



DISEÑO CONSTRUCTIVO PARTICIPATIVO DE LA SEDE SOCIAL PARA EL
BARRIO LOS CEREZOS, SOACHA A PARTIR DE MATERIALES RECICLABLES

PEDRO ALEXANDER MARTINEZ GUTIERREZ

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ, D. C.
OCTUBRE DE 2019



DISEÑO CONSTRUCTIVO PARTICIPATIVO DE LA SEDE SOCIAL PARA EL
BARRIO LOS CEREZOS, SOACHA A PARTIR DE MATERIALES RECICLABLES

PEDRO ALEXANDER MARTINEZ GUTIERREZ

PRACTICA SOCIAL

DOCENTE ASESOR:
ING. INGRID SILVA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ, D. C.
OCTUBRE DE 2019



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, 28 de octubre de 2019

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1. ANTECEDENTES	11
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
2.1 Descripción del problema	12
2.2 Formulación del problema	13
3. OBJETIVOS	14
3.1 General	14
3.2 Específicos.....	14
4. JUSTIFICACION	15
5. ALCANCES Y LIMITACIONES	17
5.1 Alcance	17
5.2 Limitaciones	17
6. MARCO DE REFERENCIA	18
6.1 Marco teórico	18
6.1.1 Sistema Aporticado.....	18
6.1.2 Sistemas de elementos a flexión - Vigas	19
6.1.3 Sistemas de elementos a compresión – Columnas	20
6.1.4 Sistemas de transmisión de cargas al suelo - Cimentaciones superficiales	20
6.1.5 Ecoladrillo.....	20
6.2 Marco conceptual.....	22
6.3 Marco jurídico	23
7. METODOLOGIA	24
8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	26
8.1 Municipio de Soacha	26
8.1.1 Clima	27
8.1.2 Entorno social	30
8.1.3 Centros comunitarios.....	30
8.2 Comuna 6 – San Humberto.....	32
8.3 Barrio Los Cerezos	33
8.4 Condiciones para implementar el proyecto	35

8.4.1	Terreno	35
8.4.2	Servicios Públicos	38
8.4.3	Factores de riesgo	39
8.4.4	Análisis de involucrados	42
8.5	Material constructivo a partir de materiales reciclables- Ecoladrillos.....	44
8.5.1	Botellas en PET.....	44
8.5.2	Material de relleno	45
8.6	Talleres participativos – Mesas de trabajo comunitario.....	46
8.7	Diseño arquitectónico	51
8.8	Diseño estructural	54
8.8.1	Generalidades	54
8.8.2	Materiales.....	55
8.8.3	Descripción del sistema estructural	55
8.8.4	Cargas de diseño	56
8.8.5	Diseño Losa Maciza	57
8.8.6	Diseño Vigas.....	58
8.8.7	Diseño Columnas.....	60
8.8.8	Movimiento sísmico de diseño.....	61
8.8.9	Determinación fuerzas sísmicas.....	63
8.8.10	Análisis dinámico mediante software ETABS 2016	64
8.8.11	Diseño de cimentación.....	68
8.9	Presupuestos	70
9.	RECOMENDACIONES	76
10.	CONCLUSIONES	77
11.	BIBLIOGRAFIA	78
12.	ANEXOS	81

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. LOTE DISPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEDE COMUNAL DEL BARRIO LOS CEREZOS, SOACHA.	15
FIGURA 2. SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO.	18
FIGURA 3. CONSTRUCCIÓN SALÓN COMUNAL “VERBENAL SUEÑA”	21
FIGURA 4. LOCALIZACIÓN MUNICIPIO DE SOACHA, CUNDINAMARCA.	26
FIGURA 5. VARIABILIDAD CLIMÁTICA INTERANUAL MUNICIPIO DE SOACHA, CUNDINAMARCA.	28
FIGURA 6. HISTOGRAMA ANUAL DE PRECIPITACIÓN EN EL MUNICIPIO DE SOACHA, CUNDINAMARCA.	29
FIGURA 7. UBICACIÓN UNIDS EN EL MUNICIPIO DE SOACHA.	31
FIGURA 8. LOCALIZACIÓN COMUNA 6 – SAN HUMBERTO.	32
FIGURA 9. LOCALIZACIÓN BARRIO LOS CEREZOS.	33
FIGURA 10. BARRIO LOS CEREZOS.	34
FIGURA 11. LOCALIZACIÓN TERRENO DESTINADO PARA LA SEDE SOCIAL DEL BARRIO LOS CEREZOS.	35
FIGURA 12. SITUACIÓN ACTUAL TERRENO DESTINADO PARA LA SEDE SOCIAL DEL BARRIO LOS CEREZOS.	36
FIGURA 13. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DESTINADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEDE SOCIAL DEL BARRIO LOS CEREZOS.	37
FIGURA 14. REGISTRO FOTOGRÁFICO INSPECCIÓN ESTRUCTURAS DEL SECTOR.	38
FIGURA 15. VÍA EN AFIRMADO, LOS CEREZOS, SOACHA.	40
FIGURA 16. QUEMA DE BASURAS EN CERCANÍAS A LOS CEREZOS, SOACHA.	41
FIGURA 17. INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO.	43
FIGURA 18. MATERIALES DE RELLENO PARA ECOLADRILLOS	45
FIGURA 19. PESO INICIAL Y FINAL DE ECOLADRILLO.	46
FIGURA 20. GRUPO VOLUNTARIOS DE TECHO COMUNIDAD LOS CEREZOS, SOACHA. ...	47
FIGURA 21. MESA DE TRABAJO COMUNITARIA 1: DEFINICIÓN PROPUESTA INICIAL DEL PROYECTO.	48
FIGURA 22. LLENADO DE ECOLADRILLOS DURANTE LA JORNADA DE LIMPIEZA DEL BARRIO LOS CEREZOS.	49
FIGURA 23. MURO DE PRUEBA CONSTRUIDO CON ECOLADRILLOS.	50
FIGURA 24. PLANTA DE 1 Y 2 PISO DISEÑADA PARA LA SEDE SOCIAL DE LOS CEREZOS DEL MUNICIPIO DE SOACHA, CUNDINAMARCA.	53
FIGURA 25. ISOMÉTRICO DE LA SEDE SOCIAL DE LOS CEREZOS DEL MUNICIPIO DE SOACHA, CUNDINAMARCA.	54
FIGURA 26. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA 1 Y 2 PARA VIGAS Y COLUMNAS DEL SISTEMA ESTRUCTURAL SEDE SOCIAL LOS CEREZOS.	56
FIGURA 27. ESPECTRO DE DISEÑO PARA EL SECTOR DE LOS CEREZOS, SOACHA.	62
FIGURA 28. CONFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA SEDE SOCIAL.	64
FIGURA 29. DEFORMACIÓN DE LA SEDE SOCIAL ANTE CARGAS DE DISEÑO, (A) CARGA MUERTA, (B) FUERZAS SÍSMICAS.	65

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN ADMINISTRATIVA DEL MUNICIPIO DE SOACHA.....	27
TABLA 2. COBERTURA DE UNIDADES DE DESARROLLO INTEGRAL UNIDS.....	32
TABLA 3. INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA Y GEOGRÁFICA COMUNA 6 – SAN HUMBERTO.	33
TABLA 4. RIESGOS DE ORIGEN GEOLÓGICO EN EL BARRIO LOS CEREZOS.	40
TABLA 5. RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS O CLIMÁTICOS EN EL BARRIO LOS CEREZOS.	41
TABLA 6. RIESGOS TECNOLÓGICOS EN EL BARRIO LOS CEREZOS.....	42
TABLA 7. RIESGOS DE SALUD PÚBLICA EN EL BARRIO LOS CEREZOS.	42
TABLA 8. ANÁLISIS DE PARTICIPANTES DEL PROYECTO SEGÚN SU TIPO DE CONTRIBUCIÓN.	43
TABLA 9. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PET.	45
TABLA 10. PROGRAMA ARQUITECTÓNICO PARA LA SEDE SOCIAL DEL BARRIO LOS CEREZOS.	51
TABLA 11. GENERALIDADES DEL PROYECTO.	54
TABLA 12. MATERIALES UTILIZADOS PARA EL SISTEMA ESTRUCTURAL DE LA SEDE SOCIAL.	55
TABLA 13. VALORES MÍNIMOS ALTERNATIVOS DE CARGA MUERTA DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES.	56
TABLA 14. CARGAS VIVAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS.	57
TABLA 15. DISEÑO DE LOSA MACIZA.	57
TABLA 16. CÁLCULOS PARA EL ÁREA DE ACERO DE REFUERZO EN VIGA LONGITUDINAL A FLEXIÓN DE LA SEDE SOCIAL.	58
TABLA 17. CÁLCULOS PARA EL ÁREA DE ACERO DE REFUERZO EN VIGA TRANSVERSAL A FLEXIÓN DE LA SEDE SOCIAL.	59
TABLA 18. ÁREAS DE ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS A CORTANTE DE LA SEDE SOCIAL.	60
TABLA 19. ÁREAS DE ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNAS DE LA SEDE SOCIAL.	61
TABLA 20. CONSIDERACIONES INICIALES PARA LA OBTENCIÓN DEL NIVEL DE AMENAZA SÍSMICA.	61
TABLA 21. PARÁMETROS SÍSMICOS OBTENIDOS A PARTIR DEL ESPECTRO DE DISEÑO.....	63
TABLA 22. OBTENCIÓN DE FUERZA SÍSMICA Y MOMENTOS TORSIONALES DE LA ESTRUCTURA.	63
TABLA 23. OBTENCIÓN DE FUERZA SÍSMICA Y MOMENTOS TORSIONALES DE LA ESTRUCTURA.	65
TABLA 24. PRESUPUESTO DE OBRA, ALTERNATIVA MAMPOSTERÍA.....	70
TABLA 25. PRESUPUESTO DE OBRA, ALTERNATIVA ECOLADRILLO.	73

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Cartera topográfica.

ANEXO 2. Levantamiento topográfico.

ANEXO 3. Mesas de trabajo comunitarias.

ANEXO 3.1. ACTA N1. Mesa de trabajo comunitaria. Definición propuesta inicial del proyecto.

ANEXO 3.2. ACTA N2. Mesa de trabajo comunitaria. Presentación Ecoladrillos.

ANEXO 3.3. ACTA N3. Mesa de trabajo comunitaria. Construcción de muros con Ecoladrillos.

ANEXO 4. Folletos Ecoladrillos.

ANEXO 4.1. Folleto 1. Ecoladrillos. Material de construcción ecológico.

ANEXO 4.2. Folleto 2. Ecoladrillos. Elaboración ladrillo ecológico.

ANEXO 4.3. Folleto 3. Ecoladrillos. Construcción de muros con Ecoladrillos.

ANEXO 5. Planos arquitectónicos.

ANEXO 6. Planos constructivos.

ANEXO 7. Analisis precios unitarios sede social barrio Los Cerezos – Soacha.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con las estadísticas del DANE para el 2017 el 26,9% de los habitantes de Colombia fueron clasificados como pobres de acuerdo al nivel de ingresos monetarios en el grupo familiar¹, esta población está sujeta a necesidades de carácter fisiológico que no pueden ser subsanadas por ellos mismos y en muchos casos las entidades gubernamentales no hacen presencia en esas comunidades por ser barrios de formación ilegal. En estas, se hace necesario realizar obras de infraestructura que satisfagan las necesidades básicas de la comunidad (educación, servicios públicos, salud y transporte) y que se construyan de acuerdo con los parámetros establecidos en la normatividad vigente colombiana.

El presente trabajo se desarrolló en el barrio Los Cerezos del municipio de Soacha, siendo este un barrio de formación ilegal. Actualmente esta comunidad cuenta con el apoyo de organizaciones no gubernamentales (TECHO) las cuales fomentan el desarrollo de la infraestructura a nivel local, mediante este apoyo la comunidad del barrio los Cerezos dispone realizar la construcción de un lugar de encuentro social, el cual sirva como jardín infantil y comedor comunitario, pero, que al mismo tiempo permita atender las diferentes necesidades sociales de la comunidad (reuniones y/o eventos).

Bajo el marco de este trabajo se realizó el diseño arquitectónico y estructural de la sede comunal del barrio Los Cerezos de acuerdo con los criterios establecidos en la Norma sismorresistente colombiana (NSR-10). También se desarrolló una propuesta constructiva utilizando materiales reciclables (ladrillo ecológico). Teniendo en cuenta el diseño obtenido se proyectaron 2 presupuestos para ejecutar la obra, uno en mampostería confinada y otro con la utilización de ecoladrillos. Finalmente, se presentan las respectivas recomendaciones constructivas.

¹ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Pobreza Monetaria y Multidimensional en Colombia 2018. Boletín Técnico. DANE. Bogotá D.C. Marzo – 2017.)

1. ANTECEDENTES

Una de las mayores problemáticas de las poblaciones marginales en Colombia es la falta de infraestructura pública que satisfaga las necesidades básicas de la población. En muchas de estas zonas hay deficiencias en vías, parques de recreación, bibliotecas, centros de capacitación, acueducto y alcantarillado.

La deficiencia en la infraestructura urbana obedece una parte al abandono por parte del Estado, de igual modo, por la carencia de recursos y por el crecimiento poblacional desmedido como consecuencia de las migraciones. Esta es una problemática común en el municipio de Soacha ya que es catalogado como el municipio que más alberga población desplazada en el departamento de Cundinamarca.

El barrio Los Cerezos del municipio de Soacha, Cundinamarca es una comunidad que tiene diferentes falencias en temas de infraestructura urbana, no cuentan con parques, salón comunal, colegios ni comedores comunitarios, además, no cuentan con redes de servicios públicos ni vías de acceso conformadas. Esta población de carácter informal ha venido creciendo con el transcurso del tiempo y se está organizando con miras a legalización del barrio, para lo cual se hace necesario demostrar cierta infraestructura comunal, por tal motivo, han buscado apoyo en Organizaciones No Gubernamentales (ONG) para el debido asesoramiento en estos temas legales.

TECHO es una ONG que tiene presencia en 18 países de Latinoamérica, ha hecho presencia en la comunidad de Los Cerezos desde hace 2 años, en los cuales ha implementado proyectos de educación para la paz, educación ambiental, apoyo a líderes sociales y atención a temas de infraestructura. Actualmente, 2 voluntarios del programa de infraestructura están desarrollando el diseño de la red de distribución de agua y la red de alcantarillado de aguas servidas del barrio. Así mismo, la fundación Fuerza Verde hace presencia en el barrio con el diseño de vías en placa huella.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Descripción del problema

En Colombia existe una brecha económica entre las diferentes clases sociales, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para el año 2017 el porcentaje de personas clasificadas como pobres con respecto al total de la población nacional fue del 26,9%². En las cabeceras municipales el 24,2% de la población total fue clasificada como pobre, presentando una disminución del 0.7% en comparación con la clasificación del año 2016 (24.9% de la población total)³, este alto porcentaje de población pobre que se presenta en las cabeceras municipales se promueve por diversos factores socio-económicos propios del país, tales como; desplazamiento forzado debido al conflicto armado, desastres naturales y búsqueda de nuevas oportunidades de trabajo, educación, y economía con el objetivo de mejorar la calidad de vida.

Según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) el municipio de Soacha en las 3 últimas décadas ha aumentado su densidad poblacional debido a la oferta de suelos baratos que permite que familias de escasos recursos se asienten en el territorio municipal⁴. El municipio de Soacha es el municipio con mayor asentamiento ilegal e informal en el departamento de Cundinamarca donde de los 368 barrios existentes 152 de ellos son ilegales⁵. Lamentablemente esta población que llega a la cabecera municipal se encuentra con un territorio con altos índices de pobreza, deficiencia de infraestructura comunal, escasez de oportunidades laborales, remuneraciones mínimas y una serie de obstáculos sociales que impiden una mejor calidad de vida.

De acuerdo con el Plan de Competitividad de la Provincia de Soacha para el 2005 el porcentaje de la población con necesidades básicas insatisfechas (NBI) fue de

² DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Pobreza Monetaria y Multidimensional en Colombia 2017. Boletín Técnico. DANE. Bogotá D.C. Marzo – 2018.

³ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Pobreza Monetaria y Multidimensional en Colombia 2018. Boletín Técnico. DANE. Bogotá D.C. Marzo – 2017

⁴ ALCALDÍA MUNICIPAL DE SOACHA, CUNDINAMARCA. Plan de Ordenamiento Territorial Soacha, Cundinamarca. Secretaria de Planeación y Ordenamiento Territorial. Soacha – Cundinamarca. 2018.

⁵ PEÑARANDA PAREDES, Diego Fernando. La mesa interagencial de Soacha una herramienta para combatir la crisis humanitaria. Programa de Relaciones Internacionales y Estudios Políticos. Facultad de Relaciones Internacionales y Estudios estratégicos. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá D.C. 2012

15.7%⁶, teniendo en cuenta esta problemática el municipio de Soacha busca consolidarse urbanísticamente con el fin de concentrarse en el mejoramiento de la infraestructura de los barrios y controlar el crecimiento urbano desmedido⁷.

Considerando las condiciones del barrio Los cerezos y en concordancia con lo planteado en el Plan de Competitividad de la Provincia de Soacha se evidencia la necesidad de construir infraestructura comunal bajo los requerimientos de la normativa legal vigente en Colombia. De igual modo la comunidad ha manifestado la necesidad de construcción de sedes sociales en el barrio que permitan espacios de reuniones sociales, capacitaciones y el cuidado de la población infantil que habita el barrio.

2.2 Formulación del problema

¿Cómo diseñar una sede comunitaria de manera participativa bajo los requisitos estipulados en la norma sismo resistente colombiana (NSR-10), en el barrio Los Cerezos, Soacha?

