizontal.
- Conectar el pie de amigo al extremo exterior del alero.
- Apoyar el pie de amigo sobre una guadua distinta a las que quiere proteger, pero conectada a estas por medio de zunchos y compartiendo con ellas su cimentación.

Figura 40. Conformación de aleros en guadua con longitud ( $>$  a 500 (mm))



## 7. REQUERIMIENTOS ESPECIALES EN EL DISEÑO DE CASAS EN BAHAREQUE ENCEMENTADO

### 7.1 JUNTAS Y ADICIONES

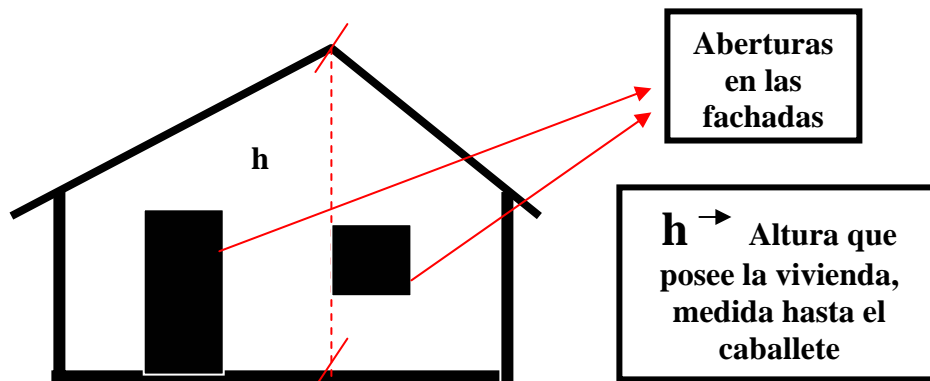
7.1.1 Juntas sísmicas. Las juntas sísmicas consisten en espacios que separan las viviendas entre sí desde el nivel de sobrecimientos, permitiendo compartir su cimentación.

7.1.1.1 Separación mínima. El espacio mínimo de separación " $Sm$ " (en m) entre las viviendas, se valora como " $j$ " veces la medida de la altura " $h$ " que posee (en m), desde el nivel de acabado del piso útil hasta el caballete de la cubierta (Figura 41), conforme la evaluación de la expresión (4).

$$Am = (j \times h) \quad (4)$$

- En viviendas con (+) del 25% de aberturas en sus fachadas ( $j = 0,020$  m/m).
- En viviendas con (-) del 25% de aberturas en sus fachadas ( $j = 0,015$  m/m).

Figura 41. Evaluación de la altura al caballete para la determinación de la separación mínima  $Sm$  de las juntas sísmicas en viviendas de bahareque encementado



7.1.1.2 Ubicación de las juntas sísmicas. Deben hacerse juntas sísmicas entre:

- Viviendas construidas en bahareque encementado y viviendas construidas en otros materiales, que hagan parte de conjuntos de casas medianeras.
- Viviendas construidas en bahareque encementado de manera independiente o conformado conjuntos de casas medianeras, que presenten relaciones largo sobre ancho ( $(L/A) > a 3$ ) (Figura 42).
- Cimentaciones de viviendas, espaciadas a una distancia ( $D \leq a 30$  (m)) (Figura 43).

Figura 42. Relaciones de casas medianeras en la determinación de la ubicación de juntas sísmicas

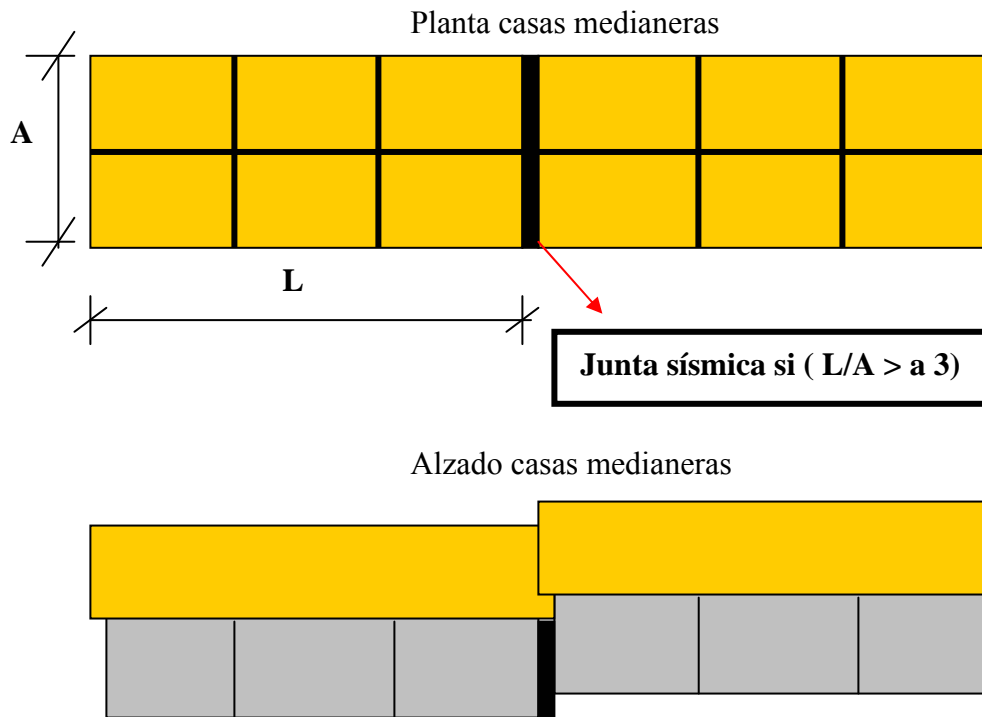
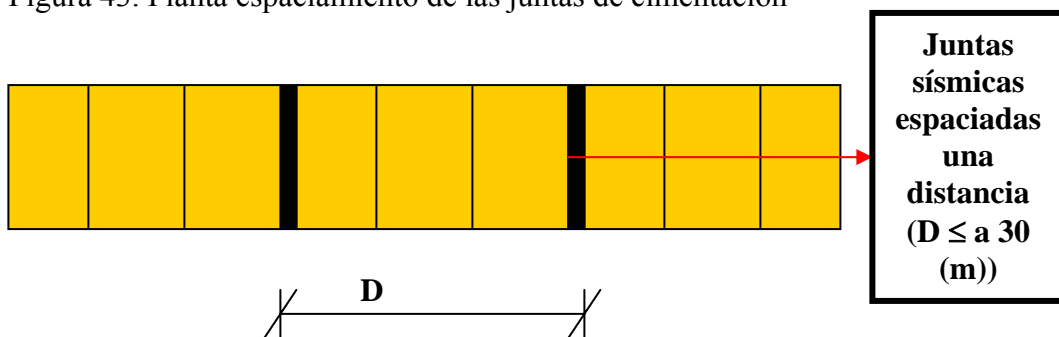


Figura 43. Planta espaciamiento de las juntas de cimentación



### 7.1.2 Adiciones en viviendas de bahareque encementado.

- Las adiciones o reformas en otros materiales que se proyecten dentro de las viviendas construidas con muros en bahareque encementado, deben disponer de cimientos independientes a los de la vivienda.
- Se prohíbe la modificación o cambio de las fachadas en bahareque encementado por las de mampostería.
- Los enchapes de las fachadas se fijarán de manera segura a los muros, evitando la colocación de enchapes pesados.
- Las zonas húmedas se deberán enchapar completamente, asegurándose de pegar el enchape con mortero impermeabilizante.

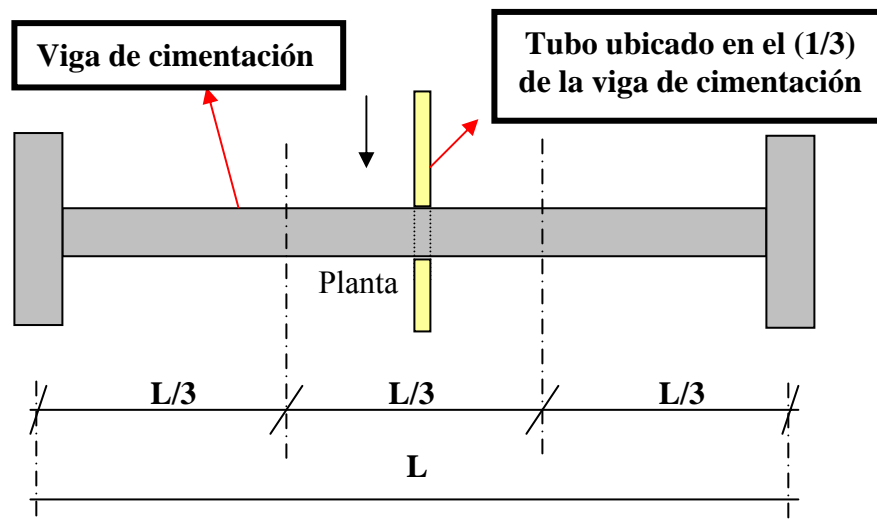
## 7.2 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

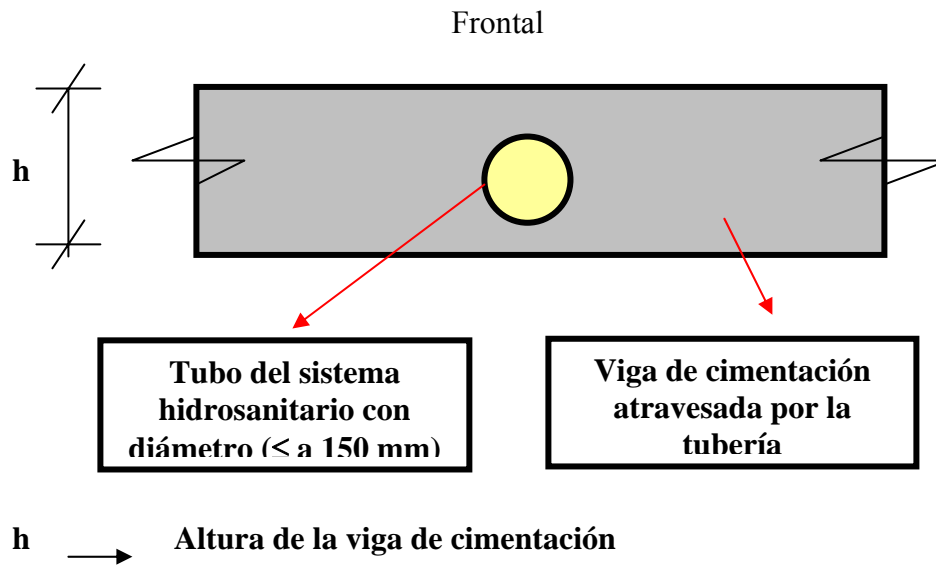
Dentro del diseño de las viviendas en bahareque encementado, las instalaciones hidrosanitarias deben dar cumplimiento a los requerimientos determinados en la NSR-98.

7.2.1 Instalaciones empotradas. La instalación de la tubería del sistema hidrosanitario que atraviesan las vigas que conforman la malla de cimentación, debe cumplir con los siguientes requerimientos (Figura 44):

- Los diámetros de los tubos deben ser ( $\leq$  a 150 (mm.)).
- Los tubos con diámetros ( $>$  a 60 (mm.)) deben estar ubicados en el (1/3) central de la viga de cimentación que atraviesa.
- Se pueden perforar las mallas de cimentación con tubos de diámetros ( $\leq$  a 60 (mm.)), sin requisitos especiales.

Figura 44. Vista en planta y frontal de la instalaciones sanitarias empotradas

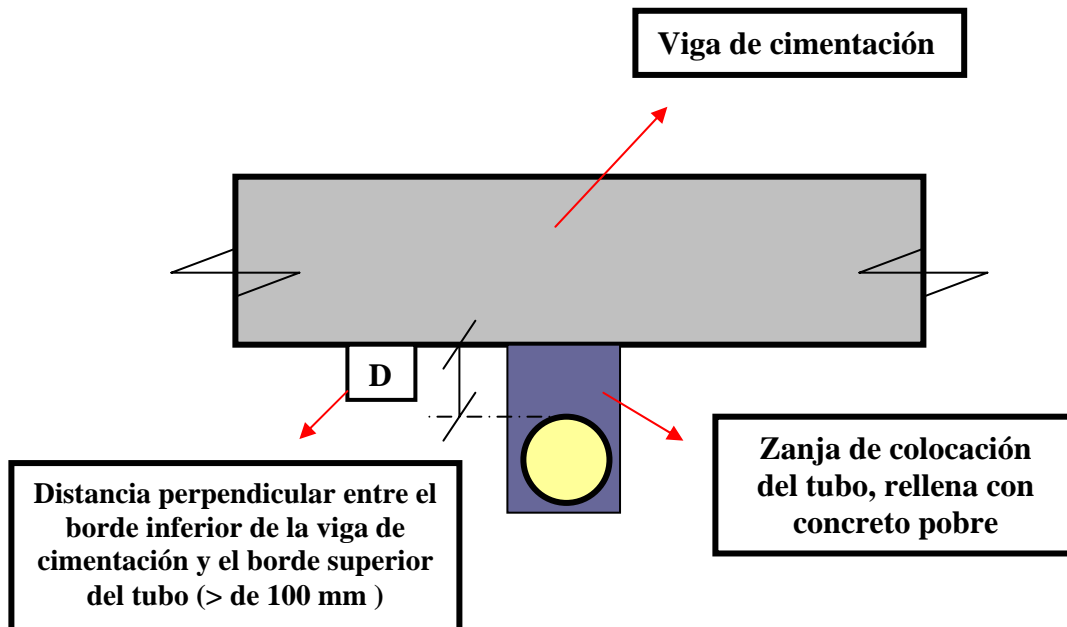




7.2.2 Instalaciones enterradas. Los tubos de las instalaciones hidrosanitarias que pasan por debajo de la malla de cimentación, deben cumplir con (Figura 45):

- La distancia perpendicular desde el borde inferior de la malla y el borde superior del tubo debe ser ( $>$  de (100 mm.)).
- El espacio libre de la intersección entre la malla y la zanja de colocación del tubo, debe rellenarse con concreto pobre.

Figura 45. Vista frontal de las instalaciones sanitarias enterradas



### 7.3 CONSTRUCCIONES SOBRE LADERAS Y SUELOS COMPRESIBLES

Para los casos en que se requiera la construcción de estructuras de contención en hormigón armado, el diseño de dichas estructuras debe cumplir con los requisitos del título H de las NSR-98.

7.3.1 Laderas. Garantizar la estabilidad de la cimentación de las viviendas construidas en terrenos con pendientes ( $>$  al 20%) requiere:

- Disponer de pilares en concreto en las esquinas e intersecciones de la malla de cimentación, que soportan los muros estructurales en el borde exterior de la ladera, separados una distancia centro a centro ( $<$  a 5 (m)).
- Los pilares estarán anclados al suelo de fundación con una longitud ( $\geq$  a 1 (m)).
- En cada una de las esquinas o intersecciones de las mallas de cimentación, donde se hayan dispuesto los pilares, se deberá construir una canastilla con (4) barras de acero N° 4 (diámetro en pulgadas = (1/2")) con dimensiones de (150 (mm.) x 150 (mm.)).
- La canastilla deberá anclarse a los elementos de la viga de cimentación y penetrar dentro del pilar una distancia ( $\geq$  a 500 (mm.)).

7.3.2 Suelos Compresibles. Los suelos sobre los que se proyecta la construcción de la vivienda y que presenten alta compresibilidad, con valores de capacidad portante ( $<$ s) de (0,05 (Mpa) = 5 (Ton/m<sup>2</sup>)) podrán acondicionarse para su utilización construyendo una plataforma de suelo mejorado para lo cual se tiene en cuenta:

- Realizar la compactación mecánica del suelo.
- Construir mínimo (3) capas de altura (h = 100 (mm.)).
- El suelo mejorado debe presentar una densidad Proctor de (90%).

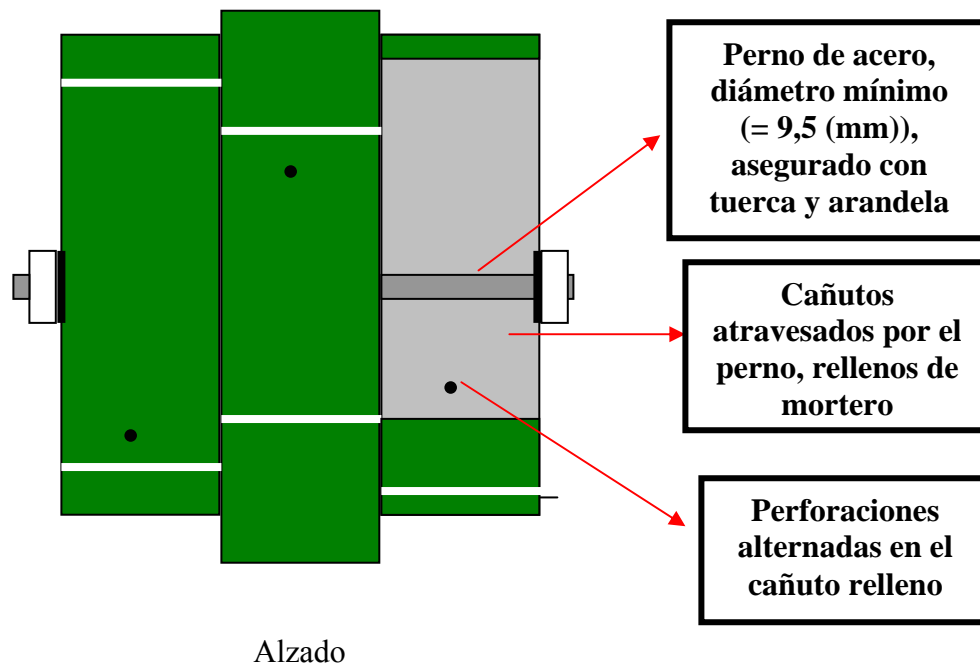
### 7.4 CONEXIONES

7.4.1 Conexiones pernadas. Se utilizan para la unión entre elementos resistentes del sistema estructural (Figura 46).

- Todo cañuto de guadua que requiera ser atravesado por pernos o barras en acero, se debe rellenar completamente con mortero de cemento que tenga la fluidez necesaria para poderlo inyectar con baja presión.
- El mortero se vacía a través de perforaciones realizadas en puntos próximos a los tabiques de cada extremo del cañuto en sitios alternos.
- El mortero se inyecta por uno de los orificios con la ayuda de un embudo o de una bomba manual, permitiendo la salida del aire por el otro extremo.

- Las perforaciones se deben realizar con taladros de alta velocidad evitando los impactos sobre la guadua a la hora de taladrarlos.

Figura 46. Detalle de las conexiones pernadas con elementos de guadua



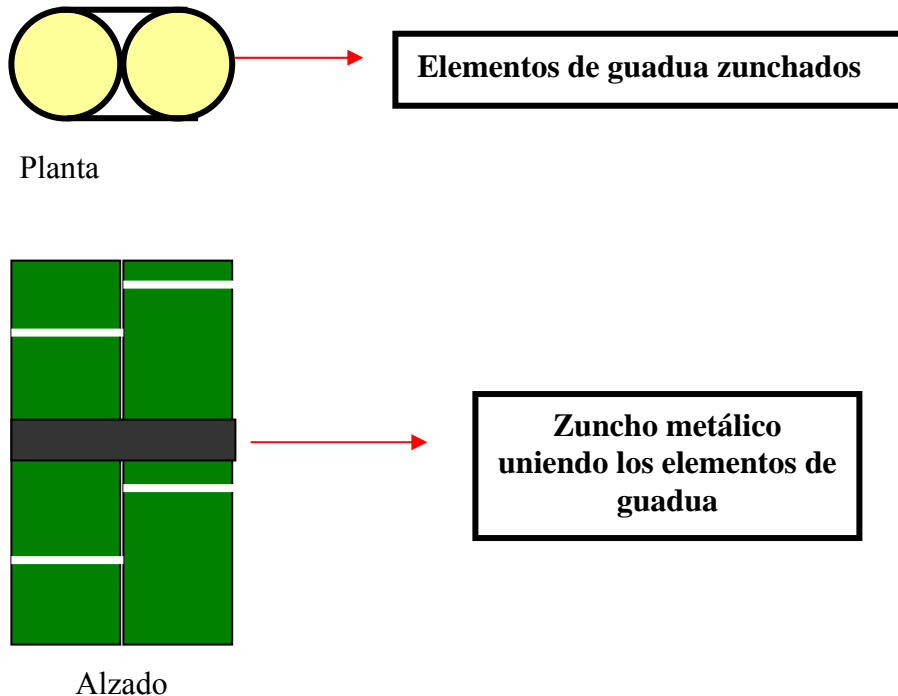
#### 7.4.2 Conexiones clavadas.

- Solo se acepta la utilización de clavos en:
  - La unión entre elementos del entramado de muros.
  - El ajuste temporal durante el proceso de armado del sistema.
- No se permite su utilización en la conexión de elementos rollizos de guadua, debido a la fisuración longitudinal de la guadua, generada por la penetración de los clavos.

7.4.3 Conexiones zunchadas. Consiste en pletinas que abrazan las guaduas ajustándose a ellas (Figura 47).

- Pueden utilizarse cuando se requiera disponer de una conexión articulada.
- En aquellas conexiones zunchadas que requieran resistir esfuerzos de tracción, el diseño de la pletina debe garantizar su resistencia ante estos esfuerzos.
- El esfuerzo máximo de tracción que pueda resistir la conexión zunchada debe ser ( $\leq$  a 10 (kN.)).

Figura 47. Detalle de las conexiones zunchadas entre elementos de guadua



### 7.5 CALIDAD DE LOS MATERIALES

Los materiales utilizados para la construcción de viviendas con muros en bahareque encementado, deben cumplir con los requisitos estipulados en la NSR-98 que determinan la calidad de los mismos.

7.5.1 La guadua. La guadua es un pasto gigante que por su versatilidad es muy utilizado en la construcción de diverso tipo de estructuras. Los estudios sobre los que se basan los requerimientos establecidos en el capítulo (E-7) de las NSR-98, se realizaron con guadas de la especie "Angustifolia" (hoja angosta) que ha sido la de mayor estudio en el país.

7.5.1.1 Partes de la guadua. La guadua es un elemento rollizo conformado por tabiques y cañutos (entrenudos), que se reparten continuamente en toda su longitud. La guadua es un material amorfo por lo cual sus dimensiones varían tanto de una guadua a la otra como en un mismo tallo de guadua. Presentan normalmente diámetros promedios de (100 (mm.)), y cañutos de longitud promedio (= a 300 (mm.)).

Los tallos de las guaduas adultas poseen una longitud aproximada de (20 (m)) divididos en las siguientes partes que se utilizan en la construcción de viviendas:

- Cepa. De longitud promedio (= a 3(m)), es la parte con mayor diámetro, utilizada preferiblemente para la conformación de columnas.
- Basa. De longitud promedio (= a 8(m)), es la parte más comercial de la guadua y se usa preferiblemente para la conformación del entramado de los muros, y la elaboración de la esterilla.
- Sobrebasa. De longitud promedio (= a 4(m)), se utiliza preferiblemente como largueros en la conformación de los entrepisos, y en la disposición de elementos portantes de cubiertas.
- Varillón. De longitud promedio (= a 3(m)), utilizados comúnmente como elementos de soporte de cubiertas.
- Copa. De longitud aproximada (= a 2(m)), no tiene ninguna utilidad estructural.

Las partes de la guadua se pueden combinar si se requiere disponer de elementos de determinadas longitudes.

7.5.1.2 Aprovechamiento de las guaduas. Las guaduas usadas en la construcción de viviendas deben cumplir con unas condiciones mínimas para su aprovechamiento.

- Las guaduas utilizadas deben ser guaduas maduras (hechas) mayores de 4 años, reconocibles por que en este estado los tallos se cubren con manchas liquenosas.
- El contenido de humedad permitido para el corte de las guaduas estará entre el (10% y el 20%) o próximo a la humedad de equilibrio ambiental para maderas, especificada en el “Manual de diseño de maderas del grupo andino”, (figura (2.3), numeral (2.2.1.) “Influencia del secado sobre elementos de madera”).
- Las guaduas que se requieren utilizar deben tener tallos rectos sin torceduras importantes, que no presenten rajaduras ni perforaciones.
- El corte de las guaduas debe hacerse a ras por encima del primer o segundo tabique.
- Se recomienda hacer un curado en la mata (desangrado), colocando el tallo recostado lo más vertical posible a las guaduas dentro del gradual durante aproximadamente 4 semanas. Deberá colocarse en la base del tallo un elemento que lo aisle del suelo.
- Para el secado de las guaduas se dispondrá de un sitio en donde estén protegidas de la acción de la lluvia y el sol.

7.5.1.3 Inmunizado de las guaduas. Con el fin de evitar el ataque de insectos y hongos, la guadua deberá inmunizarse con un método de preservación que la proteja. El centro nacional para el estudio del bambú-gadua, recomienda la utilización del siguiente método, para el inmunizado de los elementos de guadua que no queden expuestos a la intemperie.

- La mezcla utilizada es una solución salina llamada “pentaborato”.
- Las proporciones de esta mezcla son:
- Un kilogramo (1 (Kg.)) de ácido bórico.
  - Medio kilogramo (1/2 (Kg.) de bórax.
  - Cincuenta litros (50 (Lt)) de agua.
- Esta cantidad sirve para inmunizar aproximadamente (40 (ml.)) de guadua.
- Para hacer mas efectiva la acción del inmunizante se recomienda realizar perforaciones alternas en los cañutos de la guadua cerca de los tabiques, con broca de diámetro (= a (1/16”)), procediendo a sumergirlas en el inmunizante por un lapso de tiempo de ( 5 a 8 horas).

#### 7.5.1.4 Requerimientos en el diámetro de las guaguas.

- El diámetro de las guaguas utilizadas como pie- derechos en la elaboración de los muros debe ser ( $\geq$  a 80 (mm.)).
- El diámetro de las guaguas utilizadas como soleras de los muros debe ser ( $\geq$ ) al diámetro de las guaguas utilizadas como pie-derechos.

#### 7.5.2 La madera

- La clasificación mecánica de las maderas determinadas por (G.1.3.4) de las NSR-98, para la construcción de viviendas en bahareque encementado establece el uso de maderas pertenecientes al grupo C.
- La densidad básica de las maderas debe estar entre (400 (kg/m<sup>3</sup>)) y (550 (kg/m<sup>3</sup>)), definidas como el cociente entre la masa de la madera secada al horno y el volumen de la madera en estado verde.
- La obtención de las maderas debe cumplir con las disposiciones del Código de Recursos Naturales Renovables o las del Ministerio del Medio Ambiente.

#### 7.5.3 Cal, cemento y agregados

- La calidad de la cal y del cemento utilizados, están determinadas según las Normas Técnicas de Construcción (NTC):
  - Cemento Portland, NTC 121 (ASTM 321).
  - Cemento para mampostería, NTC 4050 (ASTM C91).
  - Cal viva, NTC 4046 (ASTM C 51).
  - Cal hidratada, NTC 4019 (ASTM C270).
- Los agregados, deberán cumplir con lo expuesto en la norma NTC 174 (ASTM C33).
  - El agregado fino para la fabricación de morteros o concretos será arena cernida en malla N° 8.

7.5.4 Mortero. El mortero de cemento utilizado para el revoque de muros, recubrimiento de pisos y relleno de los cañutos de la guadua, deberá cumplir con las especificaciones establecidas en las normas, NTC 3329 (ASTM C270) y NTC 3356 (ASTM C1142).

7.5.4.1 Clasificación mínima. La clasificación mínima permitida para la fabricación del mortero, será la perteneciente al mortero tipo N (Tabla 35).

Tabla 35. Proporción de volúmenes en morteros tipo N

Cemento Pórtland	Cal Hidratada	Cemento para Mampostería	Arena / Material Cementante	
			Mínimo	Máximo
1	0,5 a 1,25	No aplica	3,00	4,50
0	No aplica	1	3,00	4,00

En la preparación del mortero se debe tener en cuenta:

- Buena plasticidad, consistencia y capacidad de retener el agua mínima, para la hidratación del cemento.
- El esfuerzo a la compresión será de ( $f'_{cp} = 7.5$  (Mpa)), según ensayo de resistencia a la compresión a 28 días en cubos de (50 (mm.)) de lado, o en cilindros de (70 (mm.)) de diámetro, por (150 (mm.)) de altura, correlacionando los resultados a los cubos como referencia.
- Flujo mínimo = 110%, ensayo realizado según NTC 4050 (ASTM C91).
- Retención mínima de agua = 75%, ensayo realizado según NTC 4050 (ASTM C91).
- Preparar el mortero en seco, o con agua de amasado suficiente para obtener la plasticidad requerida.
- El tiempo de amasado debe ser suficiente para obtener uniformidad en la mezcla, sin segregación.

7.5.5 Concreto. Las especificaciones de la calidad del concreto utilizado para la construcción de las vigas de cimentación y los elementos adicionales que se necesiten disponer en la vivienda, serán las que estipula el capítulo (C.3) de las NSR-98.

- El tamaño máximo nominal del agregado grueso deberá ser  $\leq a$  :
  - 1/5 de la dimensión menor entre los lados de la formaleta.
  - 1/3 del espesor de las lozas.
  - $\frac{3}{4}$  del espaciamiento libre mínimo entre las barras de refuerzo.
- El esfuerzo a la compresión del concreto debe ser mínimo de ( $f'_c = 17$  (Mpa)).

### 7.5.6 Acero y mallas de refuerzo

#### 7.5.6.1 Acero de refuerzo longitudinal.

- El acero de refuerzo longitudinal para las armaduras de los cimientos y elementos adicionales del diseño, debe ser acero corrugado que cumpla con la NTC 2289 (ASTM A706).
- El esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo longitudinal debe ser de ( $f_y = 420$  (Mpa)).

#### 7.5.6.2 Acero de refuerzo transversal.

- El acero de refuerzo transversal para las armaduras de los cimientos y elementos adicionales del diseño, podrá ser acero liso que cumpla con la NTC 161 (ASTM A615).
- El esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo transversal debe ser de ( $f_y = 235$  (Mpa)).

#### 7.5.6.3 Acero de bastones verticales para anclaje.

- El esfuerzo de fluencia del acero de los bastones verticales para el anclaje de los muros estructurales debe ser de ( $f_y = 250$  (Mpa)).

7.5.6.4 Mallas de refuerzo. Las mallas de refuerzo del revoque, que pueden utilizarse en la construcción de muros en bahareque encementado son:

- Malla de alambre trenzado con máximo:
  - (1,25 (mm.)) de diámetro (BWG calibre 18).
  - (25,4 (mm.)) de abertura hexagonal.
- Malla de alambre electrosoldado con máximo:
  - (1,25 (mm.)) de diámetro (BWG calibre 18).
  - (25,4 (mm.)) de abertura cuadrada.
- Malla de revoque de lámina metálica expandida, sin vena estructural.
- Malla de revoque de lámina metálica expandida, con vena estructural.

#### 7.5.7 Pernos y elementos metálicos de conexión

- Los pernos de conexión podrán fabricarse con barras de rosca continua o roscada en obra.
- Los pernos y platinas de las conexiones deben ser de acero estructural con esfuerzo de fluencia ( $f_y \geq 23$  (Mpa)).

- Las perforaciones para los pernos se deben hacer con un diámetro de (1,6 (mm.)) mayor que el diámetro del perno.

#### 7.5.8 Mampostería

- Las unidades de mampostería utilizadas para la construcción de los sobrecimientos pueden ser de concreto, arcilla o silical.
- Las unidades de bloque con perforación vertical deben cumplir con la NTC 4026 (ASTM C90).

## 8. EJEMPLO DE DISEÑO DE VIVIENDA EN BAHAREQUE ENCEMENTADO

Como una aplicación del uso de la presente guía, se desarrolla a continuación el diseño de una vivienda de un piso en bahareque encementado, ajustado a los requisitos que establece el capítulo (E-7) de las NSR-98.

### 8.1 ANTEPROYECTO

8.1.1 Planteamiento del problema. El alto déficit habitacional en las comunidades de las zonas rurales del país, es un problema acrecentado en gran medida por las condiciones económicas de la población y por el difícil acceso a los materiales para la construcción de las viviendas, lo que encarece aún más su valor. Como parte del trabajo de la práctica empresarial en la Secretaría de Desarrollo Físico de la Gobernación del Tolima, hemos tenido la oportunidad de realizar visitas técnicas a las comunidades rurales de los municipios de San Antonio y Valle de San Juan, con el fin de evaluar el estado de las viviendas, pudiendo constatar el grave deterioro y la falta de criterios técnicos en su construcción, evidenciando la ausencia de propuestas que mitiguen de algún modo este problema.

8.1.2 Justificación. Una propuesta de vivienda en bahareque encementado, nos da la oportunidad de brindar una solución habitacional acorde a las necesidades de la población rural, que por un lado tendrá una opción de vivienda construida con base en un material que como la guadua, abunda en gran parte de la zona andina del país y que en cierta medida es de fácil adquisición en estas zonas rurales, y por otro lado se podrá contar con una vivienda digna que le brinde la seguridad a sus habitantes de estar diseñada bajo criterios técnicos de sismo-resistencia avalados por las NSR-98.

### 8.2 PROPUESTA DE VIVIENDA

La propuesta de la vivienda en bahareque encementado se basa en el análisis de las consideraciones de tipo conceptual, físico y normativo determinados para el desarrollo del proyecto. Las consideraciones que determinan la propuesta de vivienda tomada como ejemplo en la presente guía de diseño son:

- La población objetivo del proyecto de vivienda en bahareque encementado, son todas aquellas comunidades rurales (en este caso las comunidades de los municipios de San Antonio y Valle de San Juan) afectadas por la falta de vivienda o el deterioro

y la deficiente construcción de las mismas. Esta población tiene muy bajos ingresos económicos y encuentran su sustento en el oficio del campo.

- La propuesta de vivienda en bahareque encementado se proyecta como unidades construidas aisladamente en la zona rural, en sitios que presenten condiciones aptas para la construcción y donde se disponga de servicios básicos de agua y energía.
- Se determina una solución de vivienda de interés social de un piso en bahareque encementado, para las comunidades rurales en donde se facilite la adquisición y transporte de la materia prima (la guadua).
- Se dispuso una configuración arquitectónica cuya área de construcción se ajusta a los requerimientos de conformación de figuras geométricas regulares en planta y en alzado (Anexo E). Las dimensiones de la vivienda para el ejemplo propuesto son:
  - Numero de niveles o pisos = 1 nivel.
  - Frente = 8 (m).
  - Fondo = 7 (m).
  - Total área de construcción =  $(7 \text{ (m)} \times 8 \text{ (m)}) = (56 \text{ (m}^2\text{)})$ .
- La distribución de los espacios interiores de la vivienda esta conformada por (Anexo plano planta arquitectónica):
  - Dos (2) habitaciones de dimensiones  $(4 \text{ (m)} \times 3 \text{ (m)})$  cada una.
  - Una (1) sala-comedor de dimensiones  $(4 \text{ (m)} \times 3 \text{ (m)})$ .
  - Una (1) cocina-almacén de dimensiones  $(4 \text{ (m)} \times 3 \text{ (m)})$ .
  - Un (1) baño de dimensiones  $(2 \text{ (m)} \times 2 \text{ (m)})$ .Por ser una solución de vivienda rural se obvió la adecuación de un espacio para el patio.
- Este modelo de vivienda se diseñó para ser construido en zonas de clima templado para lo cual se dispuso de las siguientes configuraciones en la conformación de la cubierta y al altura de los muros (Anexo E)
  - Cubierta del tipo liviano a dos aguas compuesta por:
    - Tejas en lámina metálica sobre esterilla de guadua y tela asfáltica, con una longitud de las tejas (2,5 m).
    - Altura al caballete =  $(3,80 \text{ (m)})$ .
    - Aleros de protección con una longitud =  $(500 \text{ (mm.)})$ .
  - Altura de los muros que soportan los largueros de la cubierta =  $(2,42 \text{ (m)})$ .
  - La disposición de ventanas, puertas, vanos de acceso y espacios de ventilación de la vivienda, se muestran en los planos de planta y fachadas arquitectónicas.
- Para el ejemplo en cuestión, la construcción de la vivienda se supone sobre terreno plano con pendiente ( $< \text{al } 5\%$ ), en zona de amenaza sísmica alta con el mayor valor de aceleración espectral presentado.

### 8.3 DISEÑO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE MUROS EN LA VIVIENDA

Tomando como base la propuesta arquitectónica, se planifica la distribución de los muros estructurales y no estructurales de la vivienda sobre los ejes dispuestos en las dos direcciones principales en planta “X” y “Y”, designando la longitud y dirección de cada uno de los muros que configuran la propuesta de distribución (Anexo E)

- Muros estructurales en la dirección “X”:

- Para el eje A tenemos:

- Muro (A-1) con longitud  $L = 1,0$  (m).
- Muro (A-2) con longitud  $L = 1,0$  (m).
- Muro (A-3) con longitud  $L = 1,0$  (m).
- Muro (A-4) con longitud  $L = 1,5$  (m).

- Para el eje B tenemos:

- Muro (B-1) con longitud  $L = 1,5$  (m).
- Muro (B-2) con longitud  $L = 1,0$  (m).
- Muro (B-3) con longitud  $L = 3,0$  (m).

- Para el eje C tenemos:

- Muro (C-1) con longitud  $L = 3,0$  (m).
- Muro (C-2) con longitud  $L = 2,0$  (m).
- Muro (C-3) con longitud  $L = 3,0$  (m).

- Muros estructurales en la dirección “Y”:

- Para el eje 1 tenemos:

- Muro (1-a) con longitud  $L = 1,0$  (m).
- Muro (1-b) con longitud  $L = 2,0$  (m).
- Muro (1-c) con longitud  $L = 1,5$  (m).

- Para el eje 2 tenemos :

- Muro (2-a) con longitud  $L = 3,0$  (m).

- Para el eje 3 tenemos:

- Muro (3-a) con longitud  $L = 3,0$  (m).

- Para el eje 4 tenemos:

- Muro (4-a) con longitud  $L = 3,0$  (m).

- Para el eje 5 tenemos:

- Muro (5-a) con longitud  $L = 1,0$  (m).
- Muro (5-b) con longitud  $L = 2,0$  (m).
- Muro (5-c) con longitud  $L = 1,5$  (m).

- Muros no estructurales

Se dispuso la ubicación de un muro no estructural sobre el eje B', entre los ejes 2 y 4 separando el espacio para el baño de la vivienda, con una longitud  $L = 1,0$  (m).

8.3.1 Ubicación de los muros estructurales de la vivienda. Analizamos la distribución simétrica de los muros estructurales que conforman el sistema de resistencia sísmica de la vivienda, según los requisitos expuestos en (E.7.11) de las NSR-98.

- Ubicamos los muros estructurales con diagonales en las esquinas de la vivienda y en los extremos de cada conjunto de muros estructurales que se hayan designado dentro de la distribución, cuya disposición y longitud es mostrada en planta (Anexo E)

- Muros estructurales con diagonales ubicados en:

Las esquinas “X-Y” de la vivienda.

- Intersección (eje A – eje 1); compuesta por los muros (A-1) y (1-a).
- Intersección (eje A - eje 5); compuesta por los muros (A-4) y (5-a).
- Intersección (eje C - eje 1); compuesta por los muros (C-1) y (1-c).
- Intersección (eje C – eje 5); compuesta por los muros (C-3) y (5-c).

Los conjuntos de muros para las intersecciones “X-Y” de la vivienda.

- Intersección (eje A - eje 3); compuesta por los muros (A-3) y (3-a).
- Intersección (eje B - eje 1); compuesta por los muros (B-1) y (1-b).
- Intersección (eje B - eje 3); compuesta por los muros (B-2) y (3-a).
- Intersección (eje B - eje 5); compuesta por los muros (B-3) y (5-b).
- Intersección (eje C - eje 2); compuesta por los muros (C-1),(C-2) y (2-a).
- Intersección (eje C - eje 4); compuesta por los muros (C-2),(C-3) y (4-a).

Los extremos de los siguientes muros.

- Sobre el eje A, en el muro (A-2).
- Sobre el eje B, en el muro (B-3).
- Sobre el eje 2, en el muro (2-a).
- Sobre el eje 4, en el muro (4-a).

- Ubicamos los muros estructurales sin diagonales en los sitios en que no hacen parte de los extremos de los conjuntos de muros estructurales, cuya disposición y longitud es mostrada en planta (Anexo E).

- Muros estructurales sin diagonales en:

Los segmentos medios de los siguientes muros:

- Sobre el eje B, segmento medio del muro (B-3).
- Sobre el eje C, segmentos medios de los muros (C-1) y (C-3).
- Sobre el eje 2, segmento medio del muro (2-a).
- Sobre el eje 4, segmento medio del muro (4-a).

8.3.2 Evaluación de la longitud mínima de los muros estructurales. Calculamos la expresión (*I*) que determina la longitud mínima de muros estructurales que debemos disponer, en cada una de las direcciones principales en planta para el modelo de vivienda propuesto en este ejemplo, bajo el criterio de asegurar que el diseño de vivienda sirva para ser desarrollado en zonas de amenaza sísmica alta con el mayor valor de aceleración espectral ( $A_a = 0,40$ ) (Ver tabla N°):

$$L_i \geq C_b \times A_p \quad (I)$$

En este caso el valor de las variables es:

·  $C_b$  = Coeficiente de densidad para zona de amenaza sísmica alta con  $A_a = 0,40$

➔  $C_b = 0,32 \text{ (m-1)}$

·  $A_p$  = área de la cubierta

➔  $A_p = 8\text{(m)} \times 7\text{(m)} = 56 \text{ (m}^2\text{)}$

➔  $C_b \times A_p$

➔  $[0,32 \text{ (m-1)}] \times 56\text{(m}^2\text{)} = 17,92 \text{ (m)}$ .

Se requiere que en cada una de las direcciones principales en planta hayan sido distribuidos una longitud mínima de muros estructurales ( $\geq$  a 17,92 (m)).

Todos los muros de la vivienda tendrán revoque por ambos lados del entramado, por lo tanto la longitud efectiva de los muros estructurales es igual a su longitud real.

Cuantificamos la longitud de los muros estructurales dispuestos en cada dirección.

• Para la dirección “X” tenemos una longitud total de muros estructurales  $L_x$ :

· Longitud de muros estructurales en el eje A,  $L_A = 4,5 \text{ (m)}$ .

· Longitud de muros estructurales en el eje B,  $L_B = 5,5 \text{ (m)}$ .

· Longitud de muros estructurales en el eje C,  $L_C = 8,0 \text{ (m)}$ .

$$L_x = \Sigma = 18,0 \text{ (m)}$$

Longitud total de muros estructurales en la dirección “X”  $L_x = 18,0 \text{ (m)}$ .

Evaluando la expresión (*I*) en la dirección “X” tenemos:

$$\longrightarrow Lx \geq Cb \times Ap \quad (I)$$

**18,0 (m) ≥ 17,92 (m)** J cumple con la expresión (I) en la dirección “X”.

• Para la dirección “Y” tenemos una longitud de muros estructurales  $L_y$ :

- Longitud de muros estructurales en el eje 1,  $L1 = 4,5$  (m).
- Longitud de muros estructurales en el eje 2,  $L2 = 3,0$  (m).
- Longitud de muros estructurales en el eje 3,  $L3 = 3,0$  (m).
- Longitud de muros estructurales en el eje 4,  $L4 = 3,0$  (m).
- Longitud de muros estructurales en el eje 5,  $L5 = 4,5$  (m).

---


$$L_y = \Sigma = 18,0 \text{ (m)}$$

Longitud total de muro estructurales en la dirección “Y”  $L_y = 18,0$  (m)

Evaluando la expresión (I) en la dirección “Y” tenemos:

$$\longrightarrow L_y \geq Cb \times Ap \quad (I)$$

**18,0 (m) ≥ 17,92 (m).** J cumple con la expresión (I) en la dirección “Y”.

8.3.3 Evaluación de la distribución simétrica de los muros estructurales. Calculamos el valor de la expresión (2), para la distribución simétrica de los muros estructurales dispuestos en las dos direcciones principales en planta (Anexo plano planta distribución simétrica de muros estructurales).

$$\left| \left( \frac{\left( \frac{\Sigma(Lmi \times bi)}{\Sigma Lmi} \right) - \frac{B}{2}}{B} \right) \right| \leq 0,15 \quad (2)$$

• En la dirección “X” tenemos:

$\longrightarrow Lmx$ : Longitud total de muros dispuestos en la dirección “X”.