⁶ CENTRO DE PENSAMIENTO EN ESTRATEGIAS COMPETITIVAS – CEPEC -. Plan de competitividad para la provincia de Soacha. Universidad del Rosario. Bogotá D.C. 2010.

⁷ Ibid.

3. OBJETIVOS

3.1 General

Establecer un diseño constructivo y participativo de una sede comunitaria en la comunidad del barrio los cerezos del municipio de Soacha Cundinamarca, teniendo en cuenta materiales reciclables.

3.2 Específicos

Desarrollar una propuesta participativa para involucrar a la comunidad objetivo en el diseño constructivo de la sede comunitaria.

Establecer un análisis de los posibles materiales reciclables a utilizar en el diseño constructivo de la sede comunitaria, estableciendo su pertinencia y usabilidad según la legislación vigente.

Proponer un diseño constructivo de la sede comunitaria teniendo en cuenta un análisis de precios unitarios y su viabilidad según el concepto de sostenibilidad

4. JUSTIFICACION

El barrio los Cerezos se ha conformado de manera informal desde hace 10 años, con una población actual de casi 200 familias. Este barrio no cuenta con la infraestructura necesaria para suplir sus necesidades fisiológicas de acuerdo con lo expuesto por la pirámide de necesidades de Abraham Maslow⁸. Actualmente la comunidad con ayuda de organizaciones no gubernamentales (TECHO) están promoviendo proyectos de infraestructura con el fin de dotar el barrio con servicios públicos, mobiliario común y vías de acceso para así cumplir los requisitos necesarios para la constitución del barrio de manera legal.

Figura 1. Lote dispuesto para la construcción de la sede comunal del barrio Los Cerezos, Soacha.



Fuente: El autor.

Actualmente se ha dispuesto la iglesia de la comunidad como lugar transitorio para el cuidado de la población infantil del barrio durante la jornada laboral de sus padres ya que no se cuenta con colegios o jardines en el sector, por otro lado, TECHO ha dispuesto su sede para la Educación y el Trabajo (TET) para capacitaciones y educación de la comunidad, pero esta sede está disponible solo bajo el

⁸ VÁZQUEZ MUÑOZ, María del Pilar y VALBUENA DE LA FUENTE, Felicísimo. La pirámide de necesidades de Abraham Maslow. Facultad de ciencias de la información. Universidad Complutense. Madrid – España. 2016.

acompañamiento del personal de TECHO. Por estas razones la comunidad del barrio los Cerezos ha manifestado la necesidad de construir un lugar de encuentro social, el cual sirva como jardín infantil, comedor comunitario y que permita atender las diferentes necesidades sociales de la comunidad (reuniones y/o eventos).

De acuerdo a lo presentado por la Arquitecta Laura Torres en su trabajo de grado “BIBLIOTECA Y CENTRO COMUNAL Bellavista Baja, Soacha”, TECHO fomenta proyectos de infraestructura que resuelven temporalmente las necesidades de una comunidad⁹, pero, es fundamental que el diseño de estas estructuras cumpla con la normatividad vigente, para asegurar que se pueda mitigar el impacto en caso de que suceda algún fenómeno natural que afecte directa o indirectamente la estabilidad de estas. Por ende, se hace necesario realizar un diseño estructural que contemple los diferentes aspectos propios del sector tales como: estabilidad de suelos, nivel freático y fenómenos de remoción en masa, el cual sea desarrollado con la participación activa de los habitantes del barrio atendiendo las diferentes necesidades propias del sector.

Así mismo, se debe promover la maximización en el aprovechamiento de recursos, sobre todo económicos, ya que al ser comunidades vulnerables este tipo de recursos son escasos. Es importante presentar diversas opciones de materiales que promuevan una construcción sostenible y sustentable que sea ejemplo para el desarrollo arquitectónico del sector. Como consta en el trabajo de grado “APOYO TÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SALÓN COMUNAL “VERBENAL SUEÑA”, CIUDAD BOLIVAR” realizado por Neli Celmira Cely Diaz con el apoyo técnico de TECHO y La Universidad Militar Nueva Granada se puede utilizar ecoladrillo en una estructura con sistema aporcado con el fin de disminuir costos de materiales y el aprovechamiento de recursos reciclables de la región¹⁰.

⁹ MURILLAS TORRES, Laura Camila. Biblioteca y centro comunal Bellavista Baja, Soacha. Programa de Arquitectura. Facultad de Diseño. Universidad Católica de Colombia. Bogotá D.C. 2015.

¹⁰ CELY DIAZ, Neli Celmira. Apoyo técnico para la construcción de salón comunal “verbenal sueña”, Ciudad Bolívar. Programa de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá D. C. Julio – 2017

5. ALCANCES Y LIMITACIONES

5.1 Alcance

El objeto de este proyecto es realizar el diseño estructural de una edificación de 2 pisos que sirva como sede comunal del barrio los cerezos del municipio de Soacha. Al final de este proyecto se entregará un documento detallado especificando planos estructurales, materiales, costos y presupuestos para la ejecución de la obra. Para este diseño se propone considerar materiales reciclables dentro de la estructura (principalmente el ladrillo ecológico o “ecoladrillo”) y evaluar la afectación de estos dentro del presupuesto final de la obra.

5.2 Limitaciones

Este proyecto se limita únicamente al diseño estructural de la edificación ya que la comunidad actualmente no cuenta con los recursos económicos para la ejecución de la obra, estos recursos serán tramitados a través de FONTECHO de acuerdo con el presupuesto desarrollado al final de este proyecto.

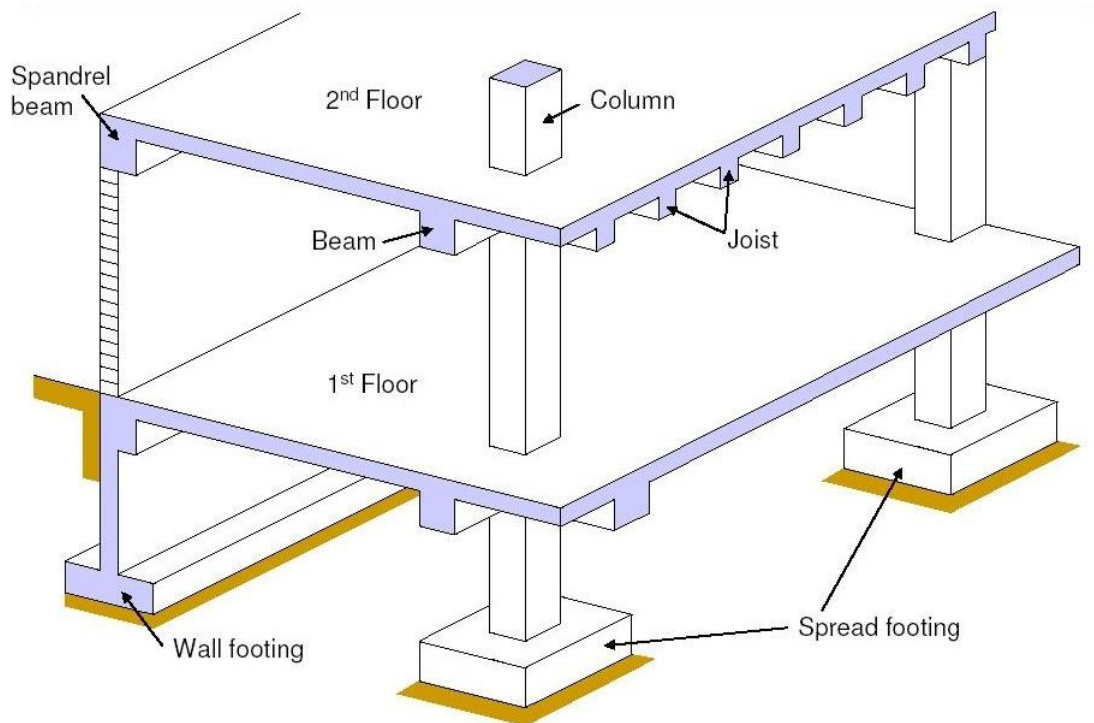
6. MARCO DE REFERENCIA

6.1 Marco teórico

6.1.1 Sistema Aporticado

De acuerdo con lo estipulado en el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes (NSR-10), Este sistema se conforma por una estructura de vigas y columnas de concreto reforzado las cuales están interconectadas por medio de nudos rígidos que permiten la transferencia de los momentos flectores de un elemento a otro y cargas axiales hacia las columnas.¹¹

Figura 2. Sistema estructural aporticado.



Fuente: Building design and construction handbook.

¹¹ ASOCIACIÓN DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. Título A. Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente. Decreto 926 de 2010. Bogotá D.C. marzo de 2010.

Entre las ventajas que posee este sistema se pueden mencionar las siguientes¹²:

- Es versátil y bastante bondadoso con la distribución de ambientes.
- Al ser estructuras muy flexibles las solicitaciones sísmicas son pequeñas

Y entre las desventajas presentadas, se pueden mencionar las siguientes:

- En general, el sistema presenta baja resistencia y rigidez a cargas laterales.
- Su gran flexibilidad permite grandes desplazamientos, los cuales producen daños en elementos no estructurales.
- Se dificulta mantener las derivas bajo los límites permisibles.

El uso de este sistema queda limitado a edificaciones de baja y mediana altura, ya que mientras mayores sean los niveles del edificio, mayores tendrían que ser las dimensiones de las columnas, y esto implicaría tener un proyecto económico y arquitectónicamente no viable.

6.1.2 Sistemas de elementos a flexión - Vigas

Las vigas son elementos estructurales unidimensionales, en los que la tercera dimensión es mucho mayor comparada con las otras dos dimensiones básicas de sección transversal. Las cargas que actúan sobre las vigas son esencialmente perpendiculares al plano principal de las mismas, por lo que su comportamiento está dominado por la flexión.¹³

En la mayoría de los casos a las vigas se les es transmitida la carga que reciben las losas de los entresijos para luego ser llevadas posteriormente al cimiento y este a su vez al suelo, se debe determinar y la forma de transmisión de las fuerzas que

¹² BARROS BASTIDAS, Liliana Moraima. PEÑAFIEL PLAZARTE, Mayra Johanna. Análisis comparativo económico - estructural entre un sistema aporticado, un sistema aporticado con muros estructurales y un sistema de paredes portantes, en un edificio de 10 pisos. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Enero 2015.

¹³ (NAHB RESEARCH CENTER, 2000)

interactúan con la estructura garantizando así que no se presente ninguna clase de falla o deformación.¹⁴

6.1.3 Sistemas de elementos a compresión – Columnas

Las columnas son las encargadas de recibir y transmitir las cargas de la estructura a los anclajes, que a su vez las transmiten al sistema de cimentación. Las formas, los armados y las especificaciones de las columnas estarán en razón directa del tipo de esfuerzos a los que están expuestas. Su trabajo en la estructura es a compresión y en menor modo a flexión para absorber el pandeo vertical.¹⁵

6.1.4 Sistemas de transmisión de cargas al suelo - Cimentaciones superficiales

La cimentación superficial es un componente del diseño estructural cuya función es transmitir las cargas de una edificación directamente al suelo en profundidades menores de 4 m¹⁶.

En una cimentación superficial se produce una reacción en la cual el suelo equilibra la fuerza transmitida por la estructura. Esta reacción de fuerzas tiene lugar entre el suelo y la sección transversal de la cimentación que está en contacto con él. En este equilibrio de fuerzas se desestima los esfuerzos laterales ya que la mayor carga es transmitida de manera vertical¹⁷.

6.1.5 Ecoladrillo

Los ladrillos ecológicos o “Ecoladrillos” son elementos de construcción fabricados con botellas plásticas rellenas con diferentes materiales. Son una solución simple y

¹⁴ CANTILLO MIER, Yamith Alfonso. Elaboración de una guía de modelos y procedimientos para el diseño de elementos estructurales acorde a la NSR-10 colombiana - primera parte – vigas de concreto reforzado. Programa de Ingeniería Civil. Facultad de Ingenierías. Universidad de la Costa. Barranquilla. 2013.

¹⁵ VÉLEZ T, Carlos Arturo. Ejecución de edificios en acero estructural. Escuela de construcción. Facultad de Arquitectura. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 2004.

¹⁶ HERR, Christiane M. FISCHER, Thomas. Generative Column and Beam Layout for Reinforced Concrete Structures in China. Department of Architecture, Xi'an Jiaotong-Liverpool University, Suzhou, Jiangsu, China. 2011.

¹⁷ VASQUEZ GARZA, Luis. Diseño y construcción de cimentaciones. Facultad nacional de minas. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Junio de 2000.

de bajo costo que convierte desechos plásticos muy contaminantes en materiales de construcción local, ecológicos, de bajo costo y alta calidad¹⁸.

Figura 3. Construcción Salón Comunal “VERBENAL SUEÑA”.



Fuente: Techo Colombia.

Este elemento de construcción está siendo utilizado ampliamente en comunidades vulnerables en las que los recursos monetarios son escasos, se encuentran casos de construcciones en países como México, Guatemala, Argentina, Brasil, Chile y Colombia. El consultor ambiental Andreas Froese es un gran exponente de la construcción con ecoladrillos dentro de los cuales se encuentran salones de conferencias (Sibaté, Cundinamarca), tanques de agua (Uganda), viviendas ecológicas rurales (Honduras)¹⁹.

Con el apoyo de TECHO la ingeniera Nely Celmira Cely realizó el apoyo técnico para la construcción de un salón comunal utilizando este material reciclado, en el cual detalló un sistema constructivo aperticado y el uso de ecoladrillos en diferentes muros de mampostería del salón comunal.

¹⁸ UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE. Manual de construcción con ecoladrillos. Proyecto de extensión: Brigada medioambiental. Valdivia. 2013.

¹⁹ FROESE, Andreas. Proyectos. Disponible en: www.eco-tecnologia.com. Consulta 18 de Septiembre de 2018.

6.2 Marco conceptual

Acabado. Estado final, natural o artificial, en la superficie de una pieza de madera o guadua. Estado final del recubrimiento o del revoque.²⁰

Concreto ciclópeo. Concreto con adición de agregado de tamaños mayores al corriente (sobretamaño).²¹

Edificación. Es una construcción cuyo uso es la habilitación u ocupación por seres humanos.²²

Estructura. Es un ensamblaje de elementos, diseñado para soportar las cargas gravitacionales y resistir las fuerzas horizontales.²³

Muro. Elemento laminar vertical que soporta los diafragmas horizontales y transfiere cargas a las cimentaciones.²⁴

Muros confinados. Son muros de mampostería enmarcados por vigas y columnas de amarre.²⁵

Muros de carga. Son muros que además de su peso propio llevan otras cargas verticales provenientes del entrepiso y de la cubierta. Estos muros deben estar amarrados al diafragma y deben tener continuidad vertical.²⁶

Muros divisorios. Son muros que no llevan más carga que su peso propio, no cumplen ninguna función estructural para cargas verticales u horizontales y por lo tanto pueden ser removidos sin comprometer la seguridad estructural del conjunto.

²⁰ ASOCIACIÓN DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. Título E. Casas de uno y dos pisos. Decreto 926 de 2010. Bogotá D.C. marzo de 2010.

²¹ Ibid.

²² Ibid.

²³ Ibid.

²⁴ Ibid.

²⁵ Ibid.

²⁶ Ibid.

No obstante, deben estar adheridos en su parte superior al sistema estructural, con el fin de evitar su vuelco ante la ocurrencia de un sismo.²⁷

Pañete. Mortero de acabado para la superficie de un muro. También se denomina mortero de alisado, revoque, etc.²⁸

Recebo. Material granular seleccionado de relleno, que se coloca entre el suelo natural y el entepiso. Este material debe compactarse en forma adecuada.²⁹

6.3 Marco jurídico

- **Constitución política de Colombia**

ARTÍCULO 63. Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, el patrimonio arqueológico de la Nación y los demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables.

- **NSR-10**

El desarrollo de la propuesta estructural se basa en la Norma Sismo resistente 2010 (NSR-10), en donde se presentan las diferentes requisitos y solicitudes recomendados para el diseño en función de la zona, el tipo de construcción, el sistema constructivo y el uso del proyecto, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia y sostenibilidad desde el momento de la construcción y durante su vida útil.

²⁷ Ibid.

²⁸ ASOCIACIÓN DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. Título E. Casas de uno y dos pisos. Decreto 926 de 2010. Bogotá D.C. marzo de 2010.

²⁹ Ibid.

7. METODOLOGIA

La metodología de trabajo es de enfoque cualitativo y cuantitativo, para la cual se realizó un trabajo en campo con la comunidad y asesoría de personal especializado en construcción, además, se realizó un trabajo de diseño arquitectónico y estructural con la asesoría de personal especializado.

Para el desarrollo de este proyecto se desarrollaron las siguientes fases:

Fase 1. Recopilación de información

Se recopiló información importante y requerida para el diseño estructural según la NSR-10. Se revisaron aspectos básicos propios de la zona de influencia del proyecto tales como: fenómenos de remoción en masa, amenaza sísmica, estabilidad del suelo, zonas hídricas, etc. Esta información se compilo de acuerdo a lo presentado por estudios previos realizados por entidades gubernamentales del municipio de Soacha (POT).

Fase 2. Presentación Ecoladrillos

Se realizaron 3 talleres participativos con la comunidad exponiendo los beneficios de la utilización de los ecoladrillos. En esta fase se realizó un muro de prueba el cual permitió cuantificar los materiales utilizados para la elaboración de este.

Fase 3, Desarrollo diseño constructivo.