- Longitud de muros estructurales en el eje A,  $LmA = 4,5$  (m).
- Longitud de muros estructurales en el eje B,  $LmB = 5,5$  (m).
- Longitud de muros estructurales en el eje C,  $LmC = 8,0$  (m).

$$\overline{Lmx} = \Sigma = 18,0 \text{ (m)}.$$

➡  $bx$ : Distancia perpendicular medida desde uno de los lados del rectángulo menor, que contiene el área de la cubierta de la vivienda mostrado en planta (Anexo E), hasta cada uno de los ejes en la dirección “X”.

- Distancia perpendicular al eje A,  $bA = 7,0$  (m).
- Distancia perpendicular al eje B,  $bB = 4,0$  (m).
- Distancia perpendicular al eje C,  $bC = 0,0$  (m).

➡ Calculamos ( $Lmx \times bx$ ) para cada uno de los ejes en la dirección “X”:

- Para el eje A, ( $LmA \times bA$ ) = ( 4,5 (m) x 7,0 (m) ) = 31,5 (m<sup>2</sup>).
- Para el eje B, ( $LmB \times bB$ ) = ( 5,5 (m) x 4,0 (m) ) = 22,0 (m<sup>2</sup>).
- Para el eje C, ( $LmC \times bC$ ) = ( 8,0 (m) x 0,0 (m) ) = 0,0 (m<sup>2</sup>).

$$\overline{\Sigma(Lmx \times bx)} = 53,5 \text{ (m}^2\text{)}.$$

➡  $B$ : longitud del lado del rectángulo menor que contiene el área de cubierta de la vivienda, que es perpendicular a la dirección “X”.

- Para la dirección “X” tenemos:  $BI = 7,0$  (m).

➡ Evaluando la expresión (2) en su valor absoluto para la dirección “X” tenemos:

$$\left| \left( \frac{\overline{\Sigma(Lmx \times bx)}}{\overline{\Sigma Lmx}} - \frac{B}{2} \right) \right| \leq 0,15 \quad (2)$$

$$\left| \left( \frac{53,5 \text{ (m}^2\text{)}}{18,0 \text{ (m)}} - \frac{7,0 \text{ (m)}}{2} \right) \right| \leq 0,15$$

$$\left| \left( \frac{2,97 \text{ (m)} - 3,5 \text{ (m)}}{7,0 \text{ (m)}} \right) \right| \leq 0,15$$

$$\left| \frac{-0,53 \text{ (m)}}{7,0 \text{ (m)}} \right| \leq 0,15 \quad \Rightarrow \quad | -0,075 | \leq 0,15$$

➔  $0,075 \leq 0,15$  J cumple con la expresión (2) en la dirección "X".

- En la dirección "Y" tenemos:

➔ **L<sub>my</sub>**: Longitud total de muros dispuestos en la dirección "Y".

- Longitud de muros estructurales en el eje 1, **L<sub>m1</sub>** = 4,5 (m).
- Longitud de muros estructurales en el eje 2, **L<sub>m2</sub>** = 3,0 (m).
- Longitud de muros estructurales en el eje 3, **L<sub>m3</sub>** = 3,0 (m).
- Longitud de muros estructurales en el eje 4, **L<sub>m4</sub>** = 3,0 (m).
- Longitud de muros estructurales en el eje 5, **L<sub>m5</sub>** = 4,5 (m).

$$\underline{\underline{L_{my} = \Sigma = 18,0 \text{ (m)}}}$$

➔ **b<sub>y</sub>**: Distancia perpendicular medida desde uno de los lados del rectángulo menor, que contiene el área de la cubierta de la vivienda mostrado en planta (Anexo E), hasta cada uno de los ejes en la dirección "Y".

- Distancia perpendicular al eje 1, **b<sub>1</sub>** = 8,0 (m).
- Distancia perpendicular al eje 2, **b<sub>2</sub>** = 5,0 (m).

- Distancia perpendicular al eje 3,  $b_3 = 4,0$  (m).
- Distancia perpendicular al eje 4,  $b_4 = 3,0$  (m).
- Distancia perpendicular al eje 5,  $b_5 = 0,0$  (m).

➡  $(Lmy \times by)$  para cada uno de los ejes en la dirección “Y”:

- Para el eje 1,  $(Lm1 \times b1) = (4,5 \text{ (m)} \times 8,0 \text{ (m)}) = 36,0 \text{ (m}^2\text{)}$ .
- Para el eje 2,  $(Lm2 \times b2) = (3,0 \text{ (m)} \times 5,0 \text{ (m)}) = 15,0 \text{ (m}^2\text{)}$ .
- Para el eje 3,  $(Lm3 \times b3) = (3,0 \text{ (m)} \times 4,0 \text{ (m)}) = 12,0 \text{ (m}^2\text{)}$ .
- Para el eje 4,  $(Lm4 \times b4) = (3,0 \text{ (m)} \times 3,0 \text{ (m)}) = 9,0 \text{ (m}^2\text{)}$ .
- Para el eje 5,  $(Lm5 \times b5) = (4,5 \text{ (m)} \times 0,0 \text{ (m)}) = 0,0 \text{ (m}^2\text{)}$ .

$$\Sigma (Lmy \times by) = 72,0 \text{ (m}^2\text{)}$$

➡  $B$ : longitud del lado del rectángulo menor que contiene el área de cubierta de la vivienda, que es perpendicular a la dirección “Y”.

- Para la dirección “Y” tenemos:  $B_2 = 8,0$  (m).

➡ Evaluando la expresión (2) en su valor absoluto para la dirección “Y” tenemos:

$$\left| \left( \frac{\Sigma(Lmy \times by)}{\Sigma Lmy} - \frac{B}{2} \right) \right| \leq 0,15 \quad (2)$$

$$\left| \left( \frac{72,0 \text{ (m}^2\text{)}}{18,0 \text{ (m)}} - \frac{8,0 \text{ (m)}}{2} \right) \right| \leq 0,15$$

$$\left| \left( \frac{4,0 \text{ (m)} - 4,0 \text{ (m)}}{8,0 \text{ (m)}} \right) \right| \leq 0,15$$

$$\left| \frac{0,0 \text{ (m)}}{8,0 \text{ (m)}} \right| \leq 0,15 \quad \longrightarrow \quad | 0,0 | \leq 0,15$$

**→**  $0,0 \leq 0,15$  } cumple con la expresión (2) en la dirección “Y”.

#### 8.4 DISEÑO DEL DIAFRAGMA DE CIMENTACIÓN

Una vez evaluados los requerimientos de resistencia y simetría de los muros estructurales dispuestos en las dos direcciones principales en planta, se configura la malla de cimentación de la vivienda construida sobre terrenos para el cual se han establecido unas condiciones ideales, con el fin de que la propuesta de vivienda presentada en el ejemplo requiera unos costos mínimos de construcción.

8.4.1 Condiciones del terreno. Para el desarrollo del presente proyecto de vivienda en bahareque encementado, se establecen las siguientes condiciones ideales del terreno de construcción.

- Terreno plano con pendientes (< al 5%).
- Capacidad portante máxima del suelo máxima = 0,05 (Mpa).

8.4.2 Configuración de la malla de cimientos. Se configuró una malla de cimentación corrida de vigas con intersecciones continuas y monolíticas, construida en concreto con un esfuerzo a la compresión ( $f^c = 17$  (Mpa)), constituyendo anillos rectangulares en concordancia con la distribución de los muros estructurales que conforman la vivienda en las direcciones en planta “X” y “Y” (Anexo E).

- Designar vigas de cimentación en las direcciones “X” y “Y” como soporte de cada uno de los muros estructurales de la vivienda, dispuestas de la siguiente manera.

- En la dirección “X” tenemos:
  - Viga de cimentación a lo largo del eje A, con una longitud = 8 (m).
  - Viga de cimentación a lo largo del eje B, con una longitud = 8 (m).
  - Viga de cimentación a lo largo del eje C, con una longitud = 8 (m).
- En la dirección “Y” tenemos:
  - Viga de cimentación a lo largo del eje 1, con una longitud = 7 (m).
  - Viga de cimentación a lo largo del eje 2, entre el eje B y el eje C, con una longitud = 4(m).
  - Viga de cimentación a lo largo del eje 3, entre el eje A y el eje B, con una longitud = 3 (m).
  - Viga de cimentación a lo largo del eje 4, entre el eje B y el eje C, con una longitud = 4(m).
  - Viga de cimentación a lo largo del eje 5, con una longitud = 7(m).
- Verificar los requerimientos en la configuración de los anillos de la malla de cimentación que quedó conformada.

- Anillo I:

· Dimensiones ( $\leq$  a 4 (m)):

Largo  $L = 4$  (m). Ancho  $A = 3$  (m).  $\text{J Cumple}$

· Relación largo / ancho ( $L/A \leq 2$ ):

$(4 \text{ (m)} / 3 \text{ (m)} \leq 2)$   $\longrightarrow$   $(1,33 \leq 2)$ .  $\text{J Cumple}$

- Anillo II:

· Dimensiones ( $\leq$  a 4 (m)):

Largo  $L = 4$  (m). Ancho  $A = 3$  (m).  $\text{J Cumple}$

· Relación largo / ancho ( $L/A \leq 2$ ):

$(4 \text{ (m)} / 3 \text{ (m)} \leq 2)$   $\longrightarrow$   $(1,33 \leq 2)$ .  $\text{J Cumple}$

- Anillo III:

· Dimensiones ( $\leq$  a 4 (m)):

Largo  $L = 4$  (m). Ancho  $A = 3$  (m).  $\text{J Cumple}$

· Relación largo / ancho ( $L/A \leq 2$ ):

$$(4 \text{ (m)}/3 \text{ (m)} \leq 2) \quad \longrightarrow \quad (1,33 \leq 2). \quad \text{J Cumple}$$

- Anillo IV:

· Dimensiones ( $\leq$  a 4 (m)):

$$\text{Largo } L = 4 \text{ (m)}. \text{ Ancho } A = 2 \text{ (m)}. \quad \text{J Cumple}$$

· Relación largo / ancho ( $L/A \leq 2$ ):

$$(4 \text{ (m)}/2 \text{ (m)} \leq 2) \quad \longrightarrow \quad (2 \leq 2). \quad \text{J Cumple}$$

- Anillo V:

· Dimensiones ( $\leq$  a 4 (m)):

$$\text{Largo } L = 4 \text{ (m)}. \text{ Ancho } A = 3 \text{ (m)}. \quad \text{J Cumple}$$

· Relación largo / ancho ( $L/A \leq 2$ ):

$$(4 \text{ (m)}/3 \text{ (m)} \leq 2) \quad \longrightarrow \quad (1,33 \leq 2). \quad \text{J Cumple}$$

8.4.3 Dimensiones y refuerzos de las vigas de cimentación. El diseño de las vigas de cimentación se ajusta a los valores mínimos en las dimensiones y disposición de los refuerzos longitudinales y transversales, establecidos en (E.7.8.2) de las NSR-98, para la construcción de viviendas de un solo piso, se muestra detalle en (Anexo E).

- Las dimensiones de las vigas de cimentación son:
  - Ancho de la viga = 250 (mm.).
  - Alto de la viga = 200 (mm.).
- Los refuerzo de las vigas de cimentación son:
  - El refuerzo longitudinal está compuesto por 4 barras de acero N° 3 (diámetro en pulgadas =  $(3/8''$ )), con un esfuerzo a la fluencia de ( $f_y = 420$  (MPa)). El refuerzo se ancla con un gancho a ( $90^\circ$ ) de extensión (= a  $12(\text{db}) = 12 \times (3/8'') = (4(1/2))'' = (114,3$  (mm.)) aproximamos a (120 (mm.)). El radio de doblamiento es (= a  $6(\text{db}) = 6 \times (3/8'') = (2(1/4))'' = 57$  (mm.)) aproximamos a (60 (mm.)).
  - El refuerzo transversal está compuesto por estribos de confinamiento fabricados en barras de acero N° 2 (diámetro en pulgadas =  $(1/4''$ )), separados cada (200 (mm.)) a lo largo de las vigas de cimentación, con un esfuerzo a la fluencia de ( $f_y = 235$  (MPa)). El estribo de confinamiento dispone de ganchos a ( $135^\circ$ ) de extensión (= a  $6(\text{db}) =$

$6 \times (1/4") = (1(1/2))" = (38 \text{ (mm.)})$  aproximamos a (40 (mm.)). El radio de doblamiento (= a 6(db)) =  $6 \times (1/4") = (1(1/2))" = (38 \text{ (mm.)})$  aproximamos a (40 (mm.)).

#### 8.4.4 Determinación de la losa de contrapiso y del sobrecimiento de la vivienda.

- La losa de contrapiso se construye en concreto.
  - El espesor de la losa de contrapiso  $e = 70 \text{ (mm.)}$  sobre suelo de relleno compactado, con refuerzo en malla electrosoldada (D50).
  - En cumplimiento con lo establecido en (E.7.5.1) de las NSR-98, el nivel inferior de la viga de cimentación se coloca a una profundidad  $P = 500 \text{ (mm.)}$  por debajo del nivel de acabado del primer piso.
- Se establece la construcción de un sobrecimiento en mampostería confinada, anclado a las vigas de cimentación mediante los bastones verticales para el anclaje de los muros estructurales, con el fin de aislar las soleras inferiores del suelo de fundación. Se instala tela asfáltica sobre los sobrecimientos para separar las soleras inferiores de los muros.
  - La construcción del sobrecimiento se hará en bloque de arcilla con perforación vertical.
  - De acuerdo al requerimiento expuesto en (E.7.8.4) de las NSR-98, el sobrecimiento debe sobresalir una altura mínima  $h_s = 80 \text{ (mm.)}$  por encima del nivel de acabado del primer piso de la vivienda. Para el diseño de nuestro ejemplo la altura mínima del sobrecimiento  $H_s = (38 \text{ (mm.)})$ , por lo tanto:
    - Se dispone la construcción del sobrecimiento de altura  $H_s = (400 \text{ (mm.)})$ , sobresaliendo una altura  $h_s = 100 \text{ (mm.)}$  por encima del nivel de acabado del primer piso, el espesor de la pega de los bloques es (= a  $10 \text{ (mm.)}$ ).

### 8.5 DISEÑO DEL DIAFRAGMA DE CUBIERTA

8.5.1 Elementos de soporte de la cubierta. El diafragma de cubierta está constituido por elementos de guadua dispuestos en ala dirección "Y" a dos aguas entre los muros de los ejes A, B y C que los soportan.

- Se colocan guadas separadas centro a centro una distancia  $s = 500 \text{ (mm.)}$  haciendo de correas, apoyadas sobre los muros del eje B que sirven de caballete y los muros de los ejes A y C respectivamente, en donde terminan en aleros de longitud  $L = (500 \text{ (mm.)})$  según la configuración mostrada en planos (Anexo E).
- El cierre de la cubierta se compone de esterilla de guadua clavada a las correas, sobre la que se coloca tela asfáltica para impermeabilizar la cubierta.
- Las tejas se distribuyen sobre el entramado de la cubierta dejando el traslape necesario para el amarre con las correas.

### 8.5.2 Evaluación de la disposición de cuadrantes y tirantes en la vivienda.

- Los cuadrantes se ubican en las esquinas de los espacios rectangulares entre muros estructurales, que en el ejemplo coinciden en dimensión y forma con los anillos de cimentación (Anexo E).
- Pasamos a verificar la necesidad de colocación de tirantes para cada uno de los espacios rectangulares entre muros de la vivienda, cuya relación (lado mayor / lado menor) sea ( $>$  de  $(1,5/1,0)$ ) según (E.7.13.2) de las NSR-98.

- Espacio rectangular I, lado mayor = 4,0 (m); lado menor = 3,0 (m).

· Relación (lado mayor / lado menor) =  $(4,0(m)/3,0(m)) = (1,33/ 1,0)$

$(1,33/1,0) < (1,5/1,0)$       **➡**      no requiere tirante.

- Espacio rectangular II, lado mayor = 4,0 (m); lado menor = 3,0 (m).

· Relación (lado mayor / lado menor) =  $(4,0(m)/3,0(m)) = (1,33/ 1,0)$

$(1,33/1,0) < (1,5/1,0)$       **➡**      no requiere tirante.

- Espacio rectangular III, lado mayor = 4,0 (m); lado menor = 3,0 (m).

· Relación (lado mayor / lado menor) =  $(4,0(m)/3,0(m)) = (1,33/ 1,0)$

$(1,33/1,0) < (1,5/1,0)$       **➡**      no requiere tirante.

- Espacio rectangular IV, lado mayor = 4,0 (m); lado menor = 2,0 (m).

· Relación (lado mayor / lado menor) =  $(4,0(m)/2,0(m)) = (2,0/ 1,0)$

$(2,0/1,0) < (1,5/1,0)$       **➡**      requiere colocar tirante que divida el espacio.

Este tirante se ubica en el punto medio de la longitud mayor del espacio entre los ejes 2 y 4, dividiendo el espacio en dos secciones iguales de lado mayor = 2,0 (m), y lado menor = 2,0 (m), con lo cual tenemos:

· Relación (lado mayor / lado menor) =  $(2,0(m)/2,0(m)) = (1,0/1,0)$

$(1,0/1,0) < (1,5/1,0)$       **➡**      estos nuevos espacios no requiere la colocación de más tirantes pero sí de cuadrantes.

- Espacio rectangular V, lado mayor = 4,0 (m); lado menor = 3,0 (m).

· Relación (lado mayor / lado menor) =  $(4,0(m)/3,0(m)) = (1,33/ 1,0)$

$(1,33/1,0) < (1,5/1,0)$       **➡**      no requiere tirante.

## 8.6 DISEÑO DE LAS CONEXIONES EN LA VIVIENDA

8.6.1 Conexión del entramado y recubrimiento de los muros. Según (E.7.25.1) de las NSR-98 se permite conectar entre si los elementos dentro del entramado de los muros mediante clavos que unen las soleras con los pie-derechos y las diagonales (Anexo E).

- Los pie-derechos se ubican separados a una distancia centro a centro  $S = 500$  (mm.) facilitando la conexión con los elementos de la cubierta.
- Las diagonales de los muros estructurales se colocan ocupando dos espacios de separación entre los pie-derechos.
- El recubrimiento se fabrica con esterilla de guadua clavada a los elementos del entramado, dispuesto de manera que se alternen los lados angostos con los lados anchos de la esterilla.
- Sobre la esterilla se clava malla de alambre trenzado con:
  - $(1,25$  (mm.)) de diámetro (BWG calibre 18).
  - $(25,4$  (mm.)) de abertura hexagonal.
- Como revoque del muro se aplica una capa de mortero de espesor  $e = 15$  (mm.).

8.6.1.1 Entalladuras para la conexión del entramado de los muros. La unión de los elementos que conforman el entramado de los muros requiere realizar diferentes tipos de entalle o cortes en los extremos de elementos dependiendo de la manera en que se conectan.

- Soporte con entalladura de boca de pescado. Se utiliza en la unión de elementos dispuestos ortogonalmente entre si, como en la unión entre soleras y pie-derechos.
- Soporte con entalladura de pico de flauta. Utilizado en la unión de elementos inclinados con elementos horizontales o verticales, como en la unión entre diagonales y soleras o diagonales y pie-derechos.

La conformación del entramado y recubrimiento de los muros se ilustra en los planos de alzado de los muros de la vivienda.

8.6.2 Conexión de los muros estructurales a la cimentación. Para la unión entre los muros estructurales de la vivienda y el diafragma de cimentación se fijan los pie-derechos de los muros estructurales a los cimientos por intermedio de uniones columna-cimiento, a la vez

que se anclan los muros estructurales a la viga de cimentación mediante los bastones verticales que atraviesan los sobrecimientos y las soleras inferiores de los muros.

Se determina como criterio estructural, la responsabilidad de resistir las fuerzas de compresión generadas por las cargas impuestas a los pie-derechos unidos a la cimentación, y de resistir las fuerzas de tracción a los bastones verticales para el anclaje de los muros.

- Según la distribución de los muros estructurales de la vivienda, se determinó la ubicación de los pie-derechos conectados a la cimentación, en los sitios establecidos por (E.7.26.2.2) de las NSR-98. Esta ubicación se ilustra en los planos de planta y alzado de los muros estructurales de la vivienda (Anexo E).
  - En los extremos de cada uno de los muros estructurales.
  - En las aberturas para puertas.
  - En puntos intermedios de los muros estructurales a distancias ( $\leq$  a 1,5 (m)).
- La base del pie-derecho se empotra en un dado de cimentación en concreto, según nos lo permite (E.7.26.2.3) de las NSR-98, teniendo en cuenta dejar un tabique en el extremo inferior del cañuto empotrado.
- Las dimensiones del dado de cimentación son:
  - Altura del dado igual a la del sobrecimiento  $H_d = (400 \text{ (mm.)})$ .
  - La sección transversal del dado debe ser suficiente como para empotrar una guadua de aproximadamente (100 (mm.)) de diámetro con un espacio de protección alrededor del borde exterior de la guadua de (50 (mm.)). La sección transversal determinada para el dado de cimentación es de (200 (mm.) x 200 (mm.)).
- La guadua se empotra totalmente dentro del dado de cimentación, rellenando con mortero los cañutos que entren en contacto con este último y aislándola del concreto mediante una membrana bituminosa.
- Se dispuso la ubicación de bastones verticales para el anclaje de los muros estructurales de la vivienda en aquellos sitios requeridos por (E.7.8.3) de las NSR-98, y que se ilustran en los planos de planta y alzado de los muros estructurales de la vivienda (Anexo E):
  - Las intersecciones de los muros estructurales.
  - En los extremos de cada uno de los muros estructurales.
  - En puntos intermedios de los muros estructurales a distancias ( $\leq$  a 1,5 (m)).Los bastones para anclaje se fabrican con barras de acero N° 3 (diámetro en pulgadas = (3/8")) roscadas en obra, anclado a la cimentación con gancho de (90°) de extensión (= a 12(db)) =  $12 \times (3/8") = (4(1/2))" = (114,3 \text{ (mm.)})$  aproximamos a (120 (mm.)). El radio de doblamiento es (= a 6(db)) =  $6 \times (3/8") = (2(1/4))" = 57 \text{ (mm.)}$  aproximamos a (60 (mm.)).
- Los bastones se anclan separados de los pie-derechos que están fijados a la cimentación una distancia aproximada  $d = 200 \text{ (mm.)}$ , procurando que atraviesen cañutos completos de las soleras inferiores y se fijen a estas mediante tuercas y arandelas.
- Los cañutos de las soleras inferiores atravesados por los bastones verticales se rellenan con mortero.