De acuerdo a la recopilación de información realizada previamente se realizó el diseño constructivo el cual consto de un diseño arquitectónico y un diseño estructural. El diseño arquitectónico se realizado a partir del programa arquitectónico definido con la comunidad del barrio Los Cerezos, en este se definieron los usos y espacios arquitectónicos para la sede social.

De acuerdo al diseño arquitectónico se realizó el diseño estructural siguiendo la metodología descrita por la NSR-10 en el Titulo A, Tabla A. 1.3-1. *Procedimiento de diseño estructural para edificaciones nuevas y existentes*. El diseño obtenido se validó mediante una simulación en el software ETABS 2016.

Fase 4. Presupuesto

En función del diseño constructivo propuesto se realizó la cuantificación y presupuesto de la obra, teniendo en cuenta las siguientes alternativas: 1. Construcción con mampostería, 2. Construcción con ecoladrillos.

Fase 5. Presentación de resultados y recomendaciones.

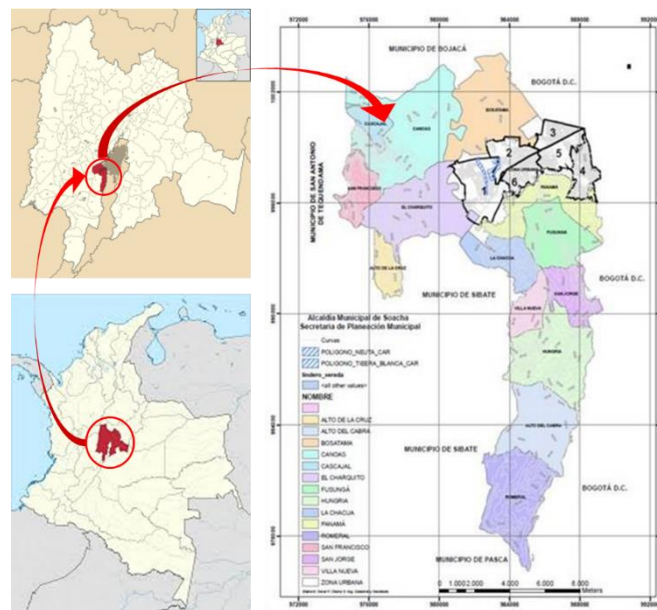
Se realizará la respectiva presentación de los resultados a los habitantes del barrio los cerezos, se entregará el presente documento técnico con la información y recomendaciones pertinentes para la construcción de la edificación, así como el presupuesto calculado y los planos de la estructura.

8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

8.1 Municipio de Soacha

El municipio de Soacha es el más poblado del departamento de Cundinamarca, está ubicado en el sector suroccidental del departamento y forma parte del Altiplano Cundiboyacense y la región andina. Soacha se encuentra localizada en la meseta aluvial del río Bogotá y es una de las zonas más secas del Altiplano Cundiboyacense. Limita al oriente con la ciudad de Bogotá y su área urbana está conurbada del Distrito, siendo parte de su área metropolitana. Al norte limita con los municipios de Bojacá y Mosquera, al sur con Sibaté y Pasca y al occidente con Granda y San Antonio del Tequendama. El municipio hace parte de la cuenca media del río Bogotá.³⁰

Figura 4. Localización municipio de Soacha, Cundinamarca.



Fuente: CONSORCIO PGIRS SOACHA.

Con un área de 183 km² y una densidad poblacional de 2.496 habitantes/km² el municipio está dividido administrativamente en seis comunas en su casco urbano y 2 corregimientos en la zona rural. Tiene un total de 378 barrios de los cuales el 13%

³⁰ CONSORCIO PGIRS SOACHA. Actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS para el municipio de Soacha departamento de Cundinamarca. Soacha, Cundinamarca. Agosto de 2015.

de los barrios son subnormales e ilegales, sin titulación y con limitado acceso a servicios públicos.³¹

Tabla 1. Distribución administrativa del municipio de Soacha.

Comuna	Nombre	Área (ha)
1	Compartir	981.80
2	Centro	322.33
3	Despensa	319.37
4	Cazucá	363.37
5	San Mateo	374.15
6	San Humberto	305.55
Total, hectáreas perímetro urbano año 2017		2666.64

Fuente: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA.

El Municipio se puede dividir en tres (3) sectores por criterios de Topografía y Geotecnia particulares, definiendo un sector como alto o pendiente, el cual caracteriza a las comunas 4 y 6, un segundo sector como medio-bajo en donde se ubican las comunas 5 y 3, y un sector bajo correspondientes a las comunas 1 y 2.³²

8.1.1 Clima

- Temperatura

De acuerdo a los datos de temperatura recopilados por la estación meteorológica Granja San Jorge localizada en la vereda San Jorge del municipio de Soacha se observa una tendencia estacional bien marcada donde se aprecia que las temperaturas máximas fluctúan alrededor de los 16,3 °C presentándose las mayores temperaturas durante los meses de enero y febrero con 16,9 °C y 17,1 °C respectivamente. Las temperaturas mínimas fluctúan alrededor de 7,0 °C y

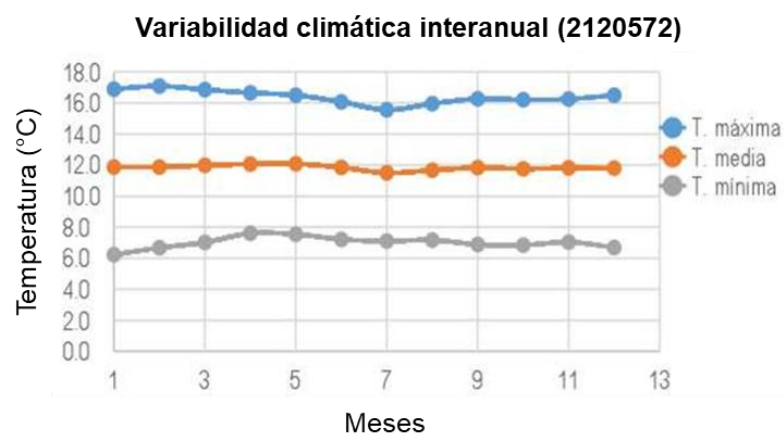
³¹ UNHCR Colombia. Operación del ACNUR en Soacha, Cundinamarca. Oficinas de Terreno. Bogotá D. C. junio de 2013.

³² ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA. Plan de emergencia municipio de Soacha. Comité local para la prevención y atención de desastres. Socha, Cundinamarca. Diciembre de 2007.

presentan sus valores más bajos durante los meses de enero con 6,2 °C y febrero con 6,7 °C.³³

De acuerdo a la Figura 5, los meses con mayor amplitud diurna de temperatura son los meses de diciembre y enero, razón por la cual son los meses que registran mayores valores de temperaturas durante las horas del día y bajas temperaturas durante las horas de la noche, por esta razón se genera un incremento de la tasa evaporativa produciendo resequead en los suelos durante esos meses.³⁴

Figura 5. Variabilidad climática interanual municipio de Soacha, Cundinamarca.



Fuente: ALCALDÍA MUNICIPAL DE SOACHA.

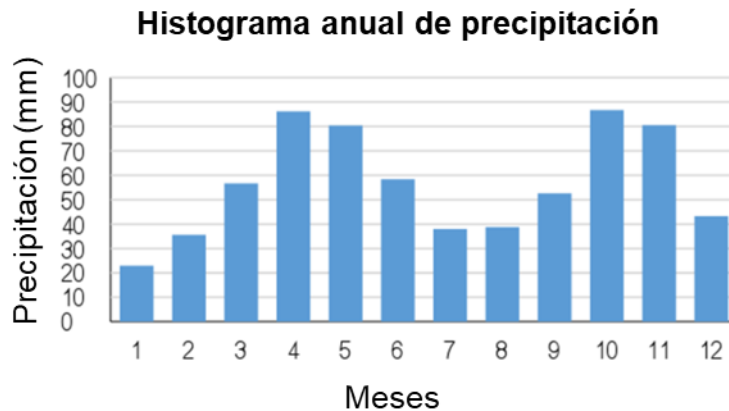
- Precipitación

Los datos de precipitación registrados en el municipio demuestran un régimen de precipitación bimodal con dos máximos, uno durante los meses de marzo, abril, mayo y el otro durante los meses de septiembre, octubre y noviembre de acuerdo con lo registrado en la figura 6. El volumen promedio de precipitación anual es de 731 mm en la parte alta de la cuenca del Sumapaz, 626 mm en la parte media y 548 mm en la parte baja.

³³ ALCALDÍA MUNICIPAL DE SOACHA, CUNDINAMARCA. Plan de Ordenamiento Territorial Soacha, Cundinamarca. Secretaria de Planeación y Ordenamiento Territorial. Soacha – Cundinamarca. 2018.

³⁴ Ibid.

Figura 6. Histograma anual de precipitación en el municipio de Soacha, Cundinamarca.



Fuente: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA.

El número de días en que se presentan lluvias es mayor en la parte alta, lo cual sugiere que las lluvias en la parte alta son más frecuentes que en la parte baja, pero de menor intensidad; esto infiere que las gotas de agua son más pequeñas y por tanto la energía de impacto (energía potencial) sobre el suelo es menor, por ende, su potencial erosivo es leve.³⁵

- Evaporación

Promedio anual: 924 mm. Los meses de mayor valor Julio - agosto con 86 mm. Los meses de menor valor Octubre - noviembre con 67 mm.³⁶

- Brillo solar

De acuerdo con los datos por el POT se aprecia una tendencia al incremento en las horas de brillo solar durante los meses de sequía, destacándose el mes de enero, donde se evidencia 165 h/mes de brillo solar durante la década de 2010.³⁷

Durante los meses húmedos, se evidencia una tendencia al decrecimiento de las cantidades de horas de brillo solar, el mes de noviembre se presenta 90 h/mes de

³⁵ ALCALDÍA MUNICIPAL DE SOACHA, CUNDINAMARCA. Plan de Ordenamiento Territorial Soacha, Cundinamarca. Secretaria de Planeación y Ordenamiento Territorial. Soacha – Cundinamarca. 2018.

³⁶ Ibid.

³⁷ Ibid.

brillo solar, eso indica que con la tendencia de calentamiento progresivo que se experimenta sobre la zona, durante los meses cálidos existe menor presencia de nubosidad en tanto que durante los meses húmedos se incrementa sustancialmente la cobertura de nubes y el espesor de las nubes que se posan sobre la región.³⁸

8.1.2 Entorno social

El Municipio de Soacha se caracteriza por tener una alta presencia de población en situación de desplazamiento. De acuerdo con cifras oficiales del DANE entre 1997 y noviembre 2012, Soacha ha acogido cerca de 40.000 personas, por esta razón, el municipio es considerado el principal receptor de población desplazada del departamento de Cundinamarca. La Personería Municipal confirma la presencia de grupos armados y organizados al margen de la ley en el municipio, causantes de diversas amenazas recibidas por la población, en su mayoría desplazada. Gran parte de las amenazas han generado desplazamiento inter e intraurbano.

El reclutamiento forzado es una de las mayores preocupaciones de la Personería, siendo una amenaza directa hacia la población infantil y juvenil, sobre todo de las Comunas 4 y 6. A pesar de las acciones adelantadas en la prevención del reclutamiento, persisten casos de homicidio de personas protegidas, conocidas comúnmente como “falsos positivos”.³⁹

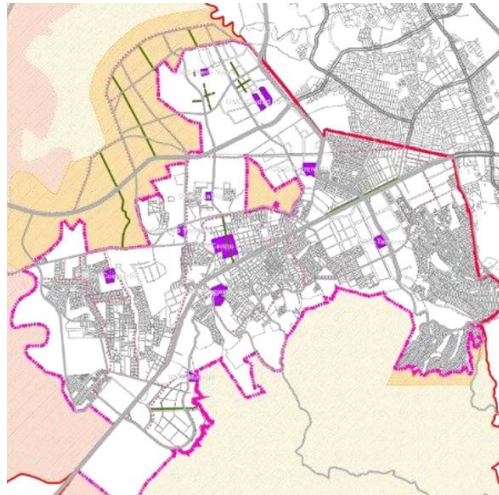
8.1.3 Centros comunitarios

El municipio de Soacha cuenta con un total de 23 unidades integrales para el desarrollo social (UNIDS), la mayoría presta sus servicios para la atención y apoyo a población vulnerable, solo 2 de las unidades se ubican en predios con áreas mayores a 1.000 m², 9 en predios de tamaño entre 200 m² y 1.000 m² el resto, 11, en predios menores a los 100 m².

³⁸ ALCALDÍA MUNICIPAL DE SOACHA, CUNDINAMARCA. Plan de Ordenamiento Territorial Soacha, Cundinamarca. Secretaria de Planeación y Ordenamiento Territorial. Soacha – Cundinamarca. 2018.

³⁹ MUÑOZ RODRIGUEZ CARLOS EDUARDO. Altos de la Florida, La montaña invisible e imbatible. Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO. Bogotá D. C. 2015.

Figura 7. Ubicación UNIDS en el municipio de Soacha.



Fuente: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA.

Varias instalaciones de las UNIDS son edificaciones adaptadas desde el uso residencial, las cuales evidencian condiciones limitadas para la atención integral de los usuarios, 8 de los establecimientos son de carácter público y el resto, privado, con servicios prestados por ONG o instituciones religiosas. La mayor parte se encuentran en las comunas 1 y 2, Compartir y Centro respectivamente.

El municipio cuenta con un alto déficit de equipamientos colectivos y especialmente de los equipamientos sociales, igualmente, se presenta un desequilibrio en el cubrimiento de las diferentes UNIDS debido al crecimiento poblacional desmedido que genera problemas en la continuidad urbana.⁴⁰

Debido a las deficiencias en la cobertura de las unidades integrales para el desarrollo social se hace necesario garantizar el aprovisionamiento de las infraestructuras y la adecuada interacción entre los diferentes entes pertenecientes al municipio.

⁴⁰ ALCALDÍA MUNICIPAL DE SOACHA, CUNDINAMARCA. Plan de Ordenamiento Territorial Soacha, Cundinamarca. Secretaria de Planeación y Ordenamiento Territorial. Soacha – Cundinamarca. 2018.

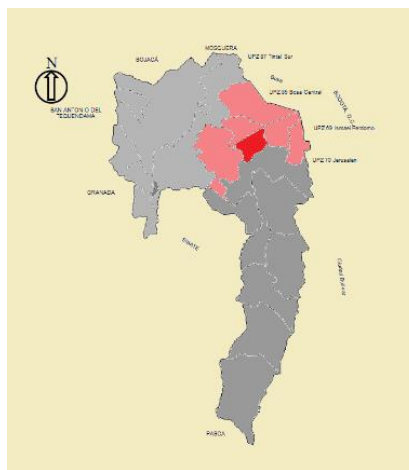
Tabla 2. Cobertura de unidades de desarrollo integral UNIDS.

Unidades integrales de desarrollo social UNIDS		
Localización	Población cubierta	Área urbanizada de cubrimiento (Ha)
Centro cívico	Toda la población	Todo el municipio
UNIDS 1. Terreros	Comuna 4 y 5	474.13
UNIDS. 2 Eugenio Diaz	Comuna 6	202.98
UNIDS 3. Potrero Grande	Comuna 3	145.47
UNIDS 4. La Veredita	Comuna 2	174.51
UNIDS 5. Compartir	Comuna 1	416.28
UNIDS 6. Maipore	Maipore, el Vinculo	321.03
UNIDS 7. Ciudad Verde	Ciudad Verde	140.19
UNIDS 8. Tierranegra	Ciudad Verde	
UNIDS 9. Las Huertas	Las Huertas, Las Vegas, Potrero Grande	261.09

Fuente: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA.

8.2 Comuna 6 – San Humberto

Figura 8. Localización Comuna 6 – San Humberto.



Fuente: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA.

La comuna 6 está ubicada en el sector Sur – Occidental del casco urbano del municipio, sobre esta comuna se construyeron las primeras unidades residenciales del municipio de Soacha en conjunto como; conjunto residencial Autopista al Sur,

conjunto residencial Colmena II y Conjunto residencial San Carlos, tiene como ejes principales la calle 13, la calle 22, la Carrera tercera y la avenida Eugenio Díaz; se caracteriza por tener sectores residenciales antiguos de la ciudad (barrios San Bernardino, Ubaté, El Dorado, etc.).⁴¹

Tabla 3. Información demográfica y geográfica comuna 6 – San Humberto.

Habitantes	Limites	Principales barrios
103.551 habitantes	Norte: La Comuna 2 de Soacha Central, por la Autopista NQS	San Humberto, San Carlos, San Marcos, Divino Niño, El Altico, San Marcos, La Florida, Altos de la Florida, La Colmena, El Dorado, El Sol, Andalucía, 12 de marzo, Comfenalco, Nogales, El Bosque, Las Villas, Porvenir, Villas de Camilo Torres, Cagua, Ricaurte, San Bernardino, Uvate, San Antonio, Balcón Real
	Sur: La vereda Panamá	
	Oriente: La Comuna 1 de Compartir (calle 10 este)	
	Occidente: La Comuna 5 de San Mateo (calles 28, 29 y 30)	

Fuente: CONSORCIO PGIRS SOACHA

8.3 Barrio Los Cerezos

Figura 9. Localización barrio los cerezos.



Fuente: Google Earth.

⁴¹ Ibid.