8.6.3 Conexión entre los muros estructurales de la vivienda. Las conexiones entre los muros estructurales se realiza mediante pernos de acero, que atraviesan horizontalmente los cañutos de los pie-derechos de los muros que se unen. Estas conexiones se realizan entre los muros estructurales ubicados en el mismo plano y en planos perpendiculares, en aquellos sitios donde se han fijado los pie- derechos a la cimentación, atendiendo las especificaciones de (E.7.26.1) de las NSR-98. En los planos de planta y alzado de los muros estructurales de la vivienda se ilustran la ubicación y conformación de las uniones entre los muros (Anexo E).

- Los muros ubicados en planos perpendiculares se conectan con pernos colocados en las dos direcciones en planta. Para los diferentes tipos de unión que se presentan en la intersección de los muros del ejemplo de vivienda en estudio.
- Las uniones de muros tipo “L” están ubicados en los siguientes puntos identificados en planta:
  - Puntos 1,5,8,17,29 y 35.
- Las uniones de muros tipo “T” están ubicados en los siguientes puntos identificados en planta:
  - Puntos 14,20,31 y 33.
- Los puntos identificados en planta, para las uniones de los muros ubicados en el mismo plano son:
  - Puntos 2,3,6,7,9,10,11,12,13,19,21,24,25,26,27,28,30,32, y 34.
- El diámetro del perno de conexión  $d = 9,5$  (mm.).
- En cada conexión entre los muros estructurales, se colocan dos pernos separados una altura  $h = (1/3)$  de la altura de los muros conectados, con una longitud suficiente para atravesar los pie-derechos y ajustarse con tuercas y arandelas.
- Los cañutos de los pie-derechos atravesados por el perno se rellenan con mortero.

8.6.4 Conexión de los muros estructurales con el diafragma de cubierta. La disposición de las uniones entre el diafragma de la cubierta y los muros de la vivienda se muestra en el plano de planta de la cubierta, para lo cual se tuvo en cuenta la ubicación de las correas alineadas sobre los ejes de los pie-derechos de los muros con los cuales se conectan (Anexo E).

- Las soleras superiores de los muros de la vivienda van unidas por intermedio de elementos continuos de guadua colocados sobre ellas.
- Las correas se apoyan sobre los muros del eje central B y sobre los muros de los ejes extremos A y C distanciados cada (500 (mm.)) coincidiendo con los pie-derechos, conforme la configuración mostrada en los planos de alzado de muros de la vivienda.
- En cada conexión de las correas con los pie-derechos se embebe una barra de acero de diámetro  $d = (9,5$  (mm.)) en el ultimo cañuto completo del pie-derecho, penetrando la solera superior y el elemento continuo, para atravesar por último la correa, ajustándose a esta con tuercas y arandelas, tal como se muestra en los planos de detalles de cada uno de los cortes en alzado de la cubierta.

- Todos los cañutos atravesados por las barras de acero se rellenan con mortero.

La constitución definitiva de las uniones se muestra en los planos de detalles de conexiones de la cubierta con los muros (Anexo E) .

## 8.7 INSTALACIONES

8.7.1 Instalaciones hidrosanitarias. La disposición de las instalaciones sanitarias dentro de la vivienda está compuesta por.

- Instalaciones hidráulicas en tubería (P.V.C. diámetro ½")
  - Acometida
  - Tubería del lavamanos
  - Tubería del lavaplatos
  - Tubería de la ducha
  - Tubería del inodoro
- Instalaciones sanitarias
  - Lavaplatos (tubería P.V.C. sanitaria diámetro 3")
  - Lavamanos (tubería P.V.C. sanitaria diámetro 2")
  - Ducha (tubería P.V.C. sanitaria diámetro 3")
  - Inodoro (tubería P.V.C. sanitaria diámetro 4")
  - Caja de recolección (0,5 x 0,5 x 0,5)

8.7.2 Instalaciones eléctricas.

- Tubería conduit (P.V.C. diámetros 1" y ¾")
- Percha
- Porta fusible
- Contador
- Caja de circuitos
- Alambre N°14 y N°12
- Cable cauchetado N° 8.
- Tomas
- Plafones
- Apagadores

## CONCLUSIONES

- En ejercicio de las actividades asignadas por la Secretaría de Desarrollo Físico de la Gobernación del Tolima durante el transcurso de la práctica empresarial, se desarrolló el trabajo de acompañamiento a las comunidades en la formulación de proyectos de inversión en infraestructura, bajo la supervisión de los funcionarios (profesionales universitarios) pertenecientes a esta dependencia, quienes guiaron en todo momento las tareas de evaluación técnica de los proyectos, y el diligenciamiento de las fichas de Estadística Básica de Inversión (EBI), para su inclusión en el Banco de Programas y Proyectos de Inversión (BPIN) con base en las metodologías establecidas por el Departamento de Planeación Nacional (DPN), haciéndose evidente el desconocimiento de las comunidades especialmente las de zonas rurales, en el proceso de planeación y evaluación metodológica de los proyectos que requieren sus pobladores por la falta de asesoría y asistencia profesional en el área, pues carecen de los recursos necesarios para ejecutar de manera planificada las propuestas que se tramitan en la Secretaría de Desarrollo Físico, por lo tanto se brindó el apoyo a las comunidades planificar y evaluando la correcta formulación de los proyectos de manera que se cumpla con el marco legal y normativo vigente.
- Para consolidar el trabajo de acompañamiento a la comunidad se planificó un trabajo técnico-comunitario con la comunidad de la Inspección de Policía de La Sierra (municipio de Lérída), dirigido a abordar la problemática de los servicios de agua potable y saneamiento básico en la localidad. La comunidad desconocía totalmente el funcionamiento y estado de los sistemas de a.p y s.b., al igual que carecía de herramientas e información técnica y catastral (fichas técnicas, catastro de redes, memorias de cálculo hidráulico) de los sistemas que nos permitiera realizar un diagnóstico fiable de su funcionamiento, básico en la identificación, justificación y priorización de los proyectos. Se llevo a cabo el plan de trabajo junto a la comunidad, participando en las tareas delegadas por el “Comité Comunitario” creado para dirigir y coordinar el desarrollo del trabajo, que involucró actividades de campo y oficina en las etapas de recolección, organización y análisis de la información referente al funcionamiento y estado de los sistemas de a.p y s.b., presentando como resultado del trabajo realizado un diagnostico técnico de todos y cada uno de los componentes de los sistemas de a.p y s.b. con lo cual se le brindó a la comunidad, las herramientas referentes a fichas técnicas de tuberías y pozos de alcantarillado, catastro de redes de los sistemas de a.p. y s.b., revisión del diseño hidráulico de los sistemas y el diagnóstico de su actual estado de funcionamiento.

- Presentamos una “guía de diseño en bahareque encementado”, basados en la normatividad vigente en las N.S.R.-98, capítulo E-7, consignando de manera didáctica y sencilla, los requerimientos establecidos en el diseño de casas de uno o dos pisos que utilizan el sistema de muros estructurales en bahareque encementado. Es de resaltar que en el proceso de elaboración de la guía nos hemos encontrado con ciertos aspectos que no se definen con claridad por la norma o no se contempla en ninguno de sus apartes, por lo que resulta de gran interés el hecho que se pueden encaminar investigaciones en este campo a la vez que se genera el debate académico en torno a aspectos o requerimientos normativos con los cuales no se este en acuerdo, o que tengan cierto grado de incertidumbre tales como separación máxima entre pie-derechos, inclinación máxima o mínima de los elementos diagonales en los muros estructurales, definición y determinación clara de la conformación de uniones entre elementos de arriostramiento (cuadrantes y tirantes) y muros estructurales. Es por lo anterior que esta guía de diseño no se convierte en camisa de fuerza, si no que al contrario es un pequeño aporte que nos permita abrir las puertas a procesos de discernimiento y discusión académico en esta área tan interesante como lo es la construcción con “guadua-bambú”.
- Propusimos un modelo de vivienda rural de un piso, diseñada bajo los requerimientos del capítulo E-7 de las N.S.R.-98, siguiendo la estructura metodológica establecida en la “guía de diseño en bahareque encementado”; el diseño de la vivienda cumple con lo estipulado por la norma, para lo cual se tuvo en cuenta la evaluación de la resistencia sísmica y distribución simétrica de muros estructurales, parámetros fundamentales en el diseño de la vivienda. La propuesta de vivienda en bahareque encementado se presenta acompañada de los planos referidos al diseño.
- Este trabajo de práctica empresarial en la Secretaría de Desarrollo Físico de la Gobernación del Tolima, nos dio la oportunidad en primer lugar de participar activamente junto a las comunidades rurales del departamento en la organización comunitaria básica, entendiendo que sin esta organización de base es muy difícil que se alcancen los objetivos que las comunidades se proponen en la solución a sus problemas de infraestructura local, y se hace necesario resaltar que es con la participación ciudadana que se logran dichos objetivos. En segundo lugar la práctica resultó de gran beneficio personal, pues se desconocía por parte del practicante todo el proceso de tramite, evaluación y formulación de los proyectos de inversión en infraestructura que se presentan ante los entes del estado encargados de darle la viabilidad económica, además del aprendizaje en el manejo de las metodologías establecidas por el (DPN) haciéndose relevantes los criterios bajo los cuales se formulan los proyectos.

## BIBLIOGRAFÍA

CONVENIO SENA-CAMACOL. Bucaramanga. Normas técnicas para presentación y diseño de proyectos de alcantarillado.1997.

CORCHO ROMERO, Fredy Hernán y DUQUE SERNA, José Ignacio. Acueducto teoría y diseño. Medellín. Centro general de investigaciones. Universidad de Medellín, 1993.

CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueducto y alcantarillado. Bogotá. Ed. Escuela colombiana de ingeniería, Febrero de 1995.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (R.A.S.). Bogotá. Centro de investigación de la facultad de ingeniería, Universidad de los Andes. 2002.

HIDALGO LÓPEZ, Oscar. Manual de construcción con bambú. Universidad Nacional de Colombia. Centro de investigación de bambú y madera. CIBAM. Ed. Estudios técnicos colombianos Ltda. Bogota; 1981.

JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA. Manual de diseño para maderas del grupo andino. Ed. Junta del acuerdo de Cartagena. Lima; 1987.

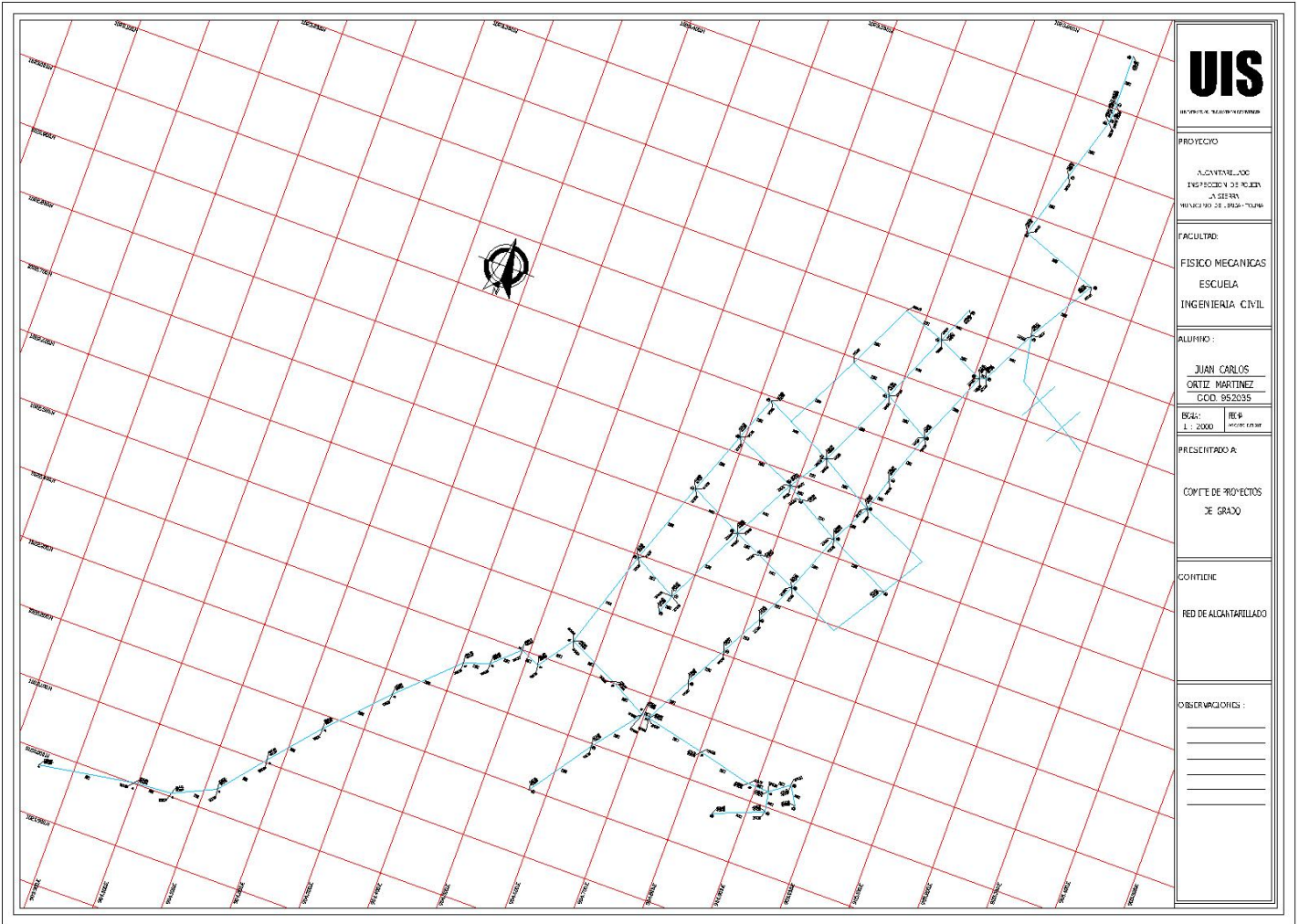
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Instituto de crédito territorial de vivienda y desarrollo urbano. Bases para la construcción de un programa de vivienda en guadua. Ed. Fondo colombiano de investigaciones científicas y proyectos especiales “Francisco José de Caldas” . El Peñón (Antioquia); 1988.

MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO. Normas colombianas de diseño y construcción sismo-resistente (N.S.R. 98). Ed. Gaceta del congreso de la república. Bogotá; 2002.

PEREZ CARMONA, Rafael. Desagües-agua. Bogotá. Ed. Escala. 1892.

PROYECTO SISTEMA NACIONAL DE CAPACITACIÓN MUNICIPAL, Agua no contabilizada; Catastro de redes municipios menores y zonas rurales. Bogotá; Ministerio de desarrollo económico. Agosto de 2002.

ANEXO A. PLANOS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO  
DE LA INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA



**UIS**

UNIVERSIDAD NACIONAL

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO  
INSPECCION DE NOVEDAD  
LA SIERRA  
MUNICIPIO DE LOS RIOS, TOLIMA

FACULTAD:  
FISICO MECANICAS  
ESCUELA  
INGENIERIA CIVIL

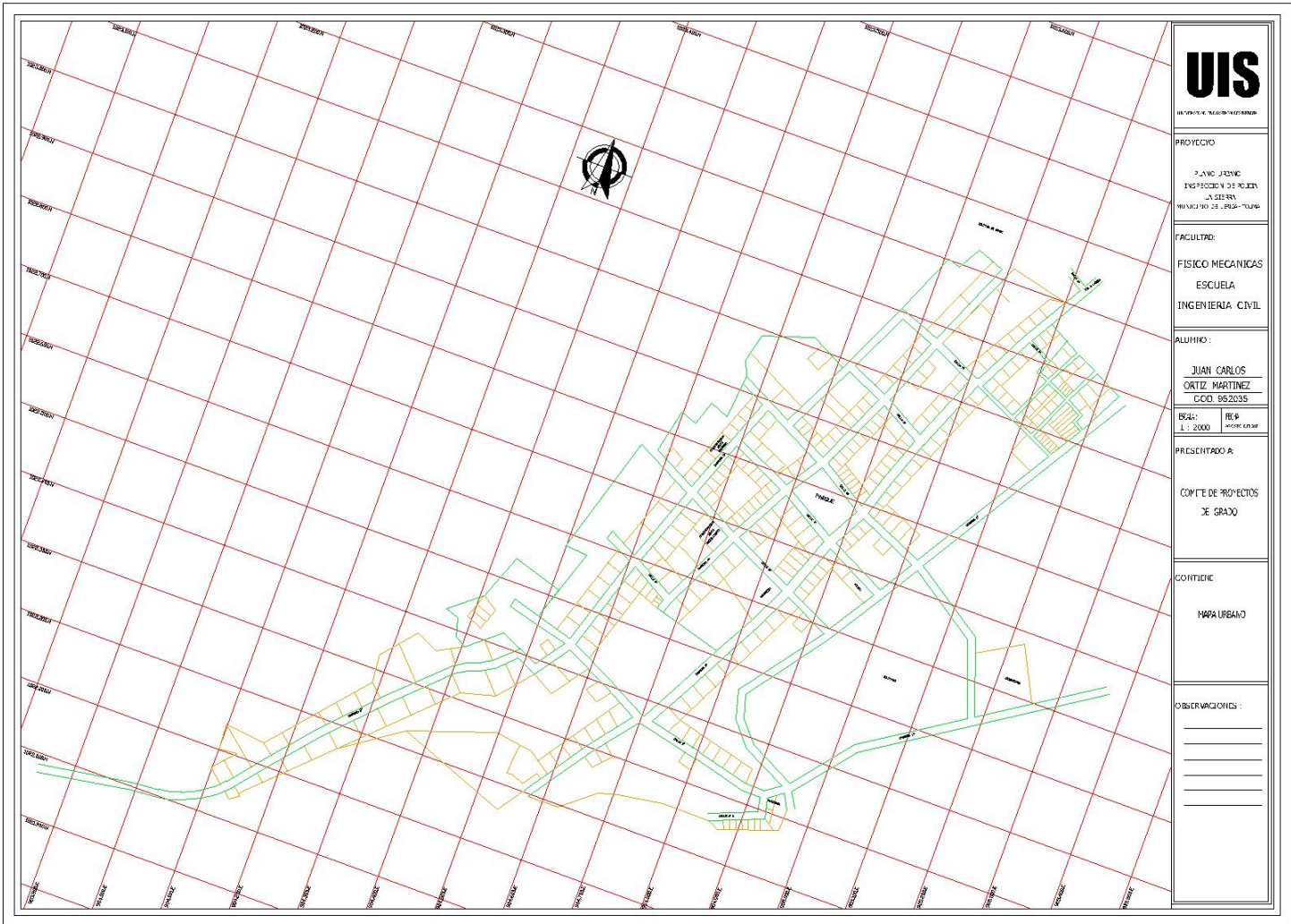
ALUMNO:  
JUAN CARLOS  
ORTIZ MARTINEZ  
C.O.D. 952035

ESCALA: 1:2000

PRESENTADO A:  
COMITE DE PROYECTOS  
DE GRADO

CONTIENE:  
RED DE ALCANTARILLADO

OBSERVACIONES:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



<b>UIS</b> <small>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTIAGO</small>	
PROYECTO	
PLANO JARDIN INGENIERIA DE PUENTE CALLE 12 MUNICIPIO DE BOGOTÁ	
FACULTAD:	
FISICO MECANICAS	
ESCUELA	
INGENIERIA CIVIL	
ALUMNO:	
JUAN CARLOS ORTIZ MARTINEZ COD. 952035	
ESCALA:	REP.:
1:1000	NOVA UNIV
PRESENTADO A:	
COMITE DE PROYECTOS DE GRADO	
CONTIENE	
MAPA URBANO	
OBSERVACIONES:	
_____	
_____	
_____	
_____	

ANEXO B. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y  
SANEAMIENTO BÁSICO DE LA INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA

**IDENTIFICACION GENERAL DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA INSPECCIÓN DE POLICIA DE LA SIERRA.**

Subsistema	Proceso	Subsistema/componente	Existe (si/no)	Tipo de estructura	Observaciones
Producción	Captación	Cuenca	Si	.....	Cuenca mayor del río Recio
		Fuente	Si	Canal	Canal principal de riego del distrito de Asorrecio
		Captación	Si	Lateral	En tubería de A.C.de (6") de diámetro
		Desarenador	Si	En concreto	
		Estación de bombeo	Si	1 bomba centrífuga	Bomba de rotación axial marca Barnes alimentada por energía eléctrica
		Aducción	No	.....	.....
	Tratamiento	Planta de tratamiento	No	.....	.....
Distribución	Distribución	Conducción	Si	Tubería H.F.	En tubería de 3" de diámetro
		Almacenamiento	Si	Tanques semienterrados	2 tanques de almacenamiento en concreto reforzado
		Distribución	Si	Tuberá P.V.C. Y A.C.	Entre 2" y 6" de diámetro
		Red principal	Si	Tubería P.V.C. flexible	Diámetro de 6"
		Redes secundarias	Si	Tubería A.C.	Entre 2" y 3" de diámetro

**IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA INSPECCIÓN DE POLICIA DE LA SIERRA**

Tipo de alcantarillado	Proceso	Componente	Existe si/no	Tipo de estructura	Observaciones
Sanitario	Recolección	Conexiones domiciliarias	Si	Tubería de concreto	En diámetro de 6"
		Colectores	Si	Tubería de concreto	Diámetros entre 8" y 10"
		Estructuras pozo	Si	Convencional	Diámetros de (1,2 m)
	Evacuación	Emisor final	Si	Tubería de concreto	En diámetros de 10"
Pluvial	Recolección	Sumideros	No	.....	.....