El barrio los cerezos está localizado en la comuna 6 – San Humberto del municipio de Soacha. Es una comunidad recientemente formada según el relato de los líderes comunales, sus inicios datan a finales de los años 2007, en donde los primeros pobladores llegaron por el crecimiento que tuvo el barrio contiguo (Altos de la Florida) y la oferta de empleo por parte de la explotación minera en zonas allegadas (canteras A y Z y Cueva del Zorro). De igual modo, los líderes comunales señalan que el barrio se caracteriza por la convivencia de familias afectadas por la violencia interna del país, encontrado habitantes pertenecientes a los diferentes actores de la guerra en Colombia, principalmente, campesinos desplazados y desmovilizados de grupos paramilitares y guerrillas.

La adquisición de los predios se hizo por medio de loteadores, por lo tanto, este barrio ha sufrido una urbanización acelerada y carencia de planificación urbanística lo que genera insuficiencias en las estructuras físicas del sector, ya que no cuentan con servicios básicos como agua potable, alcantarillado, redes telefónicas, suministro de gas natural e infraestructura vial que facilite el acceso a la zona, a lo que se suma la ausencia de transporte público, la deficiencia en estos aspectos, genera marginalidad y precariedad de la comunidad.

Según el último censo de los habitantes realizado por los líderes comunales y personal de TECHO (diciembre de 2018) en el barrio conviven aproximadamente 700 personas, de las cuales un 25% son población infantil y un 15% población de la tercera edad.

Figura 10. Barrio los cerezos.



Fuente: El Autor.

Las instalaciones de la iglesia sacerdotal anglicana Misioneros de la cruz es la única estructural comunal del barrio Los Cerezos, esta es utilizada en ocasiones para funcionar como guardería o sitio de acopio para entidades no gubernamentales que hacen brigadas para la atención de la comunidad.

8.4 Condiciones para implementar el proyecto

8.4.1 Terreno

El terreno cedido por la comunidad para la construcción de la sede social del barrio Los Cerezos es un lote con dimensiones de 6 metros de frente por 12 metros de largo. El predio cuenta con un área de 72 m². Actualmente, en el lote se encuentra una construcción en madera y latas que sirve como centro de almacenamiento de materiales y enseres propios de la comunidad, para tal efecto, se realizó un relleno con el fin de nivelar el terreno.

Figura 11. Localización terreno destinado para la sede social del barrio Los Cerezos.



Fuente: Google Earth.

- Topografía

Se realizó el levantamiento topográfico en el lote destinado para la construcción de la sede social Los Cerezos y la vía de acceso. No se tuvieron en cuenta los terrenos localizados al oriente, occidente y sur del lote ya que se encuentran edificados. Para esto, se realizó la materialización de 2 puntos fijos cerca al predio con estacas de madera, una vez materializados, se procedió a georreferenciar los puntos

determinados bajo el sistema Magna Sirgas Colombia utilizando un navegador de mano Garmin X-300 con una precisión planimétrica de 3 metros y altimétrica de 6 metros.

Figura 12. Situación actual terreno destinado para la sede social del barrio Los Cerezos.

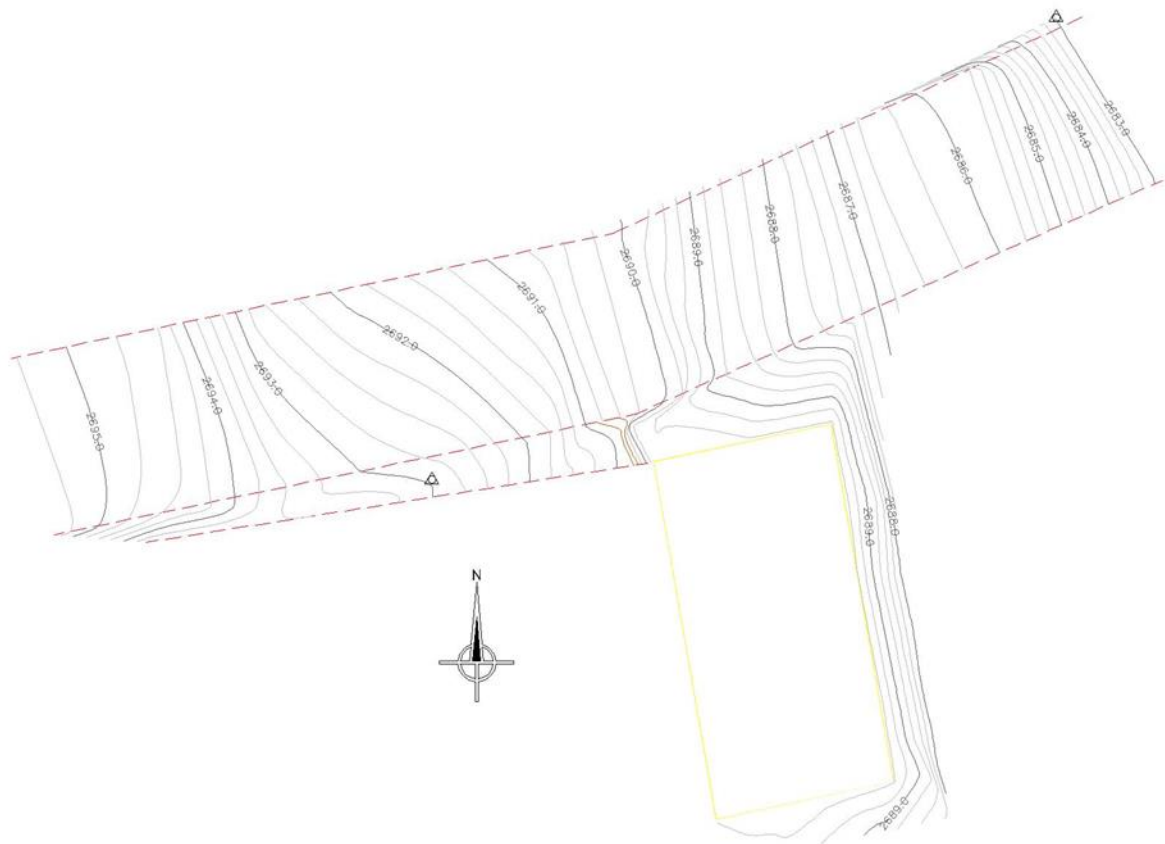


Fuente: El Autor.

Seguido a la georreferenciación de los puntos se procedió a realizar el levantamiento topográfico utilizando una estación marca TOP-COM ES-105, utilizando el método de radiación simple. La cartera topográfica se relaciona en el Anexo 1.

De acuerdo al levantamiento topográfico se observa que el predio está ubicado en las coordenadas N 985153.86, E 995591.46 a 2690 m.s.n.m. Se puede evidenciar fuertes cambios de nivel en la vía de acceso de acuerdo a la variación de altura en distancias cortas, esta presenta una pendiente del 34%, lo cual cataloga el terreno como un sector moderadamente escarpado según lo estipulado en el POT del municipio de Soacha. Cabe destacar que debido a la pendiente de la vía el terreno de la sede social no es susceptible a inundaciones, pero si se debe tener presente el impacto de la escorrentía superficial que fluye en sentido occidente-oriente por la vía principal.

Figura 13. Topografía del terreno destinado para la construcción de la sede social del barrio Los Cerezos.



Fuente: El Autor.

- Caracterización del suelo

En función de la localización del barrio se clasifica este como zona de piedemonte. Este sector está conformado por la zona de transición entre los cerros y la zona plana. Consta principalmente de depósitos coluviales y conos de deyección. Suelos de alta capacidad portante; con estratigrafías heterogéneas, con predominio de grava, arenas y limos, con depósitos ocasionales de arcillas de poco espesor.⁴²

De acuerdo con las inspecciones realizadas y las experiencias constructivas de habitantes del sector se puede inferir que los suelos de la zona tienen una buena

⁴² ALCALDÍA MUNICIPAL DE SOACHA, CUNDINAMARCA. Plan de Ordenamiento Territorial Soacha, Cundinamarca. Secretaria de Planeación y Ordenamiento Territorial. Soacha – Cundinamarca. 2018.

capacidad portante ya que no se presentan hundimiento ni problemas estructurales asociados a las cargas aplicadas al suelo tal como se consigna en la figura 14

Figura 14. Registro fotográfico inspección estructuras del sector.



Fuente: EL autor.

8.4.2 Servicios Públicos

En las diferentes visitas realizadas a la comunidad y de acuerdo a lo expuesto por lo diferentes habitantes del barrio se evidencio una carencia en la prestación de servicios públicos.

El barrio cuenta con suministro de agua ya que se realiza una captación ilegal de una fuente hídrica cercana al sector, esta se distribuye mediante un acueducto comunitario el cual suministra el líquido a cada una de las viviendas del barrio. Algunas propiedades cuentan con tanques de almacenamiento de agua. El servicio de agua no es constante debido a que el sistema está en función del estado de la fuente de captación y la bocatoma, los problemas de suministro se deben a diversos factores tales como; aumento de sedimentos en la fuente de captación, disminución

del caudal y presencia de diferentes agentes externos en la bocatoma (material vegetal, cantos rodados). El agua suministrada no es sometida a ningún tratamiento de potabilización.

Con respecto al alcantarillado, puede decirse que la zona carece de un sistema funcional; los habitantes han desarrollado diferentes mecanismos para evacuar las aguas negras de sus hogares, en gran parte del barrio se ha implementado tubería en PVC que permite conducir las aguas servidas a los colectores presentes en la parte baja del barrio. Actualmente el 40% del barrio cuenta con este sistema, el otro 60% realiza el transporte de las aguas residuales mediante canales en las vías.

Gracias a las acciones organizativas desarrolladas por los líderes comunitarios se ha logrado llevar el servicio de energía eléctrica al barrio Los Cerezos, varias estructuras habitacionales cuentan con el servicio de energía, aproximadamente un 70% del barrio cuenta con servicio de luz, pero, existe gran porcentaje de conexiones ilegales.

No hay servicio de gas natural en la zona debido a que no existe la infraestructura necesaria para el suministro de este, en el barrio se comercializa los cilindros de gas propano que deben ser comprados a empresas privadas.

No existe un servicio de recolección de basuras, se dispuso de varias “canecas” para el acopio de residuos y una vez a la semana una volqueta recoge estos residuos y los transporta hasta barrios que, si tienen servicio de recolección de basura, principalmente al barrio San Humberto, esta falencia en la recolección de basuras produce que se realicen quemas de residuos en diferentes zonas del barrio.

8.4.3 Factores de riesgo

De acuerdo a lo presentado en el Plan de Emergencia del Municipio de Soacha, se determinaron los siguientes factores de riesgo para la construcción de la sede social del barrio Los Cerezos:

- Riesgos de origen geológico

Los riesgos de origen geológico mencionados en la Tabla 4 se presentan en el barrio Los Cerezos o en zonas cercanas, aun así, estos no tienen incidencia directa en el terreno destinado para el desarrollo del proyecto, pero, se tuvieron en cuenta durante el desarrollo de la propuesta realizada.

Tabla 4. Riesgos de origen geológico en el barrio Los Cerezos.

Fenómeno	Causa
Derrumbe o Deslizamiento	Vertimiento de aguas servidas
	Explotación de canteras y ausencia de actividades de recuperación post explotación
	Urbanización indiscriminada en zonas de ladera
Erosión	Pendientes pronunciadas de terreno
	Filtración de aguas servidas

Fuente: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA.

En el sector del barrio Los Cerezos se evidencia constantemente el vertimiento de aguas servidas por canales a cielo abierto, a pesar de que la comunidad a implementando un sistema de alcantarillado artesanal, las aguas residuales provienen principalmente del sector de altos de la florida ya que algunas viviendas de este barrio no cuentan con conexión al servicio de alcantarillado.

De acuerdo a la topografía del sector y su pendiente de tipo inclinado se presenta erosión en los suelos, principalmente en las vías del barrio ya que son vías en afirmado y el flujo de aguas, viento y transito hacen que erosione este material.

Figura 15. Vía en afirmado, Los Cerezos, Soacha.



Fuente: El Autor.

- Riesgos hidrometeorológicos o climáticos

Tabla 5. Riesgos hidrometeorológicos o climáticos en el barrio Los Cerezos.

Fenómeno	Causa
Incendio Forestal	Condiciones de vegetación en la zona
	Periodos prolongados de verano
	Manos criminales
	Quemas de basuras

Fuente: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA.

De acuerdo con lo mencionado por los habitantes del sector y en concordancia con los datos expuestos en el numeral 8.1.1 Clima, se presenta una baja precipitación en la zona, esto acompañado de temperaturas altas, humedad relativa BAJA y tasa de evaporación alta se produce resequedad en la vegetación lo cual promueve la generación de incendios forestales en la zona, sumado a esto, la quema de basuras frecuente en el sector propicia un ambiente idóneo para el desarrollo y propagación de incendios forestales.

Figura 16. Quema de basuras en cercanías a Los Cerezos, Soacha.



Fuente: El Autor.

- Riesgos tecnológicos

Tabla 6. Riesgos tecnológicos en el barrio Los Cerezos.

Fenómeno	Causa
Electrocución	Uso inadecuado de instalaciones eléctricas o domiciliarias.
Explosiones y/o incendios	Manejo indebido de combustibles como cocinol, gasolina o gas

Fuente: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA.

Las conexiones eléctricas de carácter ilegal son frecuentes en Los Cerezos, estas prácticas fraudulentas en muchos casos generan cortocircuitos ya que no presentan buenas conexiones ni cableado, esto genera daños en los electrodomésticos y en el peor de los casos incendios en la instalación eléctrica.

- Riesgos de salud pública

Tabla 7. Riesgos de salud pública en el barrio Los Cerezos.

Fenómeno	Causa
Enfermedades respiratorias	Acumulación de basuras
	Quemas de basuras
	Disposición de aguas servidas en vías públicas
Enfermedades digestivas	Suministro de agua NO potable

Fuente: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA.

Es importante resaltar los riesgos asociados a la salud pública para el desarrollo de una propuesta de centro comunitario, se debe garantizar el suministro de agua para las diferentes necesidades propias del uso de la edificación, tales como baños, cocina, aseo. Así mismo, es importante identificar el procedimiento a seguir para la disposición de los residuos generados por el uso de la sede social. La no atención de alguno de estos riesgos puede ocasionar enfermedades con afectación masiva en la comunidad, tales como intoxicaciones o enfermedades respiratorias.

8.4.4 Análisis de involucrados

Los participantes son todos los entes que participan con la realización del proyecto. En la tabla 8 se relaciona los actores y su correspondiente contribución al proyecto.

Figura 17. Involucrados en el proyecto.



Fuente: El Autor.

Tabla 8. Análisis de participantes del proyecto según su tipo de contribución.

Actor	Entidad	Posición	Tipo de contribución
Organización	ONG (TECHO)	Cooperante	Trabaja en pro de la superación de pobreza a través de la formación y acción conjunta de pobladores, jóvenes, voluntariados y otros actores.
Estudiante	Universidad Católica de Colombia	Cooperante	El estudiante de la facultad de ingeniería plantea una posible solución a la problemática determinada en la comunidad a trabajar, en este caso el diseño de la sede social para el barrio Los Cerezos, Soacha.
Comunidad	Barrio Los Cerezos	Beneficiario	Brindaran apoyo necesario a los cooperantes para la realización del proyecto propuestos.

Fuente: El autor.

8.5 Material constructivo a partir de materiales reciclables- Ecoladrillos.

En la actualidad, los procesos industrializados han promovido que los bienes y servicios generen gran cantidad de residuos sólidos, los cuales en su mayoría están formados por plásticos, cartones, papel, madera, envases de cristal, metal y hojalata. Bogotá genera 6.300 toneladas de desechos a diario, de las cuales se reciclan solo el 15% cuando podría aprovecharse hasta el 70% de estos residuos⁴³. Se considera que los plásticos representan el 40% del total de la basura acumulada⁴⁴.

Los Ecoladrillos son elementos de construcción fabricados con botellas plásticas rellenas con diferentes materiales sólidos. Son una solución simple y de bajo costo que convierte desechos plásticos muy contaminantes en materiales de construcción local, ecológicos, de bajo costo y alta calidad.

Como se relaciona en el Anexo 4. Folleto 2. Ecoladrillos. Elaboración ladrillo ecológico, la constitución de los ecoladrillos es a partir de 2 componentes principales: una botella en plástico PET que sirve como recipiente y relleno a compresión de diferentes residuos sólidos inorgánicos.

8.5.1 Botellas en PET

El polietileno de tereftalato, más conocido como PET, es un termoplástico derivado del petróleo. Se descubrió en el año 1941 por los científicos británicos Whinfield y Dickson, que lo patentaron como un polímero para la fabricación de fibras sintéticas. En 1952 se lo comenzó a utilizar en forma de film para el envasado de alimentos. Sin embargo, en 1976 surgió la aplicación de los envases rígidos, que fue la que le significó mayor mercado con el embotellado de bebidas.⁴⁵

De acuerdo a las características presentadas en la tabla 9, el PET es el material idóneo para el desarrollo de los Ecoladrillos, la estructura generada es muy resistente, de bajo peso y asegura condiciones térmicas adecuadas, permitiendo dar acceso de vivienda digna a familias o comunidades con bajos recursos.

⁴³ El Tiempo. Las basuras, un asunto de toda la ciudadanía. El Tiempo Zona. 23 de febrero de 2018. Colombia.

⁴⁴ Ruiz, D., López, C., Cortes, E., Froese, A. (2012). Nueva alternativa de construcción: Botellas PET con relleno de tierra. En: Apuntes 25 (2): 292 - 303.

⁴⁵ PAZ, M. Reciclado de PET a partir de botellas post consumo. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Argentina.

Tabla 9. Características principales del PET.