DESCRIPCIÓN DE LA CAPTACIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA INSPECCIÓN DE POLICIA DE LA SIERRA				
Tipo de captación	Nombre y ubicación	Capacidad (m3/s)	Estado y funcionamiento	Mantenimiento
Lateral en tubería de A.C. de (6") de diámetro y (10 m) de longitud	Canal de riego del distrito de Asorrecio	6,0	Regular, funciona de acuerdo al tiempo de operación del sistema	Aceptable

DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DEL ACUEDUCTO DE LA INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA							
Tipo y nombre	Caudal (m3/s)	Calidad del agua de la fuente					
		Turbiedad (UNT)	Color (UPC)	Dureza total (mg CaCO3/l)	pH	Coliformes	DBO
Superficial, canal del distrito de riego de Asorrecio	6	5	10	48,6	7,93	Sin evaluar	Sin evaluar

DESCRIPCIÓN DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DEL ACUEDUCTO DE LA INSPECCIÓN DE POLICIA DE LA SIERRA		
ITEM	TANQUE 1	TANQUE 2
Nombre del tanque	Tanque viejo	Tanque nuevo
Localización	Parte alta barrio Megué	Parte alta barrio Megué
Tipo	Semienterrado	Semienterrado
Dimensiones	Rectangulares	Rectangulares
Alto (m)	2,5	2,5
Ancho (m)	6,8	4,5
Largo (m)	6,8	5
Nivel máximo	2,3	2,3
Nivel mínimo	0,2	0,2
Altura útil	2,1	2,1
Volumen útil (m3)	97,104	47,25
Número de fisuras	2	ninguna
Número de fugas	ninguna	ninguna
Zonas que abastece	Todos los barrios.Los tanques están interconectados para abastecer la zona poblada de la localidad sin asignación específica	

DESCRIPCIÓN DE LA CONDUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA				
Componente	Tipo y material	Diámetro (plg)	Longitud (m)	Accesorios
Tubería de impulsión	Tubería en H.F.	3"	111	4 codos 45°

DESCRIPCIÓN DEL EMISOR FINAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA INSPECCIÓN DE LA SIERRA											
COLECTORES EXISTENTES				ESTRUCTURAS-POZO EXISTENTES			COLECTORES DAÑADOS			ESTRUCTURAS-POZO DAÑADAS	
Nº DE TRAMOS	LONGITUD (m)	DÍAMETRO (m)	MATERIAL	Nº DE POZOS	DÍAMETRO (m)	MATERIAL	Nº TRAMOS	DIAMETRO (m)	OBSERVACIONES	Nº DE POZOS	OBSERVACIONES
3	342,00	0,25	Concreto prefabricado	3	1,2	Concreto y manpostería	3	0,25	El tramo de tubería del colector entre los pozos **** se interrumpe a una distancia de (10 m) del pozo ****, realizándose la descarga de las aguas servidas en este punto.	3	Estas estructuras se encuentran totalmente destruidas y taponadas por material de suelo removido en la zona desde el pozo*** hasta el pozo *** descritas en memorias de planos existentes.

DESCRIPCIÓN DEL SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL ACUEDUCTO DE LA INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA						
Componente	Diámetro (plg)	Material	Longitud (m)	Válvulas		
				Nº	Tipo	Estado
Linea matriz	6"	P.V.C.	645	1 de 3"	Compuerta	Regular
Red de distribución	6"	P.V.C.	781	1 de 3"	Compuerta	Regular
	3"	A.C.	1462	3 de 3"	Compuerta	Regular
Totales			2888	5		

DESCRIPCIÓN GENERAL DE COLECTORES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE DE LA INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA			
Sistema	Diámetro del colector	Longitud	Observaciones
	(plg)	(m)	
Sanitario	8"	4507,4	El sistema no cuenta con un registro fechado de instalación de las tuberías
	10"	346	
<b>Total</b>		4853,4	

DESCRIPCIÓN DE LOS POZOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA			
NÚMERO DE POZOS EXISTENTES	DIAMETRO	MATERIAL	OBSERVACIONES
	(m)		
53	1,2	Concreto y mampostería	Originalmente la red de alcantarillado del sistema contaba con 56 pozos sin embargo en la actualidad las 3 últimas estructuras-pozo del emisor final se encuentran destruidas y sin funcionamiento

DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DEL ACUEDUCTO DE LA INSPECCIÓN DE POLICIA DE LA SIERRA															
POZO DE SUCCIÓN			TUBERÍA DE SUCCIÓN				CUARTO DE BOMBAS				TUBERÍA DE IMPULSIÓN (a la salida de la bomba)			ACCESORIOS	
Forma	dimensiones		Altura (m)	Material	Diámetro (plg)	Longitud total (m)	Nº de bombas	Tipo	Marca	r.p.m.	Material	Diámetro (plg)	Longitud (m)	Válvulas	Codos
	Altura (m)	Diámetro (plg)													
Cilíndrica	2,0	1,5	1,3	H.F.	4"	2,5	1	Bomba centrífuga de rotación axial	Barnes	1750	H.F.	4"	3,8	1 de retención horizontal 1 de cortina	4 de 45°

ANEXO C. FICHAS TÉCNICAS DE TUBERÍAS Y TARJETAS DE POZOS DE  
INSPECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LA  
INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA

## ACUEDUCTO INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA

### FICHAS TÉCNICAS DE TUBERÍAS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO EXISTENTE

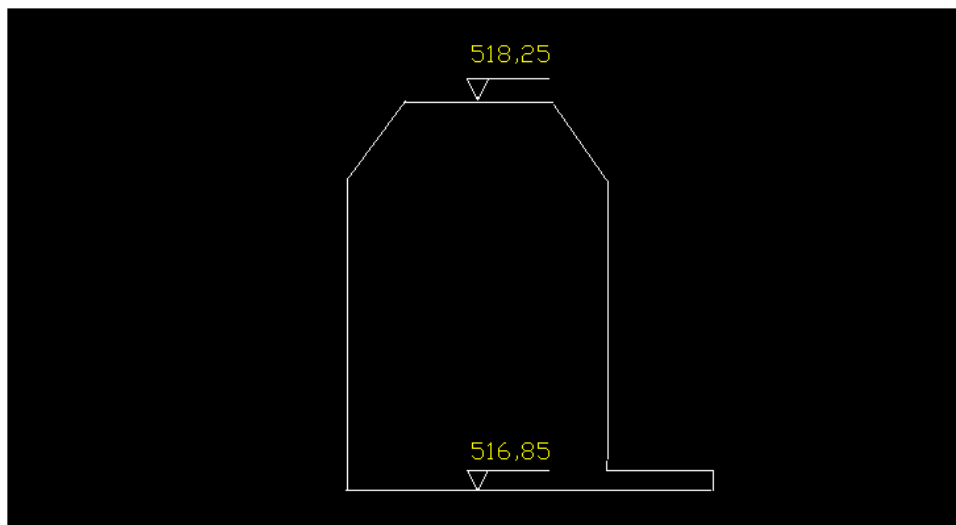
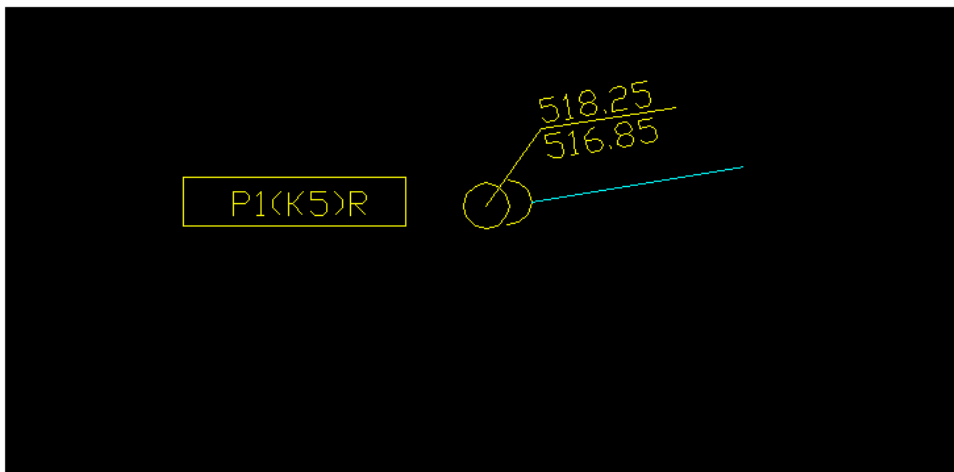
TRAMO		LONGITUD	DÍAMETRO INTERNO	MATERÍAL	NODO DE SALIDA		NODO DE LLEGADA		CAIDA (H)	PENDIENTE TUBERÍA
					Cota rasante	Cota clave	Cota rasante	Cota clave		
DE	A	(m)	(plg)		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(%)
1	2	302	6"	P.V.C.	480,35	479,45	475,65	474,75	4,70	1,56
1	6	166	3"	A.C.	480,35	479,45	474,95	474,05	5,40	3,25
6	7	304	3"	A.C.	474,95	474,05	473,75	472,95	1,10	0,36
2	7	218	3"	A.C.	475,65	474,75	473,75	472,95	1,80	0,83
2	7	218	3"	A.C.	475,65	474,75	473,75	472,95	1,80	0,83
2	3	183	6"	P.V.C.	475,65	474,75	472,90	472,00	2,75	1,50
3	4	40	6"	P.V.C.	472,90	472,00	472,81	471,91	0,09	0,22
7	8	169	3"	A.C.	473,75	472,95	472,45	471,60	1,35	0,80
4	8	184	3"	A.C.	472,81	471,91	472,45	471,60	0,31	0,17
4	8	184	3"	A.C.	472,81	471,91	472,45	471,60	0,31	0,17
4	5	256	6"	P.V.C.	472,81	471,91	469,48	468,58	3,33	1,30
5	9	154	3"	A.C.	469,48	468,58	470,05	469,2	-0,62	-0,40
8	9	267	3"	A.C.	472,45	471,60	470,05	469,2	2,40	0,90

**ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA INSPECCIÓN DE POLICIA DE LA SIERRA**

**TARJETAS DE POZOS**

INVESTIGACIÓN DE POZOS EXISTENTES DEL ALCANTARILLADO						NOMENCLATURA POZO
						P1(K5)R
COTA RASANTE	COTA FONDO	PROFUNDIDAD	PAVIMENTO: SI ____ NO __X__			ESTADO : B__X__ R__ M__
(m)	(m)	(m)				
518,25	516,85	1,40				
TRAMO DE LLEGADA AL POZO		COTA BATEA COLECTOR	LONGITUD	PENDIENTE	DIÁMETRO	MATERIAL
DE	A		(m)	(%)	(m)	
						Tapa en concreto
TRAMO DE SALIDA DEL POZO						
P1(K5)R	P2(K5)R	516,85	150	1,31	0,2	Tubería en concreto prefabricado

**OBSERVACIONES:** Para la ubicación del pozo fue necesario remover material de arrastre que cubria la tapa. Se revisaron las cotas de fondo y rasante que coinciden con la información recolectada en planos existentes. Se recomienda mantener descubierta la tapa de acceso al pozo de inspección. Tapa en regular estado. FECHA: 12-12-04

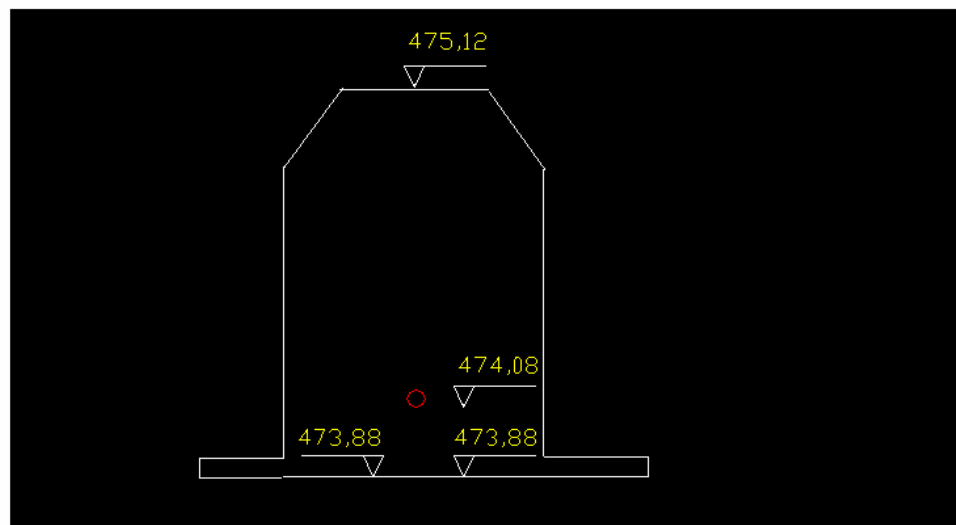


## ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA INSPECCIÓN DE POLICIA DE LA SIERRA

### TARJETAS DE POZOS

INVESTIGACIÓN DE POZOS EXISTENTES DEL ALCANTARILLADO						NOMENCLATURA POZO
						P(1-3)R2
COTA RASANTE	COTA FONDO	PROFUNDIDAD	PAVIMENTO: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			ESTADO : B ___ R_X_M ___
(m)	(m)	(m)				
475,12	473,88	1,24				
TRAMO DE LLEGADA AL POZO		COTA BATEA COLECTOR	LONGITUD	PENDIENTE	DIÁMETRO	MATERIAL
DE	A		(m)	(%)	(m)	
P(1-K5-3)Ra	P(1-3)R2	474,08	68	2,21	0,2	Tapa en concreto
P(1A-1-K3)Rb	P(1-3)R2	473,88	93	2,55	0,2	Tubería en concreto prefabricado
TRAMO DE SALIDA DEL POZO						
P(1-3)R2	P(1-3)R1	473,88	10	0,70	0,2	Tubería en concreto prefabricado

**OBSERVACIONES:** Pozo colmatado. Se corrigieron las cotas fondo y batea. Tapa en regular estado. FECHA: 13-12-04



ANEXO D. REVISIÓN DEL DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS REDES EXISTENTES  
EN LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LA INSPECCIÓN  
DE POLICÍA DE LA SIERRA

### REVISIÓN DE LAS PRESIONES EN LOS NODOS DE LA RED DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO EXISTENTE

TRAMO		LONGITUD	DÍAMETRO INTERNO	CAUDAL Q	VELOCIDAD	Cumple con la condición de velocidad mínima (Mínima = 0,6 (m/s)) según el R.A.S. (si/no)	Cumple con la condición de velocidad máxima (Máxima = 6,0 (m/s)) según el R.A.S. (si/no)	CAIDA (H)	ELEVACIÓN NODO FINAL	COTA PIEZOMÉTRICA NODO FINAL	PRESIÓN	Cumple con la condición de presión mínima = 10 (m.c.a.) según el R.A.S. (si/no)	Cumple con la condición de presión máxima = 60 (m.c.a.) según el R.A.S. (si/no)
DE	A	(m)	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m/s)			(m)	(m)	(m)	(m.c.a.)		
1	2	302	0,158	0,01173	1,20	si	si	0,64	474,75	508,06	33,31	si	si
1	6	166	0,082	0,00359	1,36	si	si	1,09	474,05	507,61	33,56	si	si
6	7	304	0,082	0,00110	0,42	no	si	0,22	472,95	507,39	34,44	si	si
2	7	218	0,082	0,00239	0,91	si	si	0,67	472,95	507,39	34,44	si	si
2	7	218	0,082	0,00239	0,91	si	si	0,67	472,95	507,39	34,44	si	si
2	3	183	0,158	0,00786	0,80	si	si	0,18	472,00	507,88	35,88	si	si
3	4	40	0,158	0,00634	0,65	si	si	0,03	471,91	507,85	35,94	si	si
7	8	169	0,082	0,00159	0,60	si	si	0,25	471,60	507,14	35,54	si	si
4	8	184	0,082	0,00264	1,00	si	si	0,68	471,60	507,17	35,57	si	si
4	8	184	0,082	0,00264	1,00	si	si	0,68	471,60	507,17	35,57	si	si
4	5	256	0,158	0,00370	0,38	no	si	0,06	468,58	507,79	39,21	si	si
5	9	154	0,082	0,00338	1,28	si	si	0,90	469,20	506,89	37,69	si	si
8	9	267	0,082	0,00132	0,50	no	si	0,27	469,20	506,90	37,70	si	si

# ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA

## DESCRIPCIÓN DE LOS POZOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE

	COTA RASANTE DEL POZO	COTA FONDO DEL POZO	PROFUNDIDAD DEL POZO	COTAS BATEAS DE COLECTORES QUE LLEGAN AL POZO							COTAS BATEAS DE COLECTORES QUE SALEN DEL POZO						
				LLEGA DEL POZO	COTA BATEA	DIFERENCIA DE ALTURA RESPECTO A LA COTA FONDO DEL POZO	DIÁMETRO DEL COLECTOR	PROFUNDIDAD A LA COTA BATEA DEL COLECTOR	PROFUNDIDAD A LA COTA CLAVE DEL COLECTOR	Cumple con profundidad mínima (Hmínima = 1,20 m en vías vehiculares) a la cota clave, según el R.A.S. (si/no)	SALE HACIA EL POZO	COTA BATEA	DIFERENCIA DE ALTURA DE COLECTORES INICIALES (***) RESPECTO A LA COTA FONDO DEL POZO	DIÁMETRO DEL COLECTOR	PROFUNDIDAD A LA COTA BATEA DEL COLECTOR	PROFUNDIDAD A LA COTA CLAVE DEL COLECTOR	Cumple con profundidad mínima (Hmínima = 1,20 m en vías vehiculares) a la cota clave, según el R.A.S. (si/no)
P1(K5)R	518,25	516,85	1,40	*****	*****	*****	*****	*****	*****								
P2(K5)R	515,88	514,83	1,05	P1(K5)R	514,88	0,05	0,2	1,00	0,80	no	P3(K5)R	514,83		0,2	1,05	0,85	no
P3(K5)R	514,13	513,09	1,04	P2(K5)R	513,14	0,05	0,2	0,99	0,79	no	P4(K5)R	513,09		0,2	1,04	0,84	no
P4(K5)R	511,57	510,52	1,05	P3(K5)R	510,57	0,05	0,2	1,00	0,80	no	P5(K5)R	510,52		0,2	1,05	0,85	no
P5(K5)R	507,32	506,27	1,05	P4(K5)R	506,32	0,05	0,2	1,00	0,80	no	P6(K5)R	506,27		0,2	1,05	0,85	no
P6(K5)R	502,31	501,08	1,23	P5(K5)R	501,11	0,03	0,2	1,20	1,00	no	P7(K5)R	501,08		0,2	1,23	1,03	no
P7(K5)R	497,13	496,05	1,08	P6(K5)R	496,10	0,05	0,2	1,03	0,83	no	P8(K5)R	496,05		0,2	1,08	0,88	no
P8(K5)R	486,76	485,67	1,09	P7(K5)R	485,72	0,05	0,2	1,04	0,84	no	P9(K5)R	485,67		0,2	1,09	0,89	no
P9(K5)R	484,50	483,47	1,03	P8(K5)R	483,52	0,05	0,2	0,98	0,78	no	P10(K5)	483,47		0,2	1,03	0,83	no
P10(K5)R	483,19	481,68	1,51	P9(K5)R	481,73	0,05	0,2	1,46	1,26	si	P11(K5)R	481,68		0,2	1,51	1,31	si
P11(K5)R	481,92	480,86	1,06	P10(K5)R	480,91	0,05	0,2	1,01	0,81	no	P(1-5)R	480,86		0,2	1,06	0,86	no
P(1-5)R	480,38	479,33	1,05	P11(K5)R	479,38	0,05	0,2	1,00	0,80	no	P(1-K5-3)Ra	479,33		0,2	1,05	0,85	no
											P(2-5)R (***)	479,38	0,05	0,2	1,00	0,80	no
P(1-K5-3)Ra	476,65	475,58	1,07	P(1-5)R	475,63	0,05	0,2	1,02	0,82	no	P(1-3)R2	475,58		0,2	1,07	0,87	no

P(1-3)R2	475,12	473,88	1,24	P(1-K5-3)Ra	474,08	0,20	0,2	1,04	0,84	no	P(1-3)R1	473,88		0,2	1,24	1,04	no
				P(1A-1-K3)Rb	473,88	0,00	0,2	1,24	1,04	no							
P(1-3)R1	475,02	472,90	2,12	P(1-3)R2	473,81	0,91	0,2	1,21	1,01	no	P(1-3-K3)Ra	472,90		0,2	2,12	1,92	si
				P(1-K1-2)Rd	472,97	0,07	0,2	2,05	1,85	si							
P(1-K1-2)Rd	475,41	473,36	2,05	P(1-K1-2)Rc	473,38	0,02	0,2	2,03	1,83	si	P(1-3)R1	473,36		0,2	2,05	1,85	si
P(1-K1-2)Rc	475,22	473,73	1,49	P(1-K1-2)Rb	473,75	0,02	0,2	1,47	1,27	si	P(1-K1-2)Rd	473,73		0,2	1,49	1,29	si
P(1-K1-2)Rb	474,78	473,88	0,9	P(1-K1-2)Ra	473,88	0,00	0,2	0,90	0,70	no	P(1-K1-2)Rc	473,88		0,2	0,90	0,70	no
				P2(C1A)R	474,00	0,12	0,2	0,78	0,58	no							
P(1-K1-2)Ra	474,77	474,00	0,77	P3(C1A)R	474,00	0,00	0,2	0,77	0,57	no	P(1-K1-2)Rb	474,00		0,2	0,77	0,57	no
P3(C1A)R	474,76	474,09	0,67	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	P(1-K1-2)Ra	474,09		0,2	0,67	0,47	no
P2(C1A)R	475,70	474,16	1,54	P1(C1A)R	474,21	0,05	0,2	1,49	1,29	si	P(1-K1-2)Rb	474,16		0,2	1,54	1,34	si
P1(C1A)R	476,98	475,48	1,50	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	P2(C1A)R	475,48		0,2	1,50	1,30	si
P(1A-1-K3)Ra	480,18	479,18	1,00	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	P(1A-1-K3)Rb	479,18		0,2	1,00	0,80	no
P(1A-1-K3)Rb	477,34	476,25	1,09	P(1A-1-K3)Ra	476,30	0,05	0,2	1,04	0,84	no	P(1-3)R2	476,25		0,2	1,09	0,89	no
P(1-3-K3)Ra	473,72	471,98	1,74	P(1-3)R1	471,99	0,01	0,2	1,73	1,53	si	P(1-3-K3)Rb	471,98		0,2	1,74	1,54	si
(1-3-K3)Rb	473,29	471,71	1,58	P(1-3-K3)Ra	471,73	0,02	0,2	1,56	1,36	si	P(1-3-K3)Rc	471,71		0,2	1,58	1,38	si
P(1-3-K3)Rc	474,16	471,28	2,88	P(1-3-K3)Rb	471,29	0,01	0,2	2,87	2,67	si	P(3-3)R	471,28		0,2	2,88	2,68	si
P(3-3)R	473,77	470,93	2,84	P(1-3-K3)Rc	470,95	0,02	0,2	2,82	2,62	si	P(4-3)R	470,93		0,2	2,84	2,64	si
				P(3-K4-3)Ra	470,95	0,02	0,2	2,82	2,62	si							
P(3-K4-3)Ra	475,09	472,03	3,06	P(3-4)R	472,09	0,06	0,2	3,00	2,80	si	P(3-3)R	472,03		0,2	3,06	2,86	si
P(4-3)R	472,58	470,44	2,14	P(3-3)R	470,49	0,05	0,2	2,09	1,89	si	P(5-3)R	470,44		0,2	2,14	1,94	si
				P(4-K4-3)Ra	470,84	0,40	0,2	1,74	1,54	si							