Alta resistencia	Puede formar fibras y películas flexibles
Resistencia química	No es afectado por ácidos ni gases atmosféricos
Resistencia térmica al calor	(80 – 120 °C)
Alto punto de fusión	(244 – 254 °C)
Baja absorción de agua	
Liviano	densidad: 1.34 – 1.39 g/cm ³
Modulo de Young (MPa)	1800
Resistencia a la rotura (MPa)	47
Elongacion a la rotura (%)	3.2

Fuente: PAZ, MARIA.

8.5.2 Material de relleno

El material de relleno a utilizar para la construcción de los ecoladrillos son sólidos inorgánicos obtenidos a partir de los desechos de la comunidad. Los materiales más comunes para el relleno son papel, icopor, empaques de alimentos, plástico y cartón. Se han realizado otros trabajos de desarrollo comunitario en el cual se ha usado tierra, arena y escombros como material de relleno de los Ecoladrillos, para la sede social planteada en el presente trabajo se desestimó estos materiales de relleno ya que estos materiales generan un aumento en la carga muerta que debe soportar la estructura. En la figura 16 se exponen los diferentes materiales para el relleno de los Ecoladrillos.

Figura 18. Materiales de relleno para Ecoladrillos



Fuente: Escuela Secundaria 11.

En el Anexo 4.2. Folleto 2: Ecoladrillos. Elaboración ladrillo ecológico, se presenta el método constructivo de los Ecoladrillos, así como recomendaciones pertinentes para su elaboración.

Se utilizaron 345 ± 15 g de material de relleno para construir un Ecoladrillo, de concordancia con lo expuesto en la figura 17.

Figura 19. Peso inicial y final de Ecoladrillo



Fuente: El autor.

Para 1 m² de muro construido con Ecoladrillos se necesitan 30 botellas de 1.5 Litros, lo que equivale a 10,44 kg de residuos solidos reutilizados bajo esta propuesta constructiva.

8.6 Talleres participativos – Mesas de trabajo comunitario

El presente trabajo se desarrolló bajo el marco del convenio entre la ONG TECHO y la comunidad del barrio Los Cerezos, el objetivo de este convenio es mejorar la calidad de vida de los habitantes del barrio mediante la generación de soluciones concretas a problemáticas reales en la comunidad. En este proceso de acompañamiento a la comunidad de Los Cerezos la ONG TECHO abordó diferentes problemáticas tales como la disposición de aguas servidas, construcciones masivas de viviendas temporales, acondicionamiento de espacios públicos (parques, huertas comunales, sitios de acopio de basuras) y programas de educación ambiental.

Figura 20. **Grupo voluntarios de TECHO comunidad Los Cerezos, Soacha.**



Fuente: El Autor.

De igual modo, TECHO hizo énfasis en la infraestructura comunal, principalmente con proyectos como el diseño de un sistema de acueducto y alcantarillado y el diseño constructivo de una sede social.

Para el desarrollo participativo del presente proyecto se realizaron diferentes talleres participativos o mesas de trabajo, en las cuales se trabajó en conjunto con la comunidad para definir la propuesta de sede social que mejor satisficiera las necesidades actuales del barrio.

Estos talleres participativos – mesas de trabajo se realizaron en 3 sesiones, con la siguiente temática:

- Definición propuesta inicial del proyecto
- Presentación Ecoladrillos
- Construcción de muros con Ecoladrillos

Las 3 mesas de trabajo realizadas contaron con la participación del autor de este proyecto, los voluntarios de TECHO, los líderes de la comunidad y habitantes del barrio interesados en la propuesta. Estos talleres se realizaron en la sede construida por TECHO para la educación y el trabajo (TET). De cada una de estas reuniones se generó un acta con los respectivos temas abordados, las conclusiones de la

mesa de trabajo, el registro fotográfico y los anexos relacionados con estas actas. Estas se presentan en el Anexo 3. Actas Mesas de trabajo comunitarias.

- Mesa de trabajo comunitaria 1: Definición propuesta inicial del proyecto

En esta mesa de trabajo se abordaron las diferentes solicitudes por parte de la comunidad del barrio Los Cerezos en cuanto a la estructuración del proyecto para la sede social.

Se dejó claro que el alcance del proyecto “Diseño constructivo participativo de la sede social del barrio Los Cerezos, Soacha a partir de materiales reciclables” es el diseño constructivo (diseño arquitectónico y diseño estructural) de la sede social y que la consecución de fondos y construcción no entraba dentro del marco de desarrollo de este. Ante esta situación, el grupo de voluntarios de TECHO mencionaron la oportunidad de obtener recursos mediante FONTECHO, la cual es la parte de la ONG encargada de conseguir donaciones para la ejecución de proyectos de mejora en la infraestructura urbana de barrios marginales del país.

De acuerdo a lo expresado por la comunidad se definió el uso para las instalaciones de la sede social, siendo necesario un lugar para la atención y cuidado de población infantil del barrio, ya que este no cuenta con centros educativos ni jardines o guarderías que permitan el cuidado los infantes mientras sus padres están laborando. De igual modo se definió el uso como salón comunal, en el cual se pueda atender diferentes tipos de reuniones sociales.

Figura 21. Mesa de trabajo comunitaria 1: Definición propuesta inicial del proyecto.



Fuente: El Autor.

Se solicitó por parte de la comunidad incluir dentro de la propuesta arquitectónica el aprovechamiento de la luz natural y el paisaje presente en la zona mediante fachadas en vidrio.

- Mesa de trabajo comunitaria 2: Presentación Ecoladrillos

Figura 22. Llenado de Ecoladrillos durante la jornada de limpieza del barrio Los Cerezos.



Fuente: El Autor.

Siguiendo con el desarrollo del proyecto se presentó el Ecoladrillo a la comunidad del barrio Los Cerezos como un material de construcción que reemplaza el ladrillo tradicional, además, se indicaron sus ventajas y ejemplos constructivos con este material reciclable. Esta información se suministró de manera física con el folleto titulado: “Ecoladrillos. Material de construcción Ecológico”. De igual modo, se presentó el folleto “Ecoladrillos. Elaboración ladrillo ecológico.”, en este se indicó la constitución de un ladrillo ecológico, así como su respectivo proceso constructivo. Los folletos se relacionan en el Anexo 4. Folletos Ecoladrillos.

Esta mesa de trabajo se realizó de una forma más interactiva ya que se llevó a cabo durante una jornada de limpieza del barrio Los Cerezos, el propósito principal fue demostrar a las personas participantes como los residuos del día a día pueden ser utilizados en esta opción de material constructivo. Durante el trayecto de la jornada de limpieza se recolectó cualquier tipo de desecho sólido inorgánico que pudiese ser compactado y dispuesto en la botella plástica.

Se invitó a la comunidad a que implementaran este material en sus viviendas, principalmente en casas hechas de madera y lata.

- Mesa de trabajo comunitaria 3: Construcción de muros con Ecoladrillos.

En esta última mesa de trabajo se presentó el folleto: “Ecoladrillos. Construcción de muros con Ecoladrillos.” En el cual se indica los insumos y el proceso constructivo de muros no estructurales con Ecoladrillos. El folleto se relaciona en el Anexo 4. Folletos Ecoladrillos. Así mismo, se realizó un muro de prueba para demostrar su proceso constructivo y la eficiencia de este como un reemplazo económico y alternativo al bloque de mampostería tradicional.

Figura 23. Muro de prueba construido con Ecoladrillos.



Fuente: El Autor.

Al terminar el muro de prueba se demostró la rigidez y seguridad de este. Como el muro de prueba solo se compuso de malla y Ecoladrillos se mencionó que este sistema constructivo puede reforzarse con diferentes materiales, tales como: Mortero y muros en super board, estos además de dar rigidez al muro ayudan a mejorar la presentación final de este.

8.7 Diseño arquitectónico

Tabla 10. Programa arquitectónico par la sede social del barrio Los Cerezos.

USUARIO	NECESIDAD	ZONA	ESPACIOS ARQUITECTONICOS	MOBILIARIO	M2	INSTALACIONES
Población en general barrio Los Cerezos	Espacio de reuniones sociales	Salón comunal	Salón de reuniones	Sillas, mesas	42,2	Eléctrica
		Jardín	Jardín	Bancas	4,6	Eléctrica
		Servicios	Baño masculino	Lavamanos, Sanitario, Espejo	2,3	Eléctrica, suministro agua potable, desagües
			Baño femenino	Lavamanos, Sanitario, Espejo	2,3	Eléctrica, suministro agua potable, desagües
			Cocina	Estufa, Mesón, Lavadero, Repisas	6,8	Eléctrica, suministro agua potable, desagües, suministro gas natural
Personal de servicio	Almacenamiento mobiliario	Almacén	Bodega	Repisas	6,9	Eléctrica
Población infantil barrio Los Cerezos	Atención primera infancia	Educativa	Guardería	Sillas, mesas, libreros, repisas	35,4	Eléctrica
		Servicios	Baño masculino	Lavamanos, Sanitario, Espejo	2,3	Eléctrica, suministro agua potable, desagües
			Baño femenino	Lavamanos, Sanitario, Espejo	2,3	Eléctrica, suministro agua potables, desagües

Fuente: El Autor.

De acuerdo con las necesidades definidas en la Mesa de trabajo comunitaria No. 1. Definición propuesta inicial del proyecto, expuestas en el numeral 8.6 del presente trabajo se planteó el programa arquitectónico para la sede social del barrio Los Cerezos, en este se identifican los usos primordiales de la edificación y mediante un listado de actividades se definen los espacios necesarios para cada actividad.⁴⁶ El programa arquitectónico propuesto cuenta diferentes espacios para la atención

⁴⁶ OSORNO ARACELI. Taller de proyecto arquitectónico II. Red tercer milenio. México. 2012.

de la población general del barrio Los Cerezos tales como salón de reuniones, jardín y guardería para la atención de población infantil de primera infancia en el barrio. Estos usos principales cuentan con su debida dotación y mobiliario discriminado en la tabla 10.

En función de las necesidades descritas en el programa arquitectónico esta construcción se diseñó para ejecutar dos servicios; un salón comunal en el primer piso y una guardería en el segundo piso.

En el primer nivel cuenta una sala de reuniones de 42,2 m², dos baños para la atención del público masculino y femenino con un área de 2,3 m² cada uno y una cocina de 6,8 m². Estos espacios están dotados con el mobiliario de acuerdo a su uso y cuentan con conexiones pertinentes a suministro de agua, desagües, red eléctrica y suministro de gas natural. De acuerdo con el título K – Requisitos complementarios de la NSR-10, se define la sala de reuniones como L-3: lugar de reunión social y recreativo, para este grupo se define un índice de ocupación de 0,7 m² por ocupante⁴⁷, según lo anterior, la sala de reuniones cuenta con una capacidad de 60 personas.

El segundo nivel cuenta una sala dispuesta para la guardería comunal, esta tiene un área total de 35,4 m² más sus respectivos baños para la atención de necesidades fisiológicas de los infantes. Según el Lineamiento técnico de diseño y construcción de jardines infantiles para la primera infancia desarrollado por la alcaldía mayor de Bogotá se clasifica esta guardería como un aula tipo párvulos, prejardín y jardín, en esta se indica un área mínima de ocupación de 2 m² por niño⁴⁸, según lo anterior, la capacidad de la guardería es de 18 niños.

De acuerdo con la NTC 1500 Código Colombiano de fontanería, se define las instalaciones mínimas de fontanería (baños) en la Tabla 3, para el proyecto de la sede social se determinan 2 ocupaciones: lugar principal de asamblea para el primer nivel y Guardería para el segundo nivel, según esto, esta norma es necesario 1 baño por cada 150 hombres y 1 baño por cada 75 mujeres para el primer nivel, del mismo

⁴⁷ ASOCIACIÓN DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. Título K. Requisitos complementarios. Decreto 926 de 2010. Bogotá D.C. Marzo de 2010.

⁴⁸ ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA. Lineamiento: técnico de diseño y construcción de jardines infantiles para la primera infancia. Colombia. 2013.

modo, es necesario 1 baño por cada 20 niños y 1 baño por cada 20 niñas para el segundo nivel⁴⁹.

En las figuras 22 y 23 se presenta las plantas e isométricos dispuestos para la sede social del barrio Los Cerezos, así mismo, en el Anexo 5. Planos Arquitectónicos, se relacionan los planos arquitectónicos diseñados para el proyecto, estos cuentan con el aval de la comunidad.

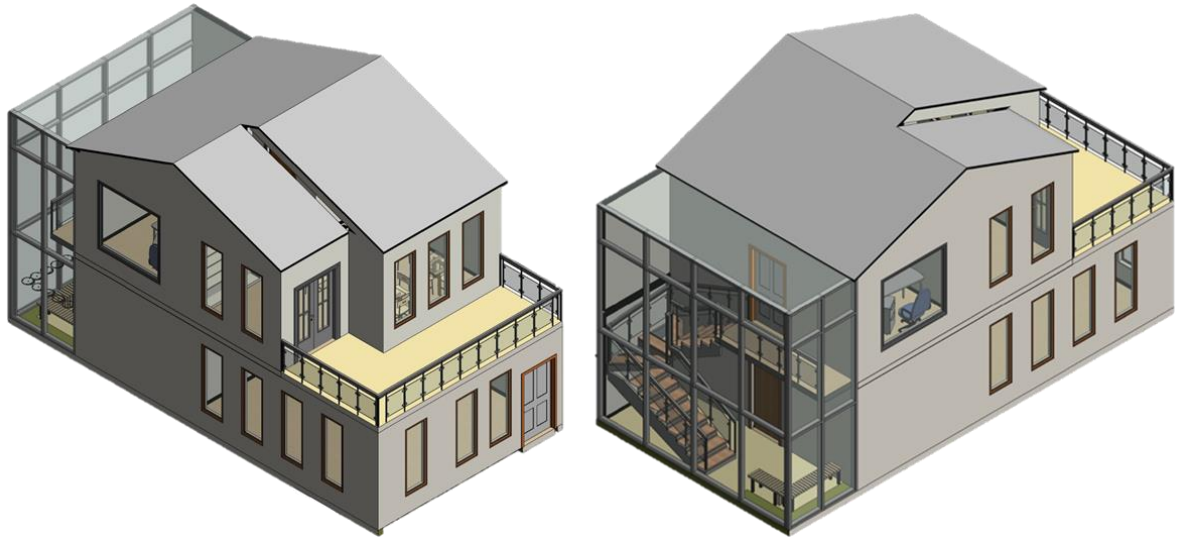
Figura 24. Planta de 1 y 2 piso diseñada para la sede social de Los Cerezos del municipio de Soacha, Cundinamarca.



Fuente: El Autor.

⁴⁹ ICONTEC. NTC 1500. Código Colombiano de fontanería. Segunda actualización. Colombia. 2004.

Figura 25. Isométrico de la sede social de Los Cerezos del municipio de Soacha, Cundinamarca.



Fuente: El Autor.

8.8 Diseño estructural

El presente diseño se realizó bajo el procedimiento indicado en la NSR-10 Título A. Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente, en la tabla A.1.3-1. Procedimiento de diseño estructural para edificaciones nuevas y existentes.

8.8.1 Generalidades

Tabla 11. Generalidades del proyecto.

Nombre del proyecto	Sede Social Barrio Los Cerezos
Localización	Soacha, Cundinamarca
Nivel de amenaza sísmica	Intermedia, según NSR-10, APENDICE A-4.
Número de pisos	2
Uso	Grupo de uso I, según NSR-10 numeral A.2-5.

Fuente: NSR-10

Se cataloga la edificación de acuerdo con los parámetros expuestos en el numeral A.2-5 de la NSR-10 como una estructura de ocupación normal (Grupo de uso 1), no

se clasifica como estructura de ocupación especial (Grupo II) ya que dentro del área construida el número de personas que puedan reunirse no es mayor a 200 personas en un mismo salón.

8.8.2 Materiales

Tabla 12. Materiales utilizados para el sistema estructural de la sede social.

Concreto para vigas, columnas y zapatas de cimentación	
Resistencia a la compresión	$f'_c = 21 \text{ MPa}$
Densidad	$\gamma = 24 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$
Módulo de elasticidad	$E = 4700 * \sqrt{f'_c}$
Relación de Poisson	$\nu_c = 0.20$
Coeficiente de dilatación térmica	$\alpha = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Acero de refuerzo	
Resistencia a la tensión	$f_y = 420 \text{ MPa}$
Densidad	$\gamma = 77 - 78 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$
Módulo de elasticidad	200000 MPa
Relación de Poisson	$\nu_c = 0.30$
Coeficiente de dilatación térmica	$\alpha = 0.0000099 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

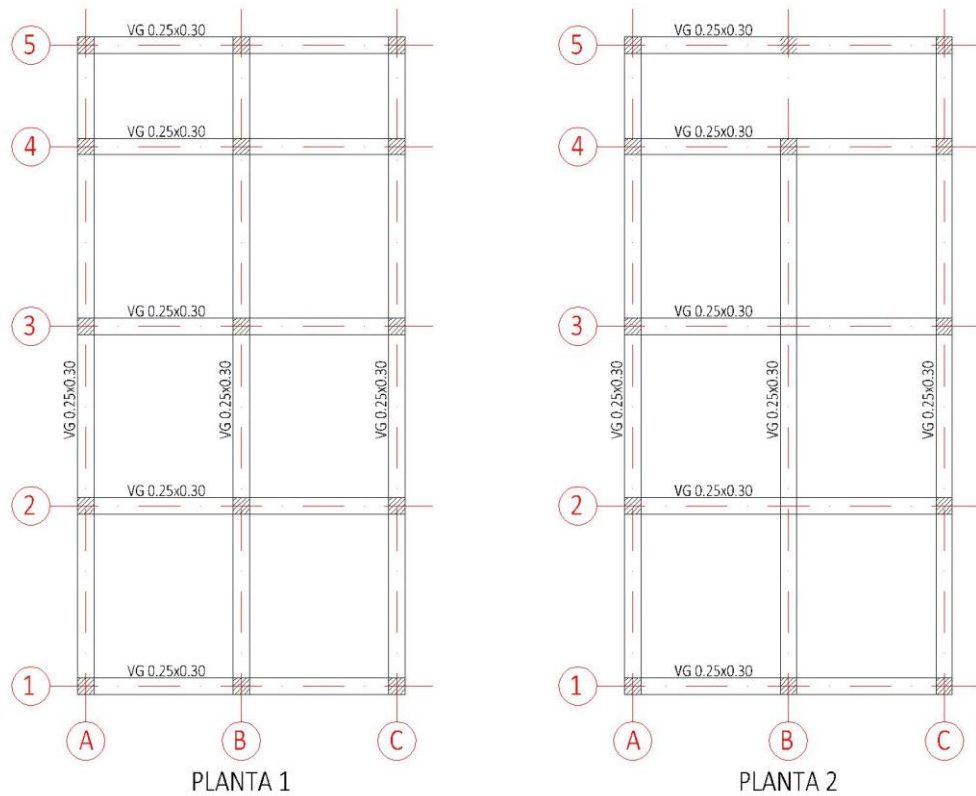
Fuente: NSR-10.