P(4-K4-3)Ra	473,86	471,23	2,63	P(4-4)R	471,23	0,00	0,2	2,63	2,43	si	P(4-3)R	471,23		0,2	2,63	2,43	si
P(5-3)R	472,47	469,50	2,97	P(4-3)R	469,50	0,00	0,2	2,97	2,77	si	P(5-6-K3)Ra	469,50		0,2	2,97	2,77	si
				P(5-4)R	470,00	0,50	0,2	2,47	2,27	si							
P(5-6-K3)Ra	472,45	469,38	3,07	P(5-3)R	469,38	0,00	0,2	3,07	2,87	si	P(6-3)R	469,38		0,2	3,07	2,87	si
P(6-3)R	471,19	469,05	2,14	P(5-6-K3)Ra	469,05	0,00	0,2	2,14	1,94	si	P(7-3)R2	469,05		0,2	2,14	1,94	si
				P(6-4)R	470,19	1,14	0,2	1,00	0,80	no							
P(7-3)R2	470,21	467,87	2,34	P(6-3)R	468,25	0,38	0,2	1,96	1,76	si	P(7-3)R1	467,87		0,2	2,34	2,14	si
				P(7-4)R	467,87	0,00	0,2	2,34	2,14	si							
P(2-5)R	477,18	476,11	1,07	P(1-5)R	476,16	0,05	0,2	1,02	0,82	no	P(3-5)R	476,11		0,2	1,07	0,87	no
											P(2-4)R (***)	476,16	0,05	0,2	1,02	0,82	no
P(3-5)R	475,68	473,18	2,5	P(2-5)R	473,22	0,04	0,2	2,46	2,26	si	P(4-5)R	473,18		0,2	2,50	2,30	si
											P(3-4)R (***)	474,68	1,5	0,2	1,00	0,80	no
P(4-5)R	474,09	471,93	2,16	P(3-5)R	472,05	0,12	0,2	2,04	1,84	si	P(5-5)R	471,93		0,2	2,16	1,96	si
											P(4-4)R (***)	471,98	0,05	0,2	2,11	1,91	si
P(5-5)R	472,88	471,23	1,65	P(4-5)R	471,26	0,03	0,2	1,62	1,42	si	P(5-4)R	471,23		0,2	1,65	1,45	si
P(1-2-K3)Ra	476,42	474,83	1,59	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	P(2-4)R	474,83		0,2	1,59	1,39	si
P(2-4)R	476,25	474,48	1,77	P(1-2-K3)Ra	474,53	0,05	0,2	1,72	1,52	si	P(3-4)R	474,48		0,2	1,77	1,57	si
				P(2-5)R	474,56	0,08	0,2	1,69	1,49	si							
P(3-4)R	475,12	472,66	2,46	P(2-4)R	472,66	0,00	0,2	2,46	2,26	si	P(4-4)R	472,66		0,2	2,46	2,26	si
				P(3-5)R	472,69	0,03	0,2	2,43	2,23	si	P(3-K4-3)Ra (***)	472,69	0,03	0,2	2,43	2,23	si
P(4-4)R	473,90	471,46	2,44	P(3-4)R	471,51	0,05	0,2	2,39	2,19	si	P(5-4)R	471,46		0,2	2,44	2,24	si
				P(4-5)R	471,51	0,05	0,2	2,39	2,19	si	P(4-K4-3)Ra (***)	471,51	0,05	0,2	2,39	2,19	si
P(5-4)R	472,65	469,63	3,02	P(4-4)R	469,63	0,00	0,2	3,02	2,82	si	P(6-4)R	469,63		0,2	3,02	2,82	si
				P(5-5)R	469,66	0,03	0,2	2,99	2,79	si	P(5-3)R (***)	470,66	1,03	0,2	1,99	1,79	si
P(6-4)R	471,39	468,93	2,46	P(5-4)R	468,95	0,02	0,2	2,44	2,24	si	P(7-4)R	468,93		0,2	2,46	2,26	si
											P(6-3)R (***)	470,39	1,46	0,2	1,00	0,80	no

P(8-4)R	469,28	468,78	0,50	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	P(7-4)R	468,78	0,2	0,50	0,30	no
P(7-4)R	470,05	468,10	1,95	P(6-4)R	468,16	0,06	0,2	1,89	1,69	si	P(7-3)R2	468,10	0,2	1,95	1,75	si
				P(8-4)R	468,13	0,03	0,2	1,92	1,72	si						
P(7-3)R1	469,14	467,38	1,76	P(7-3)R2	467,43	0,05	0,2	1,71	1,51	si	P(8-3)R	467,38	0,25	1,76	1,51	si
P(8-3)R	469,07	466,88	2,19	P(7-3)R1	466,95	0,07	0,25	2,12	1,87	si	P(9-3)R	466,88	0,25	2,19	1,94	si
P(9-3)R	467,27	465,62	1,65	P(8-3)R	465,91	0,29	0,25	1,36	1,11	no	P1(E.F.)R	465,62	0,25	1,65	1,40	si
P1(E.F.)R	466,14	464,41	1,73	P(9-3)R	464,45	0,04	0,25	1,69	1,44	si	P2(E.F.)R	464,41	0,25	1,73	1,48	si
P2(E.F.)R	463,52	461,73	1,79	P1(E.F.)R	461,78	0,05	0,25	1,74	1,49	si	P3(E.F.)R	461,73	0,25	1,79	1,54	si
P3(E.F.)R	460,41	457,73	2,68	P2(E.F.)R	459,25	1,52	0,25	1,16	0,91	no	P4(E.F.)R	457,73	0,25	2,68	2,43	si

Los tres últimos pozos del colector final se encuentran totalmente destruidos y no se hayo estructura alguna en las inspecciones sanitarias, sin embargo a continuación se reverencian según memorias de planos existentes las condiciones bajo las cuales operaron después de su construcción, teniendo dichos datos como referencia técnica en la evaluación de las alternativas de solución.

P4(E.F.)R	456,73	452,73	4,00	P3(E.F.)R	455,78	3,05	0,25	0,95	0,70		P5(E.F.)R	452,73	0,25	4,00	3,75	
P5(E.F.)R	451,73	449,58	2,15	P4(E.F.)R	451,23	1,65	0,25	0,50	0,25		P6(E.F.)R	449,58	0,25	2,15	1,90	
P6(E.F.)R	446,45	443,45	3,00													

**REVISIÓN DEL CÁLCULO DE CAUDALES DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE**

IDENTIFICACIÓN								ÁREAS TOTALES DE APORTE					CAUDALES DE APORTE MEDIO DIARIO					OTROS CAUDALES				CAUDALES DE DISEÑO		Observaciones en la adopción mínima de caudal de diseño
TRAMO		NIVEL SOCIO-ECONÓMICO	N° DE VIVIENDAS	PROMEDIO	POBLACION	POBLACIÓN ACUMULADA	CONSUMO	Área bruta	Área bruta acumulada	Área Com.	Área Inst.	Area Ind.	Q. Dom.	Q. Com.	Q. Inst.	Q. Ind.	Qmd	Factor de mayoración	Conexiones erradas	Tipo de infiltración	Q. Infiltración	QMH	Q. diseño	
DE	A																							
P1(K5)R	P2(K5)R	B	5	4,09	20,45	20,45	127,72	0,45	0,45				0,02			0,02	2,59	0,23	B	0,09	0,06	0,37	1,50	
P2(K5)R	P3(K5)R	B	6	4,09	24,54	44,99	127,72	0,18	0,63				0,05			0,05	2,39	0,32	B	0,13	0,12	0,56	1,50	
P3(K5)R	P4(K5)R	B	4	4,09	16,36	61,35	127,72	0,22	0,85				0,07			0,07	2,32	0,43	B	0,17	0,16	0,75	1,50	
P4(K5)R	P5(K5)R	B	8	4,09	32,72	94,07	127,72	0,27	1,12				0,10			0,10	2,22	0,56	B	0,22	0,23	1,02	1,50	
5(K5)R	P6(K5)R	B	6	4,09	24,54	118,61	127,72	0,30	1,42				0,13			0,13	2,17	0,71	B	0,28	0,29	1,28	1,50	
P6(K5)R	P7(K5)R	B	5	4,09	20,45	139,06	127,72	0,36	1,78				0,15			0,15	2,14	0,89	B	0,36	0,33	1,58		
P7(K5)R	P8(K5)R	B	6	4,09	24,54	163,6	127,72	0,36	2,14				0,18			0,18	2,10	1,07	B	0,43	0,38	1,88		
P8(K5)R	P9(K5)R	B	4	4,09	16,36	179,96	127,72	0,13	2,27				0,20			0,20	2,08	1,14	B	0,45	0,42	2,00		
P9(K5)R	P10(K5)R	B	4	4,09	16,36	196,32	127,72	0,16	2,43				0,22			0,22	2,06	1,22	B	0,49	0,45	2,15		
P10(K5)R	P11(K5)R	B	1	4,09	4,09	200,41	127,72	0,10	2,53				0,22			0,22	2,06	1,27	B	0,51	0,46	2,23		
P11(K5)R	P(1-5)R	B	4	4,09	16,36	216,77	127,72	0,20	2,73				0,24			0,24	2,04	1,37	B	0,55	0,49	2,40		
P(1-5)R	P(1-K5-3)Ra	B	3	4,09	12,27	229,04	127,72	0,98	3,71				0,25			0,25	2,03	1,86	B	0,74	0,52	3,11		
P(1-K5-3)Ra	P(1-3)R2	B	0	4,09	0,00	229,04	127,72	0,29	4,00				0,25			0,25	2,03	2,00	B	0,80	0,52	3,32		
P1(C1A)R	P2(C1A)R	B	8	4,09	32,72	32,72	127,72	0,22	0,22				0,04			0,04	2,47	0,11	B	0,04	0,09	0,24	1,50	
P2(C1A)R	P(1-K1-2)Rb	B	2	4,09	8,18	40,90	127,72	0,12	0,34				0,05			0,05	2,41	0,17	B	0,07	0,11	0,35	1,50	
P3(C1A)R	P(1-K1-2)Ra	B	3	4,09	12,27	12,27	127,72	0,09	0,09				0,01			0,01	2,72	0,05	B	0,02	0,04	0,10	1,50	
P(1-K1-2)Ra	P(1-K1-2)Rb	B	3	4,09	12,27	24,54	127,72	0,08	0,17				0,03			0,03	2,54	0,09	B	0,03	0,07	0,19	1,50	
P(1-K1-2)Rb	P(1-K1-2)Rc	B	2	4,09	8,18	73,62	127,72	0,11	0,62				0,08			0,08	2,28	0,31	B	0,12	0,19	0,62	1,50	
P(1-K1-2)Rc	P(1-K1-2)Rd	B	5	4,09	20,45	94,07	127,72	0,26	0,88				0,10			0,10	2,22	0,44	B	0,18	0,23	0,85	1,50	
P(1-K1-2)Rd	P(1-3)R1	B	5	4,09	20,45	114,52	127,72	0,40	1,28				0,13			0,13	2,18	0,64	B	0,26	0,28	1,17	1,50	
P(3-4)R	P(3-K4-3)Ra	B	1	4,09	4,09	4,09	127,72	0,30	0,30				0,00			0,00	3,04	0,15	B	0,06	0,01	0,22	1,50	
P(3-K4-3)Ra	P(3-3)R	B	2	4,09	8,18	12,27	127,72	0,45	0,75			0,70	0,01		0,3	0,29	2,72	0,38	B	0,15	0,80	1,32	1,50	
P(4-4)R	P(4-K4-3)Ra	B	2	4,09	8,18	8,18	127,72	0,12	0,12				0,01			0,01	2,84	0,06	B	0,02	0,03	0,11	1,50	
P(4-K4-3)Ra	P(4-3)R	B	3	4,09	12,27	20,45	127,72	0,33	0,45				0,02			0,02	2,59	0,23	B	0,09	0,06	0,37	1,50	
P(5-4)R	P(5-3)R	B	6	4,09	24,54	24,54	127,72	0,53	0,53				0,03			0,03	2,54	0,27	B	0,11	0,07	0,44	1,50	

P(6-4)R	P(6-3)R	B	2	4,09	8,18	8,18	127,72	0,54	0,54					0,01				0,01	2,84	0,27	B	0,11	0,03	0,40	1,50
P(1-5)R	P(2-5)R	B	4	4,09	16,36	16,36	127,72	0,56	0,56					0,02				0,02	2,65	0,28	B	0,11	0,05	0,44	1,50
P(2-5)R	P(3-5)R	B	8	4,09	32,72	49,08	127,72	0,50	1,06					0,05				0,05	2,37	0,53	B	0,21	0,13	0,87	1,50
P(3-5)R	P(4-5)R	B	7	4,09	28,63	77,71	127,72	0,42	1,48	0,50				0,09	0,20			0,29	2,26	0,74	B	0,30	0,65	1,68	
P(4-5)R	P(5-5)R	B	4	4,09	16,36	94,07	127,72	0,33	1,81	0,50				0,10	0,20			0,30	2,22	0,91	B	0,36	0,68	1,94	
P(5-5)R	P(5-4)R	B	5	4,09	20,45	114,52	127,72	0,66	2,47	0,50				0,13	0,20			0,33	2,18	1,24	B	0,49	0,71	2,44	
P(2-5)R	P(2-4)R	B	7	4,09	28,63	28,63	127,72	0,64	0,64																
P(3-5)R	P(3-4)R	B	5	4,09	20,45	20,45	127,72	0,59	0,59	0,40				0,02	0,16			0,18	2,59	0,30	B	0,12	0,47	0,89	1,50
P(4-5)R	P(4-4)R	B	8	4,09	32,72	32,72	127,72	0,50	0,50						0										
P(1-2-K3)Ra	P(2-4)R	B	2	4,09	8,18	8,18	127,72	0,23	0,23					0,01	0			0,01	2,84	0,12	B	0,05	0,03	0,19	1,50
P(2-4)R	P(3-4)R	B	7	4,09	28,63	65,44	127,72	0,72	1,59					0,07	0			0,07	2,30	0,80	B	0,32	0,17	1,28	1,50
P(3-4)R	P(4-4)R	B	9	4,09	36,81	122,70	127,72	0,61	2,79	0,40				0,14	0,16			0,30	2,16	1,40	B	0,56	0,64	2,59	
P(4-4)R	P(5-4)R	B	5	4,09	20,45	175,87	127,72	0,37	3,66	0,40				0,19	0,16			0,35	2,09	1,83	B	0,73	0,74	3,30	
P(5-4)R	P(6-4)R	B	14	4,09	57,26	347,65	127,72	0,73	6,86	0,90				0,39	0,36			0,75	1,95	3,43	B	1,37	1,45	6,26	
P(6-4)R	P(7-4)R	B	6	4,09	24,54	372,19	127,72	0,42	7,28	0,90				0,41	0,36			0,77	1,94	3,64	B	1,46	1,50	6,59	
P(8-4)R	P(7-4)R	B	5	4,09	20,45	20,45	127,72	0,23	0,23					0,02				0,02	2,59	0,12	B	0,05	0,06	0,22	1,50
P(7-4)R	P(7-3)R2	B	2	4,09	8,18	400,82	127,72	0,39	7,90	0,90				0,44	0,36			0,80	1,92	3,95	B	1,58	1,55	7,08	
P(1A-1-K3)Ra	P(1A-1-K3)Rb	B	7	4,09	28,63	28,63	127,72	0,35	0,35					0,03				0,03	2,50	0,18	B	0,07	0,08	0,32	1,50
P(1A-1-K3)Rb	P(1-3)R2	B	4	4,09	16,36	44,99	127,72	0,41	0,76					0,05				0,05	2,39	0,38	B	0,15	0,12	0,65	1,50
P(1-3)R2	P(1-3)R1	B	0	4,09	0	274,03	127,72	0,00	4,76					0,30				0,30	2,00	2,38	B	0,95	0,61	3,94	
P(1-3)R1	P(1-3-K3)Ra	B	0	4,09	0	388,55	127,72	0,40	6,44					0,43				0,43	1,93	3,22	B	1,29	0,83	5,34	
P(1-3-K3)Ra	P(1-3-K3)Rb	B	2	4,09	8,18	396,73	127,72	0,54	6,98					0,44				0,44	1,92	3,49	B	1,40	0,85	5,73	
P(1-3-K3)Rb	P(1-3-K3)Rc	B	3	4,09	12,27	409,00	127,72	0,54	7,52					0,45				0,45	1,92	3,76	B	1,50	0,87	6,13	
P(1-3-K3)Rc	P(3-3)R	B	6	4,09	24,54	433,54	127,72	0,53	8,05	0,80				0,48			0,3	0,80	1,91	4,03	B	1,61	1,53	7,16	
P(3-3)R	P(4-3)R	B	13	4,09	53,17	498,98	127,72	0,41	9,21	1,50				0,55			0,60	1,15	1,88	4,61	B	1,84	2,17	8,62	
P(4-3)R	P(5-3)R	B	7	4,09	28,63	548,06	127,72	0,28	9,94	1,50				0,61			0,60	1,21	1,86	4,97	B	1,99	2,25	9,21	
P(5-3)R	P(5-6-K3)Ra	B	4	4,09	16,36	588,96	127,72	0,21	10,68	1,50				0,65			0,60	1,25	1,85	5,34	B	2,14	2,32	9,79	
P(5-6-K3)Ra	P(6-3)R	B	9	4,09	36,81	625,77	127,72	0,32	11,00	1,50				0,69			0,60	1,29	1,84	5,50	B	2,20	2,38	10,08	
P(6-3)R	P(7-3)R2	B	10	4,09	40,90	674,85	127,72	0,46	12,00	1,50				0,75			0,60	1,35	1,82	6,00	B	2,40	2,46	10,86	
P(7-3)R2	P(7-3)R1	B	0	4,09	0	1075,67	127,72	0,00	19,90	0,90	1,50	1,19		0,36	0,60	2,15		1,74	9,95	B	3,98	3,75	17,68		
P(7-3)R1	P(8-3)R	B	8	4,09	32,72	1108,39	127,72	0,65	20,55	0,90	1,50	1,23		0,36	0,60	2,19		1,74	10,28	B	4,11	3,80	18,19		
P(8-3)R	P(9-3)R	B	4	4,09	16,36	1124,75	127,72	0,73	21,28	0,90	1,50	1,25		0,36	0,60	2,21		1,73	10,64	B	4,26	3,83	18,72		
P(9-3)R	P1(E.F)R		0	4,09	0	1124,75	127,72	1,31	22,59	0,90	1,50	1,25		0,36	0,60	2,21		1,73	11,30	B	4,52	3,83	19,64		

P1(E.F.)R	P2(E.F.)R		0	4,09	0	1124,75	127,72	0,51	23,10	0,90	1,50	1,25	0,36	0,60	2,21	1,73	11,55	B	4,62	3,83	20,00
P2(E.F.)R	P3(E.F.)R		0	4,09	0	1124,75	127,72	0,31	23,41	0,90	1,50	1,25	0,36	0,60	2,21	1,73	11,71	B	4,68	3,83	20,21
<b>El emisor final del sistema de alcantarillado existente se interrumpe entre los pozos P3(E.F.)R y P4(E.F.)R.</b>																					
P3(E.F.)R	P4(E.F.)R		0	4,09	0	1124,75	127,72	0,05	23,46	0,90	1,50	1,25	0,36	0,60	2,21	1,73	11,73	B	4,69	3,83	20,25
P4(E.F.)R	P5(E.F.)R		0	4,09	0	1124,75	127,72	0,05	23,51	0,90	1,50	1,25	0,36	0,60	2,21	1,73	11,76	B	4,70	3,83	20,28
P5(E.F.)R	P6(E.F.)R		0	4,09	0	1124,75	127,72	0,24	23,75	0,90	1,50	1,25	0,36	0,60	2,21	1,73	11,88	B	4,75	3,83	20,45
TOTAL			275		1124,8			23,75													

## ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA INSPECCIÓN DE POLICÍA DE LA SIERRA

EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE												
TRAMO		COTA RASANTE DEL POZO A LA ENTRADA DEL COLECTOR ( m )	COTA RASANTE DEL POZO A LA SALIDA DEL COLECTOR ( m )	LONGITUD ENTRE POZOS ( m )	PENDIENTE DEL TERRENO ( % )	COTA BATEA A LA ENTRADA DEL COLECTOR ( m )	COTA BATEA A LA SALIDA DEL COLECTOR ( m )	DIFERENCIA DE ALTURA ENTRE LAS COTAS BATEAS A LA SALIDA DEL COLECTOR Y LAS COTAS FONDO DE LOS POZOS ( m )	CAIDA EN EL TRAMO ( m )	PENDIENTE DEL COLECTOR ( % )	PROFUNDIDAD COTA BATEA A LA ENTRADA DEL COLECTOR ( m )	PROFUNDIDAD COTA BATEA A LA SALIDA DEL COLECTOR ( m )
DE	A											
P1(K5)R	P2(K5)R	518,25	515,88	150	1,6	516,85	514,88	0,05	1,97	1,31	1,40	1,00
P2(K5)R	P3(K5)R	515,88	514,13	60	2,9	514,83	513,14	0,05	1,69	2,82	1,05	0,99
P3(K5)R	P4(K5)R	514,13	511,57	72	3,6	513,09	510,57	0,05	2,52	3,50	1,04	1,00
P4(K5)R	P5(K5)R	511,57	507,32	89	4,8	510,52	506,32	0,05	4,20	4,72	1,05	1,00
5(K5)R	P6(K5)R	507,32	502,31	99	5,1	506,27	501,11	0,03	5,16	5,21	1,05	1,20
P6(K5)R	P7(K5)R	502,31	497,13	120	4,3	501,08	496,10	0,05	4,98	4,15	1,23	1,03
P7(K5)R	P8(K5)R	497,13	486,76	120	8,6	496,05	485,72	0,05	10,33	8,61	1,08	1,04
P8(K5)R	P9(K5)R	486,76	484,50	42	5,4	485,67	483,52	0,05	2,15	5,12	1,09	0,98
P9(K5)R	P10(K5)R	484,50	483,19	54	2,4	483,47	481,73	0,05	1,74	3,22	1,03	1,46
P10(K5)R	P11(K5)R	483,19	481,92	34	3,7	481,68	480,91	0,05	0,77	2,26	1,51	1,01
P11(K5)R	P(1-5)R	481,92	480,38	67	2,3	480,86	479,38	0,05	1,48	2,21	1,06	1,00
P(1-5)R	P(1-K5-3)Ra	480,38	476,65	88	4,2	479,33	475,63	0,05	3,70	4,20	1,05	1,02
P(1-K5-3)Ra	P(1-3)R2	476,65	475,12	68	2,2	475,58	474,08	0,20	1,50	2,21	1,07	1,04
P1(C1A)R	P2(C1A)R	476,98	475,70	83	1,5	475,48	474,21	0,05	1,27	1,53	1,50	1,49
P2(C1A)R	P(1-K1-2)Rb	475,70	474,78	32	2,9	474,16	474,00	0,12	0,16	0,50	1,54	0,78
P3(C1A)R	P(1-K1-2)Ra	474,76	474,77	33	0,0	474,09	474,00	0,00	0,09	0,27	0,67	0,77
P(1-K1-2)Ra	P(1-K1-2)Rb	474,77	474,78	37	0,0	474,00	473,88	0,00	0,12	0,32	0,77	0,90
P(1-K1-2)Rb	P(1-K1-2)Rc	474,78	475,22	33	-1,3	473,88	473,75	0,02	0,13	0,39	0,90	1,47
P(1-K1-2)Rc	P(1-K1-2)Rd	475,22	475,41	87	-0,2	473,73	473,38	0,02	0,35	0,40	1,49	2,03
P(1-K1-2)Rd	P(1-3)R1	475,41	475,02	97	0,4	473,36	472,97	0,07	0,39	0,40	2,05	2,05
P(3-4)R	P(3-K4-3)Ra	475,12	475,09	48	0,1	472,69	472,09	0,06	0,60	1,25	2,43	3,00
P(3-K4-3)Ra	P(3-3)R	475,09	473,77	72	1,8	472,03	470,95	0,02	1,08	1,50	3,06	2,82
P(4-4)R	P(4-K4-3)Ra	473,90	473,86	28	0,1	471,51	471,23	0,00	0,28	1,00	2,39	2,63
P(4-K4-3)Ra	P(4-3)R	473,86	472,58	76	1,7	471,23	470,84	0,40	0,39	0,51	2,63	1,74

P(5-4)R	P(5-3)R	472,65	472,47	100	0,2	470,66	470,00	0,50	0,66	0,66	1,99	2,47
P(6-4)R	P(6-3)R	471,39	471,19	88	0,2	470,39	470,19	1,14	0,20	0,23	1,00	1,00
P(1-5)R	P(2-5)R	480,38	477,18	164	2,0	479,38	476,16	0,05	3,22	1,96	1,00	1,02
P(2-5)R	P(3-5)R	477,18	475,68	138	1,1	476,11	473,22	0,04	2,89	2,09	1,07	2,46
P(3-5)R	P(4-5)R	475,68	474,09	112	1,4	473,18	472,05	0,12	1,13	1,01	2,50	2,04
P(4-5)R	P(5-5)R	474,09	472,88	74	1,6	471,93	471,26	0,03	0,67	0,91	2,16	1,62
P(5-5)R	P(5-4)R	472,88	472,65	124	0,2	471,23	469,66	0,03	1,57	1,27	1,65	2,99
P(2-5)R	P(2-4)R	477,18	476,25	80	1,2	476,16	474,56	0,08	1,60	2,00	1,02	1,69
P(3-5)R	P(3-4)R	475,68	475,12	98	0,6	474,68	472,69	0,03	1,99	2,03	1,00	2,43
P(4-5)R	P(4-4)R	474,09	473,90	110	0,2	471,98	471,51	0,05	0,47	0,43	2,11	2,39
P(1-2-K3)Ra	P(2-4)R	476,42	476,25	32	0,5	474,83	474,53	0,05	0,30	0,94	1,59	1,72
P(2-4)R	P(3-4)R	476,25	475,12	140	0,8	474,48	472,66	0,00	1,82	1,30	1,77	2,46
P(3-4)R	P(4-4)R	475,12	473,90	110	1,1	472,66	471,51	0,05	1,15	1,05	2,46	2,39
P(4-4)R	P(5-4)R	473,90	472,65	74	1,7	471,46	469,63	0,00	1,83	2,47	2,44	3,02
P(5-4)R	P(6-4)R	472,65	471,39	137	0,9	469,63	468,95	0,02	0,68	0,50	3,02	2,44
P(6-4)R	P(7-4)R	471,39	470,05	119	1,1	468,93	468,16	0,06	0,77	0,65	2,46	1,89
P(8-4)R	P(7-4)R	469,28	470,05	64	-1,2	468,78	468,13	0,03	0,65	1,02	0,5	1,92
P(7-4)R	P(7-3)R2	470,05	470,21	84	-0,2	468,10	467,87	0,00	0,23	0,27	1,95	2,34
P(1A-1-K3)Ra	P(1A-1-K3)Rb	480,18	477,34	118	2,4	479,18	476,30	0,05	2,88	2,44	1,00	1,04
P(1A-1-K3)Rb	P(1-3)R2	477,34	475,12	93	2,4	476,25	473,88	0,00	2,37	2,55	1,09	1,24
P(1-3)R2	P(1-3)R1	475,12	475,02	10	1,0	473,88	473,81	0,91	0,07	0,70	1,24	1,21
P(1-3)R1	P(1-3-K3)Ra	475,02	473,72	83	1,6	472,90	471,99	0,01	0,91	1,10	2,12	1,73
P(1-3-K3)Ra	P(1-3-K3)Rb	473,72	473,29	73	0,6	471,98	471,73	0,02	0,25	0,34	1,74	1,56
P(1-3-K3)Rb	P(1-3-K3)Rc	473,29	474,16	73,4	-1,2	471,71	471,29	0,01	0,42	0,57	1,58	2,87
P(1-3-K3)Rc	P(3-3)R	474,16	473,77	74	0,5	471,28	470,95	0,02	0,33	0,45	2,88	2,82
P(3-3)R	P(4-3)R	473,77	472,58	100	1,2	470,93	470,49	0,05	0,44	0,44	2,84	2,09
P(4-3)R	P(5-3)R	472,58	472,47	69	0,2	470,44	469,50	0,00	0,94	1,36	2,14	2,97
P(5-3)R	P(5-6-K3)Ra	472,47	472,45	56	0,0	469,50	469,38	0,00	0,12	0,21	2,97	3,07
P(5-6-K3)Ra	P(6-3)R	472,45	471,19	86	1,5	469,38	469,05	0,00	0,33	0,38	3,07	2,14
P(6-3)R	P(7-3)R2	471,19	470,21	125	0,8	469,05	468,25	0,38	0,80	0,64	2,14	1,96
P(7-3)R2	P(7-3)R1	470,21	469,14	10	10,7	467,87	467,43	0,05	0,44	4,40	2,34	1,71
P(7-3)R1	P(8-3)R	469,14	469,07	96	0,1	467,38	466,95	0,07	0,43	0,45	1,76	2,12

P(8-3)R	P(9-3)R	469,07	467,27	120	1,5	466,88	465,91	0,29	0,97	0,81	2,19	1,36
P(9-3)R	P1(E.F)R	467,27	466,14	130	0,9	465,62	464,45	0,04	1,17	0,90	1,65	1,69
P1(E.F)R	P2(E.F.)R	466,14	463,52	108	2,4	464,41	461,78	0,05	2,63	2,44	1,73	1,74
P2(E.F.)R	P3(E.F.)R	463,52	460,41	104	3,0	461,73	459,25	1,52	2,48	2,38	1,79	1,16
<b>El emisor final del sistema de alcantarillado existente se interrumpe entre los pozos P3(E.F.)R y P4(E.F.)R.</b>												
P3(E.F.)R	P4(E.F.)R	460,41	456,73	15	24,5	457,73	455,78	3,05	1,95	13,00	2,68	0,95
P4(E.F.)R	P5(E.F)R	456,73	451,73	15	33,3	452,73	451,23	1,65	1,50	10,00	4,00	0,50
P5(E.F)R	P6(E.F.)R	451,73	446,45	80	6,6	449,58	443,45		6,13	7,66	2,15	3,00
P6(E.F.)R	Fondo quebrada	446,45	442,99									

TRAMO		QD	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL COLECTOR				CONDICIONES HIDRÁULICAS DEL COLECTOR																				
			"n" manning	Diámetro colector	Longitud entre pozos	Pendiente colector	Caudal tubo lleno	QD/Qo	Cumple con la relación máxima de caudal (Q/Q0 = 0,75) según el R.A.S. (si/no)	y/do	Altura del agua	V/Vo	Velocidad tubo lleno	Velocidad del agua	Cumple con la velocidad media mínima (Vmínima = 0,45 m/s) según el R.A.S. (si/no)	Cumple con la velocidad máxima (Vmáxima = 5,0 m/s) según el R.A.S. (si/no)	D/do	Profundidad hidráulica del agua	R/do	Radio hidráulico	Fuerza tractiva	Cumple con la fuerza tractiva mínima (Ft mínima = 0,15 Kg/m2) según el R.A.S. (si/no)	Cabeza de velocidad media	Nº. FROUDE "F"	Cumple con el valor del Nº de Froude (F < 0,9 o F > 1,1) según el R.A.S. (si/no)	Régimen del flujo	
DE	A		(m)	(m)	(%)	(l/s)		(m)	(m)		(m/s)	(m/s)			(m)	(m)	(m)	(m)	(kg/m2)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
P1(K5)R	P2(K5)R	1,50	0,013	0,2	150	1,31	37,54	0,04	si	0,148	0,03	0,398	1,19	0,48	si	si	0,102	0,020	0,091	0,018	0,24	si	0,01	1,06	no	Crítico	
P2(K5)R	P3(K5)R	1,50	0,013	0,2	60	2,82	55,08	0,03	si	0,126	0,03	0,366	1,75	0,64	si	si	0,086	0,017	0,078	0,016	0,44	si	0,02	1,56	si	Supercrítico	
P3(K5)R	P4(K5)R	1,50	0,013	0,2	72	3,50	61,36	0,02	si	0,099	0,02	0,327	1,95	0,64	si	si	0,067	0,013	0,063	0,013	0,44	si	0,02	1,76	si	Supercrítico	
P4(K5)R	P5(K5)R	1,50	0,013	0,2	89	4,72	71,26	0,02	si	0,099	0,02	0,327	2,27	0,74	si	si	0,067	0,013	0,063	0,013	0,59	si	0,03	2,05	si	Supercrítico	
5(K5)R	P6(K5)R	1,50	0,013	0,2	99	5,21	74,86	0,02	si	0,099	0,02	0,327	2,38	0,78	si	si	0,067	0,013	0,063	0,013	0,66	si	0,03	2,15	si	Supercrítico	
P6(K5)R	P7(K5)R	1,58	0,013	0,2	120	4,15	66,82	0,02	si	0,099	0,02	0,327	2,13	0,70	si	si	0,067	0,013	0,063	0,013	0,52	si	0,02	1,92	si	Supercrítico	
P7(K5)R	P8(K5)R	1,88	0,013	0,2	120	8,61	96,24	0,02	si	0,099	0,02	0,327	3,06	1,00	si	si	0,067	0,013	0,063	0,013	1,08	si	0,05	2,76	si	Supercrítico	
P8(K5)R	P9(K5)R	2,00	0,013	0,2	42	5,12	74,21	0,03	si	0,126	0,03	0,366	2,36	0,86	si	si	0,086	0,017	0,078	0,016	0,80	si	0,04	2,10	si	Supercrítico	
P9(K5)R	P10(K5)R	2,15	0,013	0,2	54	3,22	58,85	0,04	si	0,148	0,03	0,398	1,87	0,75	si	si	0,102	0,020	0,091	0,018	0,59	si	0,03	1,67	si	Supercrítico	
P10(K5)R	P11(K5)R	2,23	0,013	0,2	34	2,26	49,31	0,05	si	0,168	0,03	0,426	1,57	0,67	si	si	0,116	0,023	0,102	0,020	0,46	si	0,02	1,40	si	Supercrítico	
P11(K5)R	P(1-5)R	2,40	0,013	0,2	67	2,21	48,76	0,05	si	0,168	0,03	0,426	1,55	0,66	si	si	0,116	0,023	0,102	0,020	0,45	si	0,02	1,39	si	Supercrítico	
P(1-5)R	P(1-K5-3)Ra	3,11	0,013	0,2	88	4,20	67,22	0,05	si	0,168	0,03	0,426	2,14	0,91	si	si	0,116	0,023	0,102	0,020	0,86	si	0,04	1,91	si	Supercrítico	
P(1-K5-3)Ra	P(1-3)R2	3,32	0,013	0,2	68	2,21	48,76	0,07	si	0,200	0,04	0,473	1,55	0,73	si	si	0,140	0,028	0,121	0,024	0,53	si	0,03	1,40	si	Supercrítico	
P1(C1A)R	P2(C1A)R	1,50	0,013	0,2	83	1,53	40,57	0,04	si	0,148	0,03	0,398	1,29	0,51	si	si	0,102	0,020	0,091	0,018	0,28	si	0,01	1,15	si	Supercrítico	
P2(C1A)R	P(1-K1-2)Rb	1,50	0,013	0,2	32	0,50	23,19	0,06	si	0,185	0,04	0,450	0,74	0,33	no	si	0,128	0,026	0,113	0,023	0,11	no	0,01	0,66	si	Subcrítico	
P3(C1A)R	P(1-K1-2)Ra	1,50	0,013	0,2	33	0,27	17,04	0,09	si	0,228	0,05	0,515	0,54	0,28	no	si	0,161	0,032	0,134	0,027	0,07	no	0,00	0,50	si	Subcrítico	
P(1-K1-2)Ra	P(1-K1-2)Rb	1,50	0,013	0,2	37	0,32	18,55	0,08	si	0,215	0,04	0,495	0,59	0,29	no	si	0,151	0,030	0,129	0,026	0,08	no	0,00	0,54	si	Subcrítico	
P(1-K1-2)Rb	P(1-K1-2)Rc	1,50	0,013	0,2	33	0,39	20,48	0,07	si	0,200	0,04	0,473	0,65	0,31	no	si	0,140	0,028	0,121	0,024	0,09	no	0,00	0,59	si	Subcrítico	
P(1-K1-2)Rc	P(1-K1-2)Rd	1,50	0,013	0,2	87	0,40	20,74	0,07	si	0,200	0,04	0,473	0,66	0,31	no	si	0,140	0,028	0,121	0,024	0,10	no	0,00	0,60	si	Subcrítico	
P(1-K1-2)Rd	P(1-3)R1	1,50	0,013	0,2	97	0,40	20,74	0,07	si	0,200	0,04	0,473	0,66	0,31	no	si	0,140	0,028	0,121	0,024	0,10	no	0,00	0,60	si	Subcrítico	
P(3-4)R	P(3-K4-3)Ra	1,50	0,013	0,2	48	1,25	36,67	0,04	si	0,148	0,03	0,398	1,17	0,46	si	si	0,102	0,020	0,091	0,018	0,23	si	0,01	1,04	no	Crítico	
P(3-K4-3)Ra	P(3-3)R	1,50	0,013	0,2	72	1,50	40,17	0,04	si	0,148	0,03	0,398	1,28	0,51	si	si	0,102	0,020	0,091	0,018	0,27	si	0,01	1,14	si	Supercrítico	
P(4-4)R	P(4-K4-3)Ra	1,50	0,013	0,2	28	1,00	32,80	0,05	si	0,168	0,03	0,426	1,04	0,44	no	si	0,116	0,023	0,102	0,020	0,20	si	0,01	0,93	no	Crítico	
P(4-K4-3)Ra	P(4-3)R	1,50	0,013	0,2	76	0,51	23,42	0,06	si	0,185	0,04	0,450	0,75	0,34	no	si	0,128	0,026	0,113	0,023	0,12	no	0,01	0,67	si	Subcrítico	

P(5-4)R	P(5-3)R	1,50	0,013	0,2	100	0,66	26,65	0,06	si	0,185	0,04	0,450	0,85	0,38	no	si	0,128	0,026	0,113	0,023	0,15	si	0,01	0,76	si	Subcrítico
																si										
P(6-4)R	P(6-3)R	1,50	0,013	0,2	88	0,23	15,73	0,10	si	0,241	0,05	0,534	0,50	0,27	no	si	0,170	0,034	0,142	0,028	0,07	no	0,00	0,46	si	Subcrítico
																si										
P(1-5)R	P(2-5)R	1,50	0,013	0,2	164	1,96	45,92	0,03	si	0,126	0,03	0,366	1,46	0,53	si	si	0,086	0,017	0,078	0,016	0,31	si	0,01	1,30	si	Supercrítico
P(2-5)R	P(3-5)R	1,50	0,013	0,2	138	2,09	47,42	0,03	si	0,126	0,03	0,366	1,51	0,55	si	si	0,086	0,017	0,078	0,016	0,33	si	0,02	1,34	si	Supercrítico
P(3-5)R	P(4-5)R	1,68	0,013	0,2	112	1,01	32,96	0,05	si	0,168	0,03	0,426	1,05	0,45	si	si	0,116	0,023	0,102	0,020	0,21	si	0,01	0,94	no	Crítico
P(4-5)R	P(5-5)R	1,94	0,013	0,2	74	0,91	31,29	0,06	si	0,185	0,04	0,450	1,00	0,45	si	si	0,128	0,026	0,113	0,023	0,21	si	0,01	0,89	si	Subcrítico
P(5-5)R	P(5-4)R	2,44	0,013	0,2	124	1,27	36,96	0,07	si	0,200	0,04	0,473	1,18	0,56	si	si	0,140	0,028	0,121	0,024	0,31	si	0,02	1,06	no	Crítico
																si										
P(2-5)R	P(2-4)R	1,50	0,013	0,2	80	2,00	46,38	0,03	si	0,126	0,03	0,366	1,48	0,54	si	si	0,086	0,017	0,078	0,016	0,31	si	0,01	1,32	si	Supercrítico
																si										
P(3-5)R	P(3-4)R	1,50	0,013	0,2	98	2,03	46,73	0,03	si	0,126	0,03	0,366	1,49	0,54	si	si	0,086	0,017	0,078	0,016	0,32	si	0,02	1,33	si	Supercrítico
																si										
P(4-5)R	P(4-4)R	1,50	0,013	0,2	110	0,43	21,51	0,07	si	0,200	0,04	0,473	0,68	0,32	no	si	0,140	0,028	0,121	0,024	0,10	no	0,01	0,62	si	Subcrítico
																si										
P(1-2-K3)Ra	P(2-4)R	1,50	0,013	0,2	32	0,94	31,80	0,05	si	0,168	0,03	0,426	1,01	0,43	no	si	0,116	0,023	0,102	0,020	0,19	si	0,01	0,90	no	Crítico
P(2-4)R	P(3-4)R	1,50	0,013	0,2	140	1,30	37,40	0,04	si	0,148	0,03	0,398	1,19	0,47	si	si	0,102	0,020	0,091	0,018	0,24	si	0,01	1,06	no	Crítico
P(3-4)R	P(4-4)R	2,59	0,013	0,2	110	1,05	33,61	0,08	si	0,215	0,04	0,495	1,07	0,53	si	si	0,151	0,030	0,129	0,026	0,27	si	0,01	0,97	no	Crítico
P(4-4)R	P(5-4)R	3,30	0,013	0,2	74	2,47	51,55	0,06	si	0,185	0,04	0,450	1,64	0,74	si	si	0,128	0,026	0,113	0,023	0,56	si	0,03	1,47	si	Supercrítico
P(5-4)R	P(6-4)R	6,26	0,013	0,2	137	0,50	23,19	0,27	si	0,401	0,08	0,707	0,74	0,52	si	si	0,300	0,060	0,214	0,043	0,21	si	0,01	0,68	si	Subcrítico
P(6-4)R	P(7-4)R	6,59	0,013	0,2	119	0,65	26,44	0,25	si	0,385	0,08	0,690	0,84	0,58	si	si	0,287	0,057	0,208	0,042	0,27	si	0,02	0,77	si	Subcrítico
																si										
P(8-4)R	P(7-4)R	1,50	0,013	0,2	64	1,02	33,12	0,05	si	0,168	0,03	0,426	1,05	0,45	si	si	0,116	0,023	0,102	0,020	0,21	si	0,01	0,94	no	Crítico
P(7-4)R	P(7-3)R2	7,08	0,013	0,2	84	0,27	17,04	0,42	si	0,509	0,10	0,82	0,54	0,44	no	si	0,402	0,080	0,253	0,051	0,14	no	0,01	0,50	si	Subcrítico
																si										
P(1A-1-K3)Ra	P(1A-1-K3)Rb	1,50	0,013	0,2	118	2,44	51,23	0,03	si	0,126	0,03	0,366	1,63	0,60	si	si	0,086	0,017	0,078	0,016	0,38	si	0,02	1,45	si	Supercrítico
P(1A-1-K3)Rb	P(1-3)R2	1,50	0,013	0,2	93	2,55	52,37	0,03	si	0,126	0,03	0,366	1,67	0,61	si	si	0,086	0,017	0,078	0,016	0,40	si	0,02	1,49	si	Supercrítico
P(1-3)R2	P(1-3)R1	3,94	0,013	0,2	10	0,70	27,44	0,14	si	0,286	0,06	0,586	0,87	0,51	si	si	0,205	0,041	0,164	0,033	0,23	si	0,01	0,81	si	Subcrítico
P(1-3)R1	P(1-3-K3)Ra	5,34	0,013	0,2	83	1,10	34,40	0,16	si	0,306	0,06	0,606	1,09	0,66	si	si	0,221	0,044	0,173	0,035	0,38	si	0,02	1,01	no	Crítico
P(1-3-K3)Ra	P(1-3-K3)Rb	5,73	0,013	0,2	73	0,34	19,12	0,30	si	0,424	0,08	0,732	0,61	0,45	si	si	0,321	0,064	0,223	0,045	0,15	si	0,01	0,56	si	Subcrítico
P(1-3-K3)Rb	P(1-3-K3)Rc	6,13	0,013	0,2	73,4	0,57	24,76	0,25	si	0,385	0,08	0,690	0,79	0,54	si	si	0,287	0,057	0,208	0,042	0,24	si	0,02	0,72	si	Subcrítico
P(1-3-K3)Rc	P(3-3)R	7,16	0,013	0,2	74	0,45	22,00	0,33	si	0,446	0,09	0,755	0,70	0,53	si	si	0,341	0,068	0,231	0,046	0,21	si	0,01	0,65	si	Subcrítico
P(3-3)R	P(4-3)R	8,62	0,013	0,2	100	0,44	21,76	0,40	si	0,495	0,10	0,806	0,69	0,56	si	si	0,388	0,078	0,249	0,050	0,22	si	0,02	0,64	si	Subcrítico
P(4-3)R	P(5-3)R	9,21	0,013	0,2	69	1,36	38,25	0,24	si	0,377	0,08	0,681	1,22	0,83	si	si	0,280	0,056	0,205	0,041	0,56	si	0,04	1,12	si	Supercrítico
P(5-3)R	P(5-6-K3)Ra	9,79	0,013	0,2	56	0,21	15,03	0,65	si	0,657	0,13	0,933	0,48	0,45	si	si	0,576	0,115	0,289	0,058	0,12	no	0,01	0,42	si	Subcrítico
P(5-6-K3)Ra	P(6-3)R	10,08	0,013	0,2	86	0,38	20,22	0,50	si	0,561	0,11	0,861	0,64	0,55	si	si	0,458	0,092	0,268	0,054	0,20	si	0,02	0,58	si	Subcrítico
P(6-3)R	P(7-3)R2	10,86	0,013	0,2	125	0,64	26,24	0,41	si	0,502	0,10	0,813	0,84	0,68	si	si	0,395	0,079	0,250	0,050	0,32	si	0,02	0,77	si	Subcrítico
P(7-3)R2	P(7-3)R1	17,68	0,013	0,2	10	4,40	68,80	0,26	si	0,393	0,08	0,699	2,19	1,53	si	si	0,294	0,059	0,212	0,042	1,87	si	0,12	2,02	si	Supercrítico

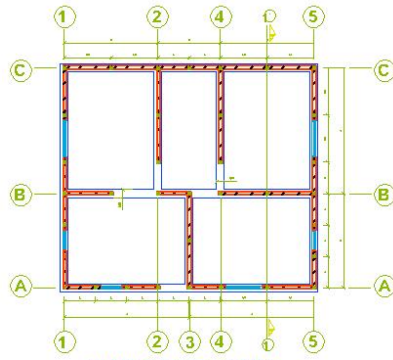
P(7-3)R1	P(8-3)R	18,19	0,013	0,25	96	0,45	39,89	0,46	si	0,535	0,13	0,846	0,81	0,69	si	si	0,429	0,107	0,261	0,065	0,29	si	0,02	0,67	si	Subcrítico	
P(8-3)R	P(9-3)R	18,72	0,013	0,25	120	0,81	53,52	0,35	si	0,460	0,12	0,770	1,09	0,84	si	si	0,354	0,089	0,237	0,059	0,48	si	0,04	0,90	no	Crítico	
P(9-3)R	P1(E.F)R	19,64	0,013	0,25	130	0,90	56,42	0,35	si	0,460	0,12	0,770	1,15	0,88	si	si	0,354	0,089	0,237	0,059	0,53	si	0,04	0,95	no	Crítico	
P1(E.F)R	P2(E.F.)R	20,00	0,013	0,25	108	2,44	92,89	0,22	si	0,361	0,09	0,664	1,89	1,26	si	si	0,266	0,067	0,198	0,050	1,21	si	0,08	1,56	si	Supercrítico	
P2(E.F.)R	P3(E.F.)R	20,21	0,013	0,25	104	2,38	91,74	0,22	si	0,361	0,09	0,664	1,87	1,24	si	si	0,266	0,067	0,198	0,050	1,18	si	0,08	1,54	si	Supercrítico	
<b>El emisor final del sistema de alcantarillado existente se interrumpe entre los pozos P3(E.F.)R y P4(E.F.)R.</b>																											
P3(E.F.)R	P4(E.F.)R	20,25	0,013	0,25	15	13,0	214,41	0,09	si	0,228	0,06	0,515	4,37	2,25	si	si	0,161	0,040	0,134	0,034	4,36	si	0,26	3,58	si	Supercrítico	
P4(E.F.)R	P5(E.F)R	20,28	0,013	0,25	15	10,0	188,05	0,11	si	0,253	0,06	0,553	3,83	2,12	si	si	0,179	0,045	0,149	0,037	3,73	si	0,23	3,20	si	Supercrítico	
P5(E.F)R	P6(E.F.)R	20,45	0,013	0,25	80	7,66	164,59	0,12	si	0,264	0,07	0,564	3,35	1,89	si	si	0,188	0,047	0,153	0,038	2,93	si	0,18	2,78	si	Supercrítico	

CAI DA EN EL TRA MO	COTAS DE LOS COLECTORES REFERIDAS A LOS EJES DE LOS POZOS								FLUJO SUPERCRÍTICO							FLUJO SUBCRÍTICO										
	Cota batea pozo de entrad a	Cota agua pozo entrad a	Energí a especi fica pozo entrad a	Cota energí a pozo entrad a	Cota batea pozo de salida	Cota agua pozo de salida	Energí a especi fica pozo salida	Cota energí a pozo salida	Hw existe nte	Hw TEÓRICO ESPERADO SEGÚN LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS DEL SISTEMA EXISTENTE					Hw teóric o	AH exist ente	AH TEÓRICO ESPERADO SEGÚN LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS DEL SISTEMA EXISTENTE									
										Diámetro a la salida del pozo	Diá metr o del pozo	K	Q / (D2( 2,5) x g (0,5))	Tipo de entrada			COTAS DE ENERGÍA COLECTORES QUE LLEGAN POZO DE ENTRADA	AE	0,2 x (HV2- HV1)	AHe	K	VELO CIDAD PROM EDIO DEL COLE CTOR PRINCI PAL (Vp)	Vp 2 / 2g	AHc	AH teóric o	
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(m)	(m)			
1,97	516,85	000000000	00000	000000000	514,88	514,91	0,04	514,92		0,20	1,20	1,20														
1,69	514,83	514,86	0,05	514,88	513,14	513,17	0,05	513,19	0,08	0,20	1,20	1,20	0,03	No sumergida	0,04											
2,52	513,09	513,11	0,04	513,13	510,57	510,59	0,04	510,61	0,08	0,20	1,20	1,20	0,03	No sumergida	0,04											
4,20	510,52	510,54	0,05	510,57	506,32	506,34	0,05	506,37	0,07	0,20	1,20	1,20	0,03	No sumergida	0,04											
5,16	506,27	506,29	0,05	506,32	501,11	501,13	0,05	501,16	0,07	0,20	1,20	1,20	0,03	No sumergida	0,04											
4,98	501,08	501,10	0,04	501,12	496,10	496,12	0,04	496,14	0,05	0,20	1,20	1,20	0,03	No sumergida	0,04											
10,33	496,05	496,07	0,07	496,12	485,72	485,74	0,07	485,79	0,07	0,20	1,20	1,20	0,03	No sumergida	0,04											
2,15	485,67	485,70	0,06	485,73	483,52	483,55	0,06	483,58	0,07	0,20	1,20	1,20	0,04	No sumergida	0,05											
1,74	483,47	483,50	0,06	483,53	481,73	481,76	0,06	481,79	0,08	0,20	1,20	1,20	0,04	No sumergida	0,05											
0,77	481,68	481,71	0,06	481,74	480,91	480,94	0,06	480,97	0,08	0,20	1,20	1,20	0,04	No sumergida	0,05											
1,48	480,86	480,89	0,06	480,92	479,38	479,41	0,06	479,44	0,08	0,20	1,20	1,20	0,04	No sumergida	0,05											
3,70	479,33	479,36	0,08	479,41	475,63	475,66	0,08	475,71	0,08	0,20	1,20	1,20	0,06	No sumergida	0,06											
1,50	475,58	475,62	0,07	475,65	474,08	474,12	0,07	474,15	0,08	0,20	1,20	1,20	0,06	No sumergida	0,06											
1,27	475,48	00000000	0000	00000000	474,21	474,24	0,04	474,25	000	00000	0000	000000	000000	0000000000000000	00000											
0,16	474,16	474,20	0,04	474,20	474,00	474,04	0,04	474,04								0,05	474,25		0,00	0,00	0,00	0,20	0,42	0,009	0,002	0,00
0,09	474,09	0000000	0000000	0000000	474,00	474,05	0,05	474,05																		
	474	474,04	0,05	474,05	473,88	473,92	0,05	473,93								0,00	474,05		0,00	0,00	0,00	0,20	0,28 5	0,004	0,001	0,00
0,13	473,88	473,92	0,04	473,92	473,75	473,79	0,04	473,79								0,00	474,04	473,93	0,01	0,00	0,01	0,20	0,30	0,005	0,001	0,01
0,35	473,73	473,77	0,04	473,77	473,38	473,42	0,04	473,42								0,02	473,79		0,00	0,00	0,00	0,20	0,31	0,005	0,001	0,00
0,39	473,36	473,40	0,04	473,40	472,97	473,01	0,04	473,01								0,02	473,42		0,00	0,00	0,00	0,20	0,31	0,005	0,001	0,00
0,60	472,69	00000	000000	000000	472,09	472,12	0,04	472,13																		



0,44	470,93	471,03	0,11	471,04	470,49	470,59	0,11	470,60								0,02	471,05	470,99	0,07	0,002	0,072	0,20	0,53	0,015	0,003	0,07
0,94	470,44	470,52	0,11	470,55	469,50	469,58	0,11	469,61	0,15	0,20	1,20	1,20	0,16	No sumergida	0,12											
0,12	469,50	469,63	0,14	469,64	469,38	469,51	0,14	469,52								0,00	469,61	470,04	0,03	-0,006	0,024	0,20	0,64	0,021	0,004	0,03
0,33	469,38	469,49	0,13	469,51	469,05	469,16	0,13	469,18								0,00	469,52		0,01	0,002	0,012	0,20	0,50	0,013	0,003	0,01
0,80	469,05	469,15	0,12	469,17	468,25	468,35	0,12	468,37								0,00	469,18	470,24	0,01	0,00	0,01	0,20	0,61	0,019	0,004	0,01
0,44	467,87	467,95	0,20	468,07	467,43	467,51	0,20	467,63	0,10	0,20	1,20	1,20	0,32	No sumergida	0,20											
0,43	467,38	467,51	0,16	467,54	466,95	467,08	0,16	467,11								0,05	467,63		0,04	-0,02	0,02	0,20	1,11	0,063	0,013	0,03
0,97	466,88	467,00	0,15	467,03	465,91	466,03	0,15	466,06																		
1,17	465,62	465,74	0,15	465,77	464,45	464,57	0,15	464,60																		
2,63	464,41	464,50	0,17	464,58	461,78	461,87	0,17	461,95	0,15	0,25	1,20	1,20	0,20	No sumergida	0,17											
2,48	461,73	461,82	0,17	461,90	459,25	459,34	0,17	459,42	0,14	0,25	1,20	1,20	0,21	No sumergida	0,18											
1,95	457,73	457,79	0,31	458,04	455,78	455,84	0,31	456,09	1,61	0,25	1,20	1,20	0,21	No sumergida	0,18											
1,50	452,73	452,79	0,29	453,02	451,23	451,29	0,29	451,52	3,11	0,25	1,20	1,20	0,21	No sumergida	0,18											
6,13	449,58	449,65	0,25	449,83	443,45	443,52	0,25	443,70	1,71	0,25	1,20	1,20	0,21	No sumergida	0,18											

ANEXO E. PLANOS GENERALES DEL MODELO DE VIVIENDA RURAL EN  
BAHAREQUE ENCEMENTADO (GUADUA)



PLANTA ESTRUCTURAL



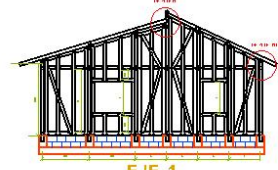
EJE A



EJE B



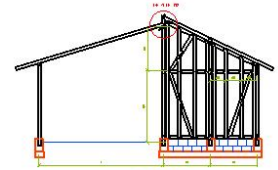
EJE C



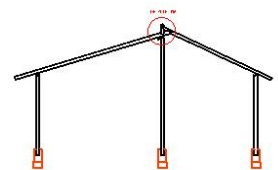
EJE 1



EJES 2-4



EJE 3



CORTE 1-1

**UIS**

UNIVERSIDAD DE LOS RIOS

PROYECTO:

VIVIENDA RURAL EN BAHAREQUE ENCEMENTADO

FACULTAD:

FISICO MECANICAS ESCUELA INGENIERIA CIVIL

ALUMNO:

JUAN CARLOS ORTIZ MARTINEZ COD. 952035

PRESENTADO A:

COMITE DE PROYECTOS DE GRADO

CONTIENE:

PLANTA Y ALZADOS ESTRUCTURALES

OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_

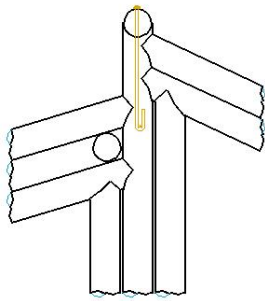
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

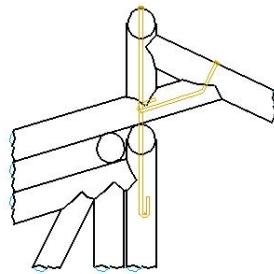
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

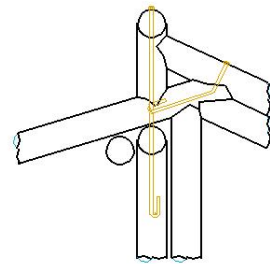
ESCALA:	RECIBIÓ
1 : 50	11.10.2018



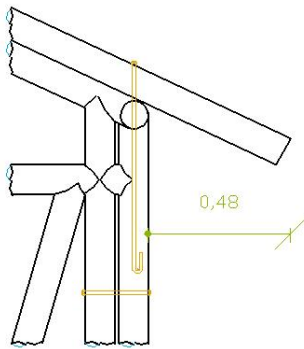
**DETALLE N°1**  
ESC. 1:5



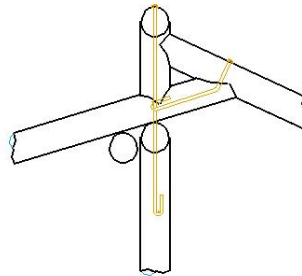
**DETALLE N°2**  
ESC. 1:5



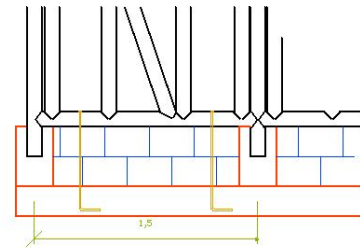
**DETALLE N°3**  
ESC. 1:5



**DETALLE N°4**  
ESC. 1:5



**DETALLE N°5**  
ESC. 1:5



**DETALLE N°6**  
ESC. 1:10

**UIS**

UNIVERSIDAD DE LA INFANTERIA

PROYECTO

VIVIENDA RURAL  
EN BAHEREQUE  
ENCEMENTADO

FACULTAD:

FISICO MECANICAS  
ESCUELA  
INGENIERIA CIVIL

ALUMNO:

JUAN CARLOS  
ORTIZ MARTINEZ  
COD. 962035

PRESENTADO A:

COMITE DE PROYECTOS  
DE GRADO

CONTIENE

DETALLES DE JUNTAS  
ESTRUCTURALES

CONSERVACIONES:

\_\_\_\_\_

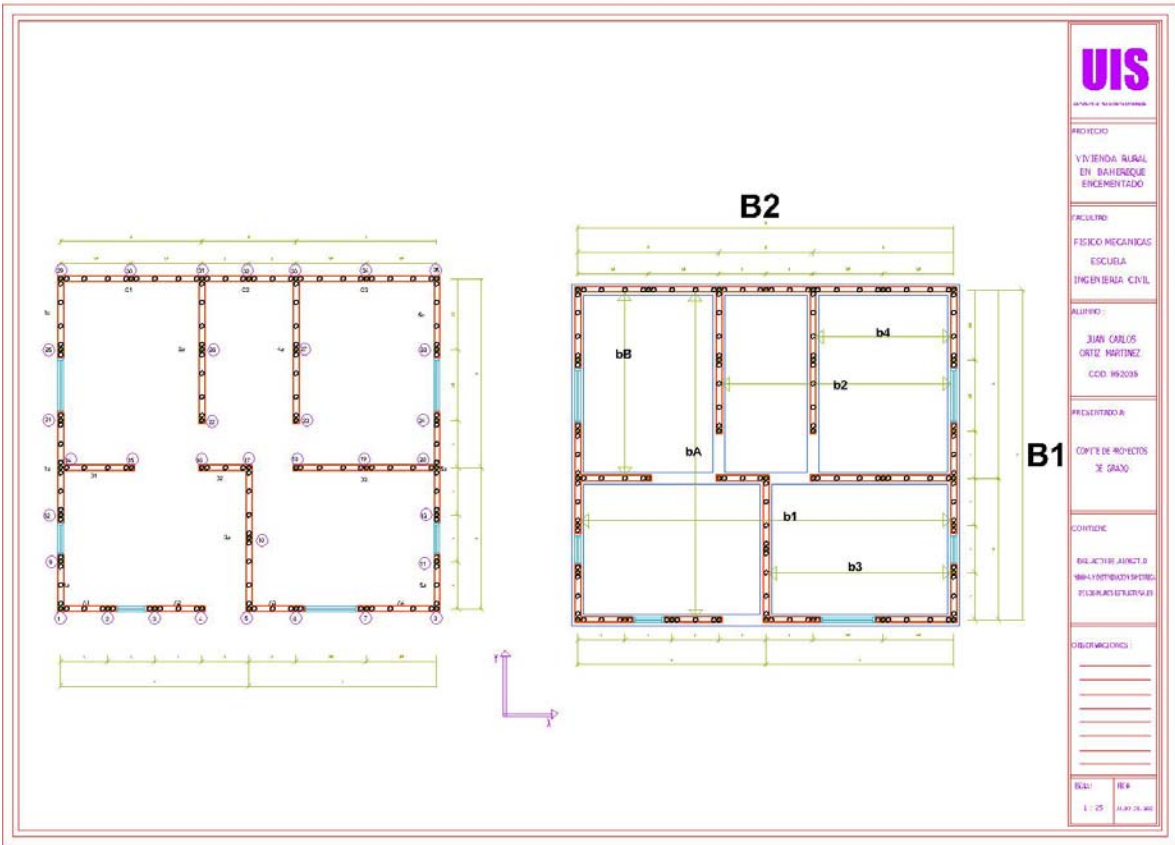
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ESCALA:	FECHA:
1:500000	JULIO DE 2015



**UIS**  
UNIVERSIDAD DE LA INFANTERÍA

PROYECTO:  
VIVIENDA RURAL  
EN BAHAREQUE  
ENCIMENTADO

FACULTAD:  
FÍSICO MECANICAS  
ESCUELA:  
INGENIERIA CIVIL

ALUMNO:  
JUAN CARLOS  
ORTEGA HERNANDEZ  
CCID: 992035

PRESENTADO A:  
COPITE DE PROYECTOS  
DE GRADO

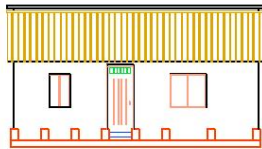
CONTIENE:  
BOLAS DE ANCHURA  
BOLAS DE ALTURA  
BOLAS DE DISTANCIA

DISTRIBUCIONES:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

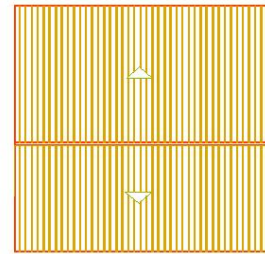
ESCALA:	1 : 25
FECHA:	15/01/2018

**B2**

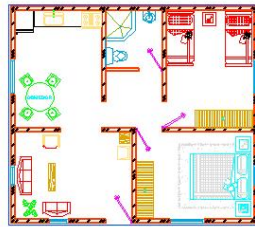
**B1**



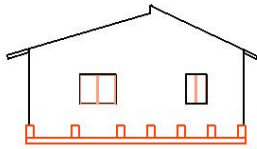
FACHADA FRONTAL



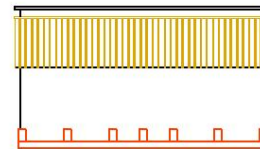
PLANTA DE CUBIERTAS



PLANTA GENERAL



FACHADA LATERAL



FACHADA POSTERIOR

**UIS**

UNIVERSIDAD DE LA INFANCIA

PROYECTO

VIVIENDA RURAL  
EN BAHERQUE  
ENCAMENTADO

FACULTAD:

FISICO MECANICAS  
ESCUELA  
INGENIERIA CIVIL

ALUMNO:

JUAN CARLOS  
ORTIZ MARTINEZ  
COD. 952035

PRESENTADO A:

COMITE DE PROYECTOS  
DE GRADO

CONTIENE

PLANTAS Y FACHADAS  
ARQUITECTONICAS

OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ESCALA:

REC#

1 : 50

20.10.2018.2018