8.8.3 Descripción del sistema estructural

Se proyecta una estructura en concreto reforzado, con pórticos en cada una de las direcciones ortogonales en concreto. Este sistema aporticado distribuye las cargas horizontales y verticales en los elementos estructurales (vigas, columnas y zapatas).

De acuerdo con lo establecido en la NSR-10, tabla A.3-3 se define la estructura como un pórtico resistente a momentos con capacidad moderada de disipación de energía (DMO), esta clasificación permite diseñar en zonas con nivel de amenaza sísmica intermedia y sin límite de altura de la edificación.

Figura 26. Distribución en planta 1 y 2 para vigas y columnas del sistema estructural sede social Los Cerezos.



Fuente: El Autor.

8.8.4 Cargas de diseño

- Cargas muertas (DL)

Las cargas muertas de diseño se seleccionaron de acuerdo a lo descrito en el numeral B.3.4.3 – Valores mínimos alternativos para cargas muertas de elementos no estructurales, se eligió una ocupación de reunión y valores para edificaciones con un salón de reunión para menos de 100 personas y sin escenarios.

Tabla 13. Valores mínimos alternativos de carga muerta de elementos no estructurales.

Fachada y particiones (kN/m ²) m ² de área en planta	1.0
Afinado de piso y cubierta (kN/m ²) m ² de área en planta	1.8

Fuente: NSR-10

- Cargas vivas (LL)

Se determinaron las cargas vivas de diseño de acuerdo al numeral B.4.2.1 Cargas vivas requeridas, se discriminaron las diferentes cargas vivas a utilizar en el diseño teniendo en cuenta que se usaran 2 ocupaciones para la sede social (salón de reunión primera planta, educativos segunda planta).

Tabla 14. Cargas vivas uniformemente distribuidas.

Salón de reunión – área recreativa	
Carga uniforme (kN/m ²) m ² de área en planta	5.0
Educativos – salones de clase	
Carga uniforme (kN/m ²) m ² de área en planta	2.0

Fuente: NSR-10.

Para la cubierta se utilizó una carga viva de 0.50 (kN/m²) teniendo en cuenta que es una cubierta inclinada en estructura metálica y sin acceso al público, según lo descrito en la tabla B.4.2.1-2 Cargas vivas mínimas en cubiertas, azoteas y terrazas de la NSR-10.

8.8.5 Diseño Losa Maciza

Tabla 15. Diseño de losa maciza.

bw	1	m
dinf	0,146	m
dsup	0,167	m
Ø	0,9	m
fy	420000	
f'c	21	Mpa
m	23,529	kPa
t	0,15	m

M-	24,36	-
M+	-	22,14
K-	1142,80	-
K+	-	793,86
ρ-	0,0031	-
ρ+	-	0,0022
As-(mm ²)	458,3	-
As+ (mm ²)	-	359,85
# DE VARILLA	4	4
AREA (mm ²)	126,68	126,68
CANT VARILLAS	4	3

REFUERZO SUPERIOR	#4 @ 0,30m
--------------------------	------------

**REFUERZO
INFERIOR**

#4 @ 0,20m

Refuerzo transversal de Distribución		
L	12000	mm
%	15,975	
As Principal colocado	4,2226	cm ²
As Distribucion	6,7456	cm ²
Distribución	0,292	m
	#4 @ 0,25m	

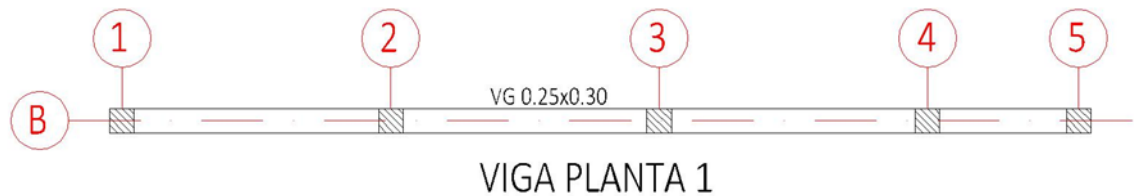
Fuente: El autor.

8.8.6 Diseño Vigas

Se realizo el análisis de 2 vigas de la primera planta la cual tiene una mayor carga ultima (W_u) de acuerdo a su ocupación.

- Viga longitudinal a flexión Planta 1

Tabla 16. Cálculos para el área de acero de refuerzo en viga longitudinal a flexión de la Sede Social.



W_u	31,36	kN/m
b	0,3	m
d	0,21	m

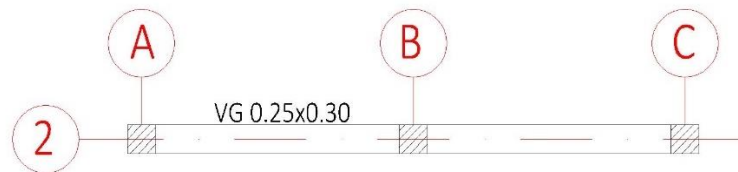
		1	1--2	2	2--3	3	3--4	4	4--5	5
M _u (-)	KN*m	2,63		4,68		4,68		3,86		2,17
M _u (+)	KN*m		3,01		3,01		3,01		2,48	
k (-)	KN*m ²	198,97		353,73		353,73		292,12		164,32
k (+)	KN*m ²		227,40		227,40		227,40		187,79	
ρ (-)		0,0005		0,0009		0,0009		0,0008		0,0004

$\rho (+)$			0,0006		0,0006		0,0006		0,0005	
$\rho \text{ min}$		0,0033	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033
As (-)	mm ²	207,90		207,90		207,90		207,90		207,90
As (+)	mm ²		207,90		207,90		207,90		207,90	
Barras (-)	#4	2		2		2		2		2
Barras (+)	$\Theta = 1/2''$		2		2		2		2	

Fuente El Autor.

- Viga transversal a flexión Planta 1

Tabla 17. Cálculos para el área de acero de refuerzo en viga transversal a flexión de la Sede Social.



VIGA PLANTA 1

Wu	31,36	kN/m
b	0,3	m
d	0,21	m

		1	1--2	2	2--3	3
Mu (-)	KN*m	2,47		4,39		4,39
Mu (+)	KN*m		2,82		2,82	
k (-)	KN*m ²	186,52		331,59		331,59
k (+)	KN*m ²		213,17		213,17	
$\rho (-)$		0,0005		0,0009		0,0009
$\rho (+)$			0,0006		0,0006	
$\rho \text{ min}$		0,0033	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033
As (-)	mm ²	207,90		207,90		207,90
As (+)	mm ²		207,90		207,90	
Barras (-)	#4	2		2		2
Barras (+)	$\Theta = 1/2''$		2		2	

Fuente: El Autor.

Teniendo en cuenta que la cuantía (ρ) necesaria para el proyecto es menor que la cuantía mínima (ρ_{min}) requerida por norma, se procedió a diseñar con la cuantía mínima obteniendo así 2 barras #4 tanto arriba como abajo, en concordancia a lo descrito en el inciso C.21.3.4.3 de la NSR-10.

- Viga a cortante

Se evaluó el diseño a esfuerzos cortantes en la estructura de acuerdo a la siguiente condición:

$$V_n < V_c$$

Donde: V_n = cortante nominal (kN)
 V_c = resistencia a cortante del concreto (kN)

Tabla 18. Áreas de acero de refuerzo para vigas a cortante de la Sede Social.

Cortante ultimo	V_u	35,3	kN
Cortante nominal	V_n	47,07	kN
Resistencia a cortante del concreto	V_c	48,23	kN

Fuente: El Autor.

Ya que el cortante nominal es menor a la resistencia a cortante del concreto se infiere que el concreto resiste el cortante inducido, por lo tanto, no es necesario utilizar refuerzo de cortante.

No obstante, de acuerdo al numeral C.11.4.6.1 – Refuerzo mínimo a cortante de la NSR-10 todo elemento de concreto reforzado sometido a flexión debe llevar un área mínima de refuerzo para cortante, para este caso se utilizarán estribos #3 ($\Theta = 3/8''$) con la separación máxima recomendada de 0.15 m.

8.8.7 Diseño Columnas

El diseño de las columnas para la sede social se realizó bajo los requerimientos del numeral C.10.9 – Limites del refuerzo de elementos a compresión (columnas), el cual determina que el área de refuerzo longitudinal (A_{st}) debe estar regido por la siguiente condición:

$$0.01 A_g < A_{st} < 0.04 A_g$$

Donde: A_g = área bruta de la sección de concreto (mm^2)
 A_{st} = área de refuerzo longitudinal (mm^2)

Tabla 19. Áreas de acero de refuerzo para columnas de la Sede Social.

Sección transversal columna	0,3 m x 0,3 m	
A_g	90000 mm^2	
0,01 A_g	900	mm^2
0,04 A_g	3600	mm^2
A_{st}	1136	mm^2

Fuente: El Autor.

El numeral C.10.9.2 de la NSR-10 determina que el número mínimo de barras longitudinales en elementos sometidos a compresión debe ser de 4 para barras dentro de estribos rectangulares, para el proyecto se propone utilizar 4 barras #6 ($\Theta = 3/4''$).

El refuerzo a cortante determinado para las columnas son estribos rectangulares #3 ($\Theta = 3/8''$) con la separación máxima recomendada de 0.15 m.

8.8.8 Movimiento sísmico de diseño

De acuerdo a la información recopilada en Título A – Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente de la NSR-10 se determinó el nivel de amenaza sísmica, el perfil del suelo y el sistema estructural de resistencia sísmica, para así desarrollar el espectro de diseño asociado al sector de Los Cerezos.

Tabla 20. Consideraciones iniciales para la obtención del nivel de amenaza sísmica.

Zona de Amenaza Sísmica:	Intermedia	
Localización	Soacha, Cundinamarca.	
Altura de la estructura	5,8	m
Número de Pisos	2	
Tipo de Perfil del Suelo	D	
Grupo de Uso Edificación	I	
Sistema estructural de resistencia sísmica	Pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado	
Coficiente de Aceleración (A_a):	0,15	

Coeficiente de Velocidad (A_v):	0,2
Coeficiente de Amplificación de Sitio (F_a):	1,5
Coeficiente de Amplificación de Sitio (F_v):	2

Fuente: NSR_10.

De acuerdo con el Título E – Casas de uno y 2 pisos, se realizó una investigación mínima del sector en la cual se tuvo en cuenta el comportamiento de edificaciones aledañas a la zona de construcción y procesos de remoción en masa o actividad minera en el sector, además, se tuvo en cuenta la experiencia y conocimiento de los suelos por parte de los constructores y habitantes del sector con el fin de hacer una clasificación aproximada del perfil del suelo presente en lote destinado para la construcción de la sede social.

Con base a esta recopilación de información se clasifico el suelo como perfil D (perfil de suelo rígido) según la Tabla A.2.4-1 Clasificación de los perfiles de suelo de la NSR-10, esto concuerda con la información presentada en el POT del municipio, el cual clasifica la zona del barrio Los Cerezos como sector de piedemonte con suelos de alta capacidad portante.

Figura 27. Espectro de diseño para el sector de Los Cerezos, Soacha.



Fuente: El autor.

Tabla 21. Parámetros sísmicos obtenidos a partir del espectro de diseño.

Período de Vibración Inicial (To):	0,18	s
Período de Vibración Corto (Tc):	0,85	s
Período de Vibración Largo (TL):	4,8	s
Coeficiente (Ct):	0,047	
Exponente (a):	0,9	
Período de Vibración Aproximado (Ta)	0,23	s
T y Sa de la estructura		
T	0,23	s
Sa	0,56	

Fuente: El Autor.

8.8.9 Determinación fuerzas sísmicas

Las fuerzas sísmicas se calcularon mediante el método de la fuerza horizontal equivalente como se establece en el numeral A.4 de la NSR-10.

Tabla 22. Obtención de fuerza sísmica y momentos torsionales de la estructura.

PISO	Losa (KN)	Vigas (KN)	Columnas (KN)	ΣW (kN)	M (Mg)
CUBIERTA	20,58	44,14	21,17	85,88	8,67
2	389,76	94,23	30,24	514,23	51,89
1	460,80	114,48	45,36	620,64	62,63

PISO	Nivel (m)	$M \cdot h^k$	Cv_x	F_s (kN)
CUBIERTA	5,60	48,53	0,16	193,35
2,00	2,80	145,29	0,47	578,85
1,00	1,80	112,73	0,37	449,12
Σ	10,20	306,55		

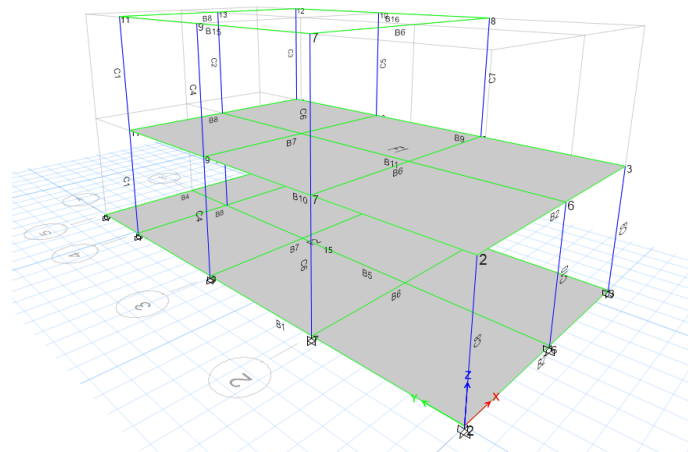
PISO	F_s (kN)	e_x (m)	MT_x (kN*m)	e_y (m)	MT_y (kN*m)
CUBIERTA	193,35	0,60	116,01	0,30	58,01
2,00	578,85	0,60	347,31	0,30	173,65
1,00	449,12	0,60	269,47	0,30	134,74

Fuente: El Autor.

8.8.10 Análisis dinámico mediante software ETABS 2016

Mediante el software ETABS 2016 se modeló y evaluó la estructura predimensionada. Se realizó un análisis dinámico utilizando las cargas muertas, vivas, propias de los elementos estructurales, las fuerzas sísmicas de diseño y los momentos torsionales para determinar el cumplimiento de los desplazamientos horizontales relativos de los elementos estructurales (columnas) presentes en la edificación.

Figura 28. Conformación de la estructura de la sede social.



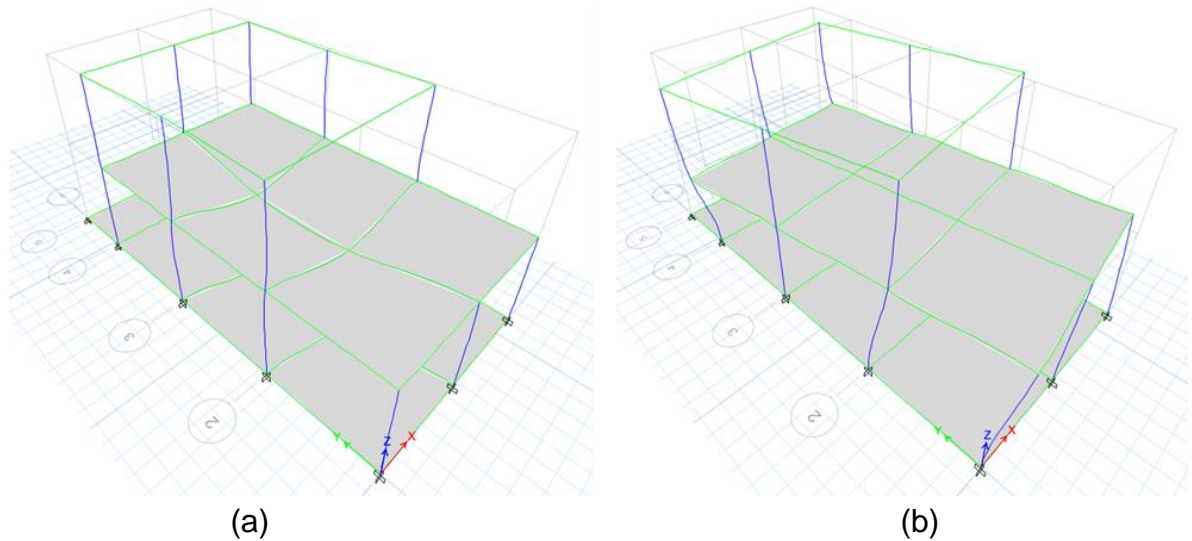
Fuente: Etabs 2016.

De acuerdo a lo exigido por la NSR-10 para la evaluación de la estructura sometida a fuerzas que generen desplazamientos horizontales, se definieron las siguientes combinaciones de carga:

- 1.4 D
- 1.2 D + 1.6 L
- 1.2 D + 0.5 L + 1 FSx + 1 MTx
- 1.2 D + 0.5 L - 1 FSx + 1 MTx
- 1.2 D + 0.5 L + 1 FSx - 1 MTx
- 1.2 D + 0.5 L - 1 FSx - 1 MTx
- 1.2 D + 0.5 L + 1 FSy + 1 MTy
- 1.2 D + 0.5 L + 1 FSy - 1 MTy
- 1.2 D + 0.5 L - 1 FSy + 1 MTy
- 1.2 D + 0.5 L - 1 FSy - 1 MTy

Se observa que las diferentes combinaciones de carga correlacionan las fuerzas a las que está sometida la estructura en caso de un evento sísmico. Es importante analizar cada una de las combinaciones ya que el cumplimiento a cabalidad de estas asegurara le mínimo desplazamiento horizontal de la estructura.

Figura 29. Deformación de la sede social ante cargas de diseño, (a) carga muerta, (b) fuerzas sísmicas.



Fuente: El autor.

Los resultados obtenidos a partir del análisis estructural permiten evaluar la magnitud de los desplazamientos y a partir de ellos las derivas correspondientes. De acuerdo a la NSR_10 numeral A.6.4 el límite máximo para la deriva en estructura de concreto reforzado es de 1%. En la tabla 21 se presentan los resultados del análisis dinámico realizado en ETABS 2016, donde se evidencia que todas las columnas perimetrales analizadas cumplen con el parámetro establecido para la deriva en la NSR-10. Los resultados oscilan en un rango entre 0% y 0,22%.

Tabla 23. Obtención de fuerza sísmica y momentos torsionales de la estructura.

TABLE: Joint Drifts							
Story	Label	Unique Name	Load Case/Combo	Displacement X	Displacement Y	Drift X	Drift Y
				mm	mm		
Story2	8	35	DEV_01	0	0	0,00%	0,00%
Story2	8	35	DEV_02	-8,851	0,457	0,13%	0,00%
Story2	8	35	DEV_03	8,816	-0,597	0,13%	0,01%

Story2	8	35	DEV_04	-9,491	-0,57	0,13%	0,01%
Story2	8	35	DEV_05	0,141	7,824	0,00%	0,08%
Story2	8	35	DEV_06	0,144	-7,451	0,00%	0,08%
Story2	8	35	DEV_07	-0,179	7,311	0,00%	0,08%
Story2	8	35	DEV_08	-0,176	-7,965	0,00%	0,09%
Story2	9	32	DEV_01	0	0	0,00%	0,00%
Story2	9	32	DEV_02	-8,818	-0,599	0,11%	0,01%
Story2	9	32	DEV_03	10,198	0,452	0,16%	0,00%
Story2	9	32	DEV_04	-8,197	0,428	0,10%	0,00%
Story2	9	32	DEV_05	0,59	7,312	0,02%	0,08%
Story2	9	32	DEV_06	0,48	-7,972	0,02%	0,09%
Story2	9	32	DEV_07	0,9	7,825	0,03%	0,08%
Story2	9	32	DEV_08	0,79	-7,458	0,02%	0,08%
Story2	10	33	DEV_01	0	0	0,00%	0,00%
Story2	10	33	DEV_02	-10,198	0,452	0,16%	0,00%
Story2	10	33	DEV_03	8,818	-0,599	0,11%	0,01%
Story2	10	33	DEV_04	-9,577	-0,575	0,15%	0,01%
Story2	10	33	DEV_05	-0,9	7,825	0,03%	0,08%
Story2	10	33	DEV_06	-0,79	-7,458	0,02%	0,08%
Story2	10	33	DEV_07	-0,59	7,312	0,02%	0,08%
Story2	10	33	DEV_08	-0,48	-7,972	0,02%	0,09%
Story2	11	24	DEV_01	0	0	0,00%	0,00%
Story2	11	24	DEV_02	-9,019	-0,601	0,10%	0,01%
Story2	11	24	DEV_03	9,032	0,447	0,10%	0,00%
Story2	11	24	DEV_04	-7,243	0,426	0,08%	0,00%
Story2	11	24	DEV_05	-0,439	7,318	0,00%	0,08%
Story2	11	24	DEV_06	-0,436	-7,986	0,00%	0,09%
Story2	11	24	DEV_07	0,449	7,832	0,00%	0,08%
Story2	11	24	DEV_08	0,452	-7,472	0,00%	0,08%
Story2	12	25	DEV_01	0	0	0,00%	0,00%
Story2	12	25	DEV_02	-9,032	0,447	0,10%	0,00%
Story2	12	25	DEV_03	9,019	-0,601	0,10%	0,01%
Story2	12	25	DEV_04	-7,256	-0,58	0,08%	0,01%
Story2	12	25	DEV_05	-0,449	7,832	0,00%	0,08%
Story2	12	25	DEV_06	-0,452	-7,472	0,00%	0,08%
Story2	12	25	DEV_07	0,439	7,318	0,00%	0,08%
Story2	12	25	DEV_08	0,436	-7,986	0,00%	0,09%
Story1	2	16	DEV_01	0	0	0,00%	0,00%
Story1	2	16	DEV_02	-4,775	-0,401	0,17%	0,01%
Story1	2	16	DEV_03	4,775	0,445	0,17%	0,02%
Story1	2	16	DEV_04	-6,097	0,35	0,22%	0,01%

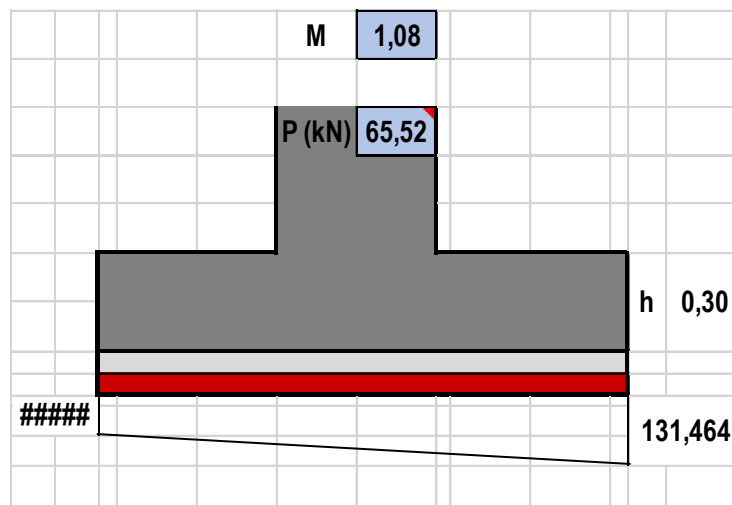
Story1	2	16	DEV_05	0,33	5,203	0,01%	0,19%
Story1	2	16	DEV_06	0,33	-5,535	0,01%	0,20%
Story1	2	16	DEV_07	-0,33	5,579	0,01%	0,20%
Story1	2	16	DEV_08	-0,33	-5,159	0,01%	0,18%
Story1	3	15	DEV_01	0	0	0,00%	0,00%
Story1	3	15	DEV_02	-4,775	0,445	0,17%	0,02%
Story1	3	15	DEV_03	4,775	-0,401	0,17%	0,01%
Story1	3	15	DEV_04	-6,097	-0,306	0,22%	0,01%
Story1	3	15	DEV_05	0,33	5,579	0,01%	0,20%
Story1	3	15	DEV_06	0,33	-5,159	0,01%	0,18%
Story1	3	15	DEV_07	-0,33	5,203	0,01%	0,19%
Story1	3	15	DEV_08	-0,33	-5,535	0,01%	0,20%
Story1	8	20	DEV_01	0	0	0,00%	0,00%
Story1	8	20	DEV_02	-5,264	0,445	0,19%	0,02%
Story1	8	20	DEV_03	5,264	-0,401	0,19%	0,01%
Story1	8	20	DEV_04	-5,718	-0,306	0,20%	0,01%
Story1	8	20	DEV_05	0,113	5,579	0,00%	0,20%
Story1	8	20	DEV_06	0,113	-5,159	0,00%	0,18%
Story1	8	20	DEV_07	-0,113	5,203	0,00%	0,19%
Story1	8	20	DEV_08	-0,113	-5,535	0,00%	0,20%
Story1	9	17	DEV_01	0	0	0,00%	0,00%
Story1	9	17	DEV_02	-5,751	-0,401	0,21%	0,01%
Story1	9	17	DEV_03	5,751	0,445	0,21%	0,02%
Story1	9	17	DEV_04	-5,34	0,35	0,19%	0,01%
Story1	9	17	DEV_05	-0,103	5,203	0,00%	0,19%
Story1	9	17	DEV_06	-0,103	-5,535	0,00%	0,20%
Story1	9	17	DEV_07	0,103	5,579	0,00%	0,20%
Story1	9	17	DEV_08	0,103	-5,159	0,00%	0,18%
Story1	10	18	DEV_01	0	0	0,00%	0,00%
Story1	10	18	DEV_02	-5,751	0,445	0,21%	0,02%
Story1	10	18	DEV_03	5,751	-0,401	0,21%	0,01%
Story1	10	18	DEV_04	-5,34	-0,306	0,19%	0,01%
Story1	10	18	DEV_05	-0,103	5,579	0,00%	0,20%
Story1	10	18	DEV_06	-0,103	-5,159	0,00%	0,18%
Story1	10	18	DEV_07	0,103	5,203	0,00%	0,19%
Story1	10	18	DEV_08	0,103	-5,535	0,00%	0,20%
Story1	11	13	DEV_01	0	0	0,00%	0,00%
Story1	11	13	DEV_02	-6,238	-0,401	0,22%	0,01%
Story1	11	13	DEV_03	6,238	0,445	0,22%	0,02%
Story1	11	13	DEV_04	-4,962	0,35	0,18%	0,01%
Story1	11	13	DEV_05	-0,319	5,203	0,01%	0,19%

Story1	11	13	DEV_06	-0,319	-5,535	0,01%	0,20%
Story1	11	13	DEV_07	0,319	5,579	0,01%	0,20%
Story1	11	13	DEV_08	0,319	-5,159	0,01%	0,18%
Story1	12	14	DEV_01	0	0	0,00%	0,00%
Story1	12	14	DEV_02	-6,238	0,445	0,22%	0,02%
Story1	12	14	DEV_03	6,238	-0,401	0,22%	0,01%
Story1	12	14	DEV_04	-4,962	-0,306	0,18%	0,01%
Story1	12	14	DEV_05	-0,319	5,579	0,01%	0,20%
Story1	12	14	DEV_06	-0,319	-5,159	0,01%	0,18%
Story1	12	14	DEV_07	0,319	5,203	0,01%	0,19%
Story1	12	14	DEV_08	0,319	-5,535	0,01%	0,20%

Fuente: Etabs 2016.

De acuerdo con los resultados de deriva (Drift X, Drift Y) presentados en la tabla 23 se aprueba el predimensionamiento del sistema estructural planteado en el capítulo 8.6 del presente documento. Por lo tanto, la estructura ha de ser construida de acuerdo a las especificaciones técnicas y planos constructivos presentados en el Anexo 6.

8.8.11 Diseño de cimentación



R. Libre	40	mm	x₁ (Columna)	0,30	m
N° Barra	4	-	y₁ (Columna)	0,30	m
Diámetro Barra	12,7	mm	σ_s	150	kPa

f'c	21,1	MPa	σ_L	7,2	kPa
f_y	420	MPa	σ_{Neto}	142,8	kPa
B_{asumido}	0,70	m	L (+)	0,80	m
Altura zapata (h)	0,30	m	L (-)	-0,10	m
e	0,016	m	$\sigma_{D(+)}$	131,464	kPa
			$\sigma_{D(-)}$	102,536	kPa

- **Diseño a cortante**

d	0,24	m
x ₂	0,01	m
σ_{D1}	131,10	kPa

V _{u(d)}	1,38	kN
$\emptyset V_c$	96,46	kN

\emptyset	0,75	-
V(d ₁)	0,92	kN

EL CONCRETO RESISTE EL CORTANTE INDUCIDO

- **Losa (Punzonamiento)**

x ₃	0,54	m
----------------	------	---

y ₃	0,54	m
----------------	------	---

σ_{D2}	107,24	kN
σ_{D3}	126,76	kN

b _o	2,16	m
$\emptyset V_{c1}$	1214,44	kN

V(d/2)	31,40	kN
V _{u(d/2)}	47,10	kN

$\emptyset V_{c2}$	834,50	kN
$\emptyset V_{c3}$	785,81	kN
$\emptyset V_c$	785,81	kN

β	1,00	-
λ	1,00	-

Tipo Columna	ESQUINA	
α	20	-

EL CONCRETO RESISTE EL CORTANTE INDUCIDO

- **Diseño a flexión – ambos lados**

y_4	0,20	m	M_b	1,87	kN*m
			$M_{u,b}$	2,81	kN*m
k	60,94	kPa	A_s	432	mm ²
m	23,4179	kPa	Barra N°	4	-
\emptyset	0,90	-	A_s	129	mm ²
ρ	0,00016	-	Cantidad	4	barras
ρ_{min}	0,00180	-		3	espacios
ρ	0,00180	-	Distrib. cada	215	mm

8.9 Presupuestos

Se realizó un análisis de precios unitarios (APU) para cada una de las actividades determinadas en la ejecución del proyecto, estos APU se presentan en el Anexo 7. Para el análisis del costo de ejecución del proyecto se tuvo en cuenta 2 propuestas, una utilizando mampostería tradicional y otra utilizando ecoladrillos.

Tabla 24. Presupuesto de obra, alternativa mampostería.

SEDE SOCIAL BARRIO LOS CEREZOS					
BARRIO LOS CEREZOS - SOACHA					
PRESUPUESTO DE OBRA - CON MAMPOSTERIA					
Codigo	Actividad	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	LOCALIZACION Y REPLANTEO				
1.1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO EDIFICIO	m2	72,00	\$ 1.940,00	\$ 139.680,00
1.2	CERRAMIENTO EN POLISOMBRA VERDE	m	24,00	\$ 16.522,00	\$ 396.528,00
2	DESMONTES				
2.1	DESMONTE ESTRUCTURA DE CUBIERTA	m2	72,00	\$ 10.226,00	\$ 736.272,00
2.2	DESMONTE DE ESTRUCTURA EN MADERA SECCION VARIABLE	m	20,00	\$ 22.258,00	\$ 445.160,00
2.3	DESMONTE DE CERRAMIENTO EN LAMINA	m	24,00	\$ 9.632,00	\$ 231.168,00
3	EXCAVACIONES				
3.1	EXCAVACIÓN MANUAL DE MATERIAL HETEROGENEO	m3	86,19	\$ 48.395,00	\$ 4.171.165,05
4	BASES - RELLENOS				

4.1	RELLENO EN RECEBO-CEMENTO	m3	5,07	\$ 67.698,00	\$ 343.228,86
5	CIMENTOS				
5.1	BASE CONCRETO DE LIMPIEZA	m2	2,54	\$ 19.042,00	\$ 48.271,47
5.2	ZAPATA CONCRETO	m3	15,00	\$ 498.575,00	\$ 7.478.625,00
5.3	VIGA CIMENTACIÓN CONCRETO	m3	2,16	\$ 495.237,00	\$ 1.069.711,92
6	RED DE DESAGUES				
6.1	CAJA DE INSPECCIÓN	und	2,00	\$ 513.250,00	\$ 1.026.500,00
6.2	BAJANTE AGUAS LLUVIAS PVC 3"	m	5,50	\$ 21.524,00	\$ 118.382,00
6.3	BAJANTE AGUAS NEGRAS PVC 4"	m	2,90	\$ 36.465,00	\$ 105.748,50
6.4	PUNTO DESAGUE PVC 2"	und	6,00	\$ 63.551,00	\$ 381.306,00
6.5	PUNTO DESAGUE PVC 4"	und	2,00	\$ 111.383,00	\$ 222.766,00
6.6	TUBERIA PVC-S 2"	m	9	\$ 19.648	\$ 176.832
6.7	TUBERIA PVC-S 4"	m	17,00	\$ 32.993,00	\$ 560.881
6.8	TUBERIA PVC-S 3"	m	16,50	\$ 17.021,00	\$ 280.846,50
7	CONEXIONES A RED SANITARIA Y AGUAS LLUVIAS				
7.1	CONEXIÓN A RED SANITARIA 6" Red de alcantarillado	und	1,00	\$ 92.352,00	\$ 92.352,00
7.2	CABEZAL DE ENTREGA DE AGUAS LLUVIAS	und	1,00	\$ 965.813,00	\$ 965.813,00
8	CARCAMO				
8.1	CARCAMO CONCRETO	m	6,00	\$ 228.128,00	\$ 1.368.768,00
9	ACEROS Y MALLAS				
9.1	ACERO	kg	2.092,00	\$ 2.933,00	\$ 6.135.836,00
10	ELEMENTOS ESTRUCTURALES				
10.1	PLACA CONCRETO	m2	132,90	\$ 79.663,00	\$ 10.587.212,70
10.2	COLUMNAS CONCRETO	m3	7,80	\$ 690.578,00	\$ 5.386.508,40
10.3	VIGA CONCRETO	m3	10,50	\$ 632.371,00	\$ 6.639.895,50
10.4	ESCALERA EN CONCRETO 3.000 PSI sin refuerzo	m3	0,98	\$ 805.548,00	\$ 791.692,57
10.5	MESON EN CONCRETO	m	1,50	\$ 89.158,00	\$ 133.737,00
11	MAMPOSTERIA				
11.1	MURO EN BLOQUE	m2	133,50	\$ 42.095,00	\$ 5.619.682,50
12	RED SUMINISTRO AGUA POTABLE				
12.1	VALVULA REGULADORA DE BOLA	und	6,00	\$ 52.564,00	\$ 315.384,00
12.2	PUNTO AGUA FRIA 1/2"	un	8,00	\$ 45.986,00	\$ 367.888,00
12.3	TUBERIA PVC-P 9 1/2"	m	30,00	\$ 11.323,00	\$ 339.690,00
12.4	MEDIDORES AGUA 1/2"	und	1,00	\$ 246.526,00	\$ 246.526,00
12.5	ACOMETIDA AGUA PRESION	m	3,00	\$ 11.353,00	\$ 34.059,00
12.6	CONEXION A RED HIDRAULICA	und	1,00	\$ 47.804,00	\$ 47.804,00
13	RED GAS NATURAL				
13.1	REGISTRO DE BOLA	und	2,00	\$ 106.622,00	\$ 213.244,00

13.2	TUBERIA ACERO GALVANIZADO	m	15,00	\$ 18.099,00	\$ 271.485,00
13.3	PUNTO GAS	und	1,00	\$ 59.614,00	\$ 59.614,00
14	RED ELECTRICA				
14.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAJA PARA MEDIDOR	und	1,00	\$ 74.171,00	\$ 74.171,00
14.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LAMPARA	und	13,00	\$ 171.824,00	\$ 2.233.712,00
14.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN INTERRUPTOR	und	2,00	\$ 17.979,00	\$ 35.958,00
14.4	SALIDA TOMACORRIENTE NORMAL DOBLE	und	11,00	\$ 78.293,00	\$ 861.223,00
14.5	SALIDA INTERRUPTOR SENCILLO	und	10	\$ 116.649	\$ 1.166.490,00
15	PAÑETES - PINTURA				
15.1	PAÑETE LISO MUROS INTERIOR	m2	123,00	\$ 16.204,00	\$ 1.993.092,00
15.2	PAÑETE LISO MUROS Exterior	m2	65,00	\$ 21.742,00	\$ 1.413.230,00
15.3	ESTUCO Y VINILO 3 MANOS Sobre Muro Interior	m2	123,00	\$ 19.503,00	\$ 2.398.869,00
15.4	ESTUCO Y VINILO 3 MANOS Sobre Muro Exterior	m2	65,00	\$ 22.451,00	\$ 1.459.315,00
16	CUBIERTAS				
16.1	ESTRUCTURA METALICA DE CUBIERTA	kg	50,00	\$ 12.210,00	\$ 610.500,00
16.2	CUBIERTA EN TEJA EN TEJA	m2	37,20	\$ 34.586,00	\$ 1.286.599,20
17	CIELO RASOS				
17.1	CIELO RASO	m2	92,98	\$ 62.686,00	\$ 5.828.544,28
18	PISOS - ACABADOS				
18.1	ALISTADO PISOS	m2	100,99	\$ 14.463,00	\$ 1.460.618,37
18.2	CERAMICA PISO	m2	100,99	\$ 28.692,00	\$ 2.897.605,08
18.3	GUARDAESCOBA Ceramica	m	67,90	\$ 12.403,00	\$ 842.163,70
18.4	CERAMICA PARED	m2	20,00	\$ 27.117,00	\$ 542.340,00
18.5	LAVADERO	m	0,50	\$ 139.914,00	\$ 69.957,00
19	VENTANERIA - FACHADA EN VIDRIO				
19.1	VIDRIO CRUDO	m2	14,70	\$ 27.621,00	\$ 406.028,70
19.2	FACHADA EN VIDRIO	m2	25,00	\$ 488.715,00	\$ 12.217.875,00
20	ACCESORIOS SANITARIOS				
20.1	INCRUSTACIONES Porcelana - PAPELERA	un	4,00	\$ 20.662,00	\$ 82.648,00
20.2	INCRUSTACIONES Porcelana - JABONERA	un	4,00	\$ 19.589,00	\$ 78.356,00
20.3	SANITARIO	und	4,00	\$ 170.580,00	\$ 682.320,00
20.4	LAVAMANOS	und	4,00	\$ 205.252,00	\$ 821.008,00
21	VENTANAS				
21.1	MARCO VENTANA	M2	14,70	\$ 335.961,00	\$ 4.938.626,70
22	PUERTAS				
22.1	HOJA DE PUERTAS ENTAMBORADAS	m2	18,00	\$ 263.078,00	\$ 4.735.404,00
22.2	MARCO	und	9,00	\$ 157.232,00	\$ 1.415.088,00
22.3	CERRADURA POMO MADERA	und	6,00	\$ 60.493,00	\$ 362.958,00
22.4	CERRADURA CERROJO	und	3,00	\$ 102.578,00	\$ 307.734,00

23	EXTRACTORES				
23.1	EXTRACTOR DE AIRE	und	2,00	\$ 81.632,00	\$ 163.264,00
24	ASEO GENERAL				
24.1	ASEO GENERAL	dia	2	\$ 50.000,00	\$ 100.000,00
				TOTAL	\$ 109.035.962,00

Fuente: El Autor.

Tabla 25. Presupuesto de obra, alternativa Ecoladrillo.

SEDE SOCIAL BARRIO LOS CEREZOS BARRIO LOS CEREZOS - SOACHA PRESUPUESTO DE OBRA - CON ECOLADRILLO					
Codigo	Actividad	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	LOCALIZACION Y REPLANTEO				
1.1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO EDIFICIO	m2	72,00	\$ 1.940,00	\$ 139.680,00
1.2	CERRAMIENTO EN POLISOMBRA VERDE	m	24,00	\$ 16.522,00	\$ 396.528,00
2	DESMONTES				
2.1	DESMONTE ESTRUCTURA DE CUBIERTA	m2	72,00	\$ 10.226,00	\$ 736.272,00
2.2	DESMONTE DE ESTRUCTURA EN MADERA SECCION VARIABLE	m	20,00	\$ 22.258,00	\$ 445.160,00
2.3	DESMONTE DE CERRAMIENTO EN LAMINA	m	24,00	\$ 9.632,00	\$ 231.168,00
3	EXCAVACIONES				
3.1	EXCAVACIÓN MANUAL DE MATERIAL HETEROGENEO	m3	86,19	\$ 48.395,00	\$ 4.171.165,05
4	BASES - RELLENOS				
4.1	RELLENO EN RECEBO-CEMENTO	m3	5,07	\$ 67.698,00	\$ 343.228,86
5	CIMIENTOS				
5.1	BASE CONCRETO DE LIMPIEZA	m2	2,54	\$ 19.042,00	\$ 48.271,47
5.2	ZAPATA CONCRETO	m3	15,00	\$ 498.575,00	\$ 7.478.625,00
5.3	VIGA CIMENTACIÓN CONCRETO	m3	2,16	\$ 495.237,00	\$ 1.069.711,92
6	RED DE DESAGUES				
6.1	CAJA DE INSPECCIÓN	und	2,00	\$ 513.250,00	\$ 1.026.500,00
6.2	BAJANTE AGUAS LLUVIAS PVC 3"	m	5,50	\$ 21.524,00	\$ 118.382,00
6.3	BAJANTE AGUAS NEGRAS PVC 4"	m	2,90	\$ 36.465,00	\$ 105.748,50
6.4	PUNTO DESAGUE PVC 2"	und	6,00	\$ 63.551,00	\$ 381.306,00
6.5	PUNTO DESAGUE PVC 4"	und	2,00	\$ 111.383,00	\$ 222.766,00
6.6	TUBERIA PVC-S 2"	m	9	\$ 19.648	\$ 176.832
6.7	TUBERIA PVC-S 4"	m	17,00	\$ 32.993,00	\$ 560.881
6.8	TUBERIA PVC-S 3"	m	16,50	\$ 17.021,00	\$ 280.846,50

7	CONEXIONES A RED SANITARIA Y AGUAS LLUVIAS				
7.1	CONEXIÓN A RED SANITARIA 6" Red de alcantarillado	und	1,00	\$ 92.352,00	\$ 92.352,00
7.2	CABEZAL DE ENTREGA DE AGUAS LLUVIAS	und	1,00	\$ 965.813,00	\$ 965.813,00
8	CARCAMO				
8.1	CARCAMO CONCRETO	m	6,00	\$ 228.128,00	\$ 1.368.768,00
9	ACEROS Y MALLAS				
9.1	ACERO	kg	2.092,00	\$ 2.933,00	\$ 6.135.836,00
10	ELEMENTOS ESTRUCTURALES				
10.1	PLACA CONCRETO	m2	132,90	\$ 79.663,00	\$ 10.587.212,70
10.2	COLUMNAS CONCRETO	m3	7,80	\$ 690.578,00	\$ 5.386.508,40
10.3	VIGA CONCRETO	m3	10,50	\$ 632.371,00	\$ 6.639.895,50
10.4	ESCALERA EN CONCRETO 3.000 PSI sin refuerzo	m3	0,98	\$ 805.548,00	\$ 791.692,57
10.5	MESON EN CONCRETO	m	1,50	\$ 89.158,00	\$ 133.737,00
11	MAMPOSTERIA				
11.1	ECOLADRILLO	m2	133,50	\$ 0,00	\$ 0,00
12	RED SUMINISTRO AGUA POTABLE				
12.1	VALVULA REGULADORA DE BOLA	und	6,00	\$ 52.564,00	\$ 315.384,00
12.2	PUNTO AGUA FRIA 1/2"	un	8,00	\$ 45.986,00	\$ 367.888,00
12.3	TUBERIA PVC-P 9 1/2"	m	30,00	\$ 11.323,00	\$ 339.690,00
12.4	MEDIDORES AGUA 1/2"	und	1,00	\$ 246.526,00	\$ 246.526,00
12.5	ACOMETIDA AGUA PRESION	m	3,00	\$ 11.353,00	\$ 34.059,00
12.6	CONEXION A RED HIDRAULICA	und	1,00	\$ 47.804,00	\$ 47.804,00
13	RED GAS NATURAL				
13.1	REGISTRO DE BOLA	und	2,00	\$ 106.622,00	\$ 213.244,00
13.2	TUBERIA ACERO GALVANIZADO	m	15,00	\$ 18.099,00	\$ 271.485,00
13.3	PUNTO GAS	und	1,00	\$ 59.614,00	\$ 59.614,00
14	RED ELECTRICA				
14.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAJA PARA MEDIDOR	und	1,00	\$ 74.171,00	\$ 74.171,00
14.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LAMPARA	und	13,00	\$ 171.824,00	\$ 2.233.712,00
14.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN INTERRUPTOR	und	2,00	\$ 17.979,00	\$ 35.958,00
14.4	SALIDA TOMACORRIENTE NORMAL DOBLE	und	11,00	\$ 78.293,00	\$ 861.223,00
14.5	SALIDA INTERRUPTOR SENCILLO	und	10	\$ 116.649	\$ 1.166.490,00
15	PAÑETES - PINTURA				
15.1	PAÑETE LISO MUROS INTERIOR	m2	123,00	\$ 16.204,00	\$ 1.993.092,00
15.2	PAÑETE LISO MUROS Exterior	m2	65,00	\$ 21.742,00	\$ 1.413.230,00
15.3	ESTUCO Y VINILO 3 MANOS Sobre Muro Interior	m2	123,00	\$ 19.503,00	\$ 2.398.869,00

15.4	ESTUCO Y VINILO 3 MANOS Sobre Muro Exterior	m2	65,00	\$ 22.451,00	\$ 1.459.315,00
16	CUBIERTAS				
16.1	ESTRUCTURA METALICA DE CUBIERTA	kg	50,00	\$ 12.210,00	\$ 610.500,00
16.2	CUBIERTA EN TEJA EN TEJA	m2	37,20	\$ 34.586,00	\$ 1.286.599,20
17	CIELO RASOS				
17.1	CIELO RASO	m2	92,98	\$ 62.686,00	\$ 5.828.544,28
18	PISOS - ACABADOS				
18.1	ALISTADO PISOS	m2	100,99	\$ 14.463,00	\$ 1.460.618,37
18.2	CERAMICA PISO	m2	100,99	\$ 28.692,00	\$ 2.897.605,08
18.3	GUARDAESCOBA Ceramica	m	67,90	\$ 12.403,00	\$ 842.163,70
18.4	CERAMICA PARED	m2	20,00	\$ 27.117,00	\$ 542.340,00
18.5	LAVADERO	m	0,50	\$ 139.914,00	\$ 69.957,00
19	VENTANERIA - FACHADA EN VIDRIO				
19.1	VIDRIO CRUDO	m2	14,70	\$ 27.621,00	\$ 406.028,70
19.2	FACHADA EN VIDRIO	m2	25,00	\$ 488.715,00	\$ 12.217.875,00
20	ACCESORIOS SANITARIOS				
20.1	INCRUSTACIONES Porcelana - PAPELERA	un	4,00	\$ 20.662,00	\$ 82.648,00
20.2	INCRUSTACIONES Porcelana - JABONERA	un	4,00	\$ 19.589,00	\$ 78.356,00
20.3	SANITARIO	und	4,00	\$ 170.580,00	\$ 682.320,00
20.4	LAVAMANOS	und	4,00	\$ 205.252,00	\$ 821.008,00
21	VENTANAS				
21.1	MARCO VENTANA	M2	14,70	\$ 335.961,00	\$ 4.938.626,70
22	PUERTAS				
22.1	HOJA DE PUERTAS ENTAMBORADAS	m2	18,00	\$ 263.078,00	\$ 4.735.404,00
22.2	MARCO	und	9,00	\$ 157.232,00	\$ 1.415.088,00
22.3	CERRADURA POMO MADERA	und	6,00	\$ 60.493,00	\$ 362.958,00
22.4	CERRADURA CERROJO	und	3,00	\$ 102.578,00	\$ 307.734,00
23	EXTRACTORES				
23.1	EXTRACTOR DE AIRE	und	2,00	\$ 81.632,00	\$ 163.264,00
24	ASEO GENERAL				
24.1	ASEO GENERAL	dia	2	\$ 50.000,00	\$ 100.000,00
				TOTAL	\$ 103.416.279,50

Fuente: El Autor.

9. RECOMENDACIONES

El diseño expuesto anteriormente se realizó bajo las diferentes observaciones en campo, las recomendaciones de los constructores habitantes del sector y los criterios técnicos relacionados en la NSR-10, teniendo en cuenta lo expuesto en el título E no se realizó un estudio de suelos que determinara realmente la capacidad portante del terreno, por lo tanto, se recomienda hacer una serie de apiques en el lote de la sede social para así determinar con veracidad el nivel al que debe ir la cimentación profunda (zapatas).

Se debe hacer seguimiento a los proyectos de infraestructura que se están desarrollando actualmente en el sector, principalmente, el proyecto relacionado con el sistema de alcantarillado ya que se debe garantizar la correcta disposición de residuos sólidos y líquidos que se puedan generar por los asistentes y/o eventos realizados en la sede social del barrio Los Cerezos, así mismo, se recomienda la implementación de un tanque de almacenamiento de agua el cual supla la demanda del líquido vital.

Es importante ahondar en este tipo de proyectos comunitarios, en Colombia hay una seria deficiencia en la atención de necesidades básicas por parte del gobierno a población realmente vulnerable tal como los habitantes de Los Cerezos. Mediante el desarrollo de proyectos comunitarios se propone mejorar las condiciones de vida de los habitantes de estas poblaciones marginales atendiendo necesidades básicas insatisfechas. En la mayoría de las ocasiones estas comunidades al margen de la ley no cuentan con los criterios técnicos para el desarrollo del proyecto, pero si cuentan con financiamiento por parte de empresas donantes y mano de obra por parte de la misma comunidad, entonces, una ayuda de carácter técnico viabiliza el desarrollo de la comunidad bajo los requisitos exigidos por la legislatura colombiana.

Cabe mencionar que este proyecto es netamente académico y que puede ser usado como un estudio de prefactibilidad ya que al momento de realizar la construcción se necesita la aprobación de los planos constructivos por un ingeniero estructural.

10. CONCLUSIONES

Se realizó el diseño arquitectónico y estructural de la sede social del barrio Los Cerezos en el municipio de Soacha, para este diseño se contempló la participación de la comunidad del barrio mediante diferentes prácticas participativas. El primer método de recopilación de información fue escuchar a la comunidad en las diferentes mesas de trabajo, a partir de esto se definieron las necesidades a atender y se realizó el programa arquitectónico para el proyecto. Se propusieron 3 talleres participativos con los habitantes interesados del barrio para desarrollar la propuesta de sede social que más se ajustara a las necesidades de la comunidad, así mismo se propuso la utilización de ladrillos ecológicos como alternativa de aprovechamiento de materiales no reciclables.

A partir de estas mesas de trabajo se obtuvo el insumo necesario (programa arquitectónico) para el desarrollo del proyecto, a partir de este se diseñó la propuesta arquitectónica y se realizó la propuesta estructural. Se diseñó un sistema de pórticos resistentes a momentos el cual consta de vigas y columnas con dimensiones características de 0.25m x 0,30m y 0.30m x 0.30m respectivamente. A esta estructura se le realizó un análisis dinámico mediante el Software ETABS 2016 incluyendo parámetros sísmicos de diseño tales como las fuerzas horizontales equivalentes (FHE) y Momentos torsionales (MT). La eficiencia de la estructura se comprobó mediante el análisis de derivas mediante ETABS, para esta estructura diseñada se presentó un rango de derivas entre 0 y 0,22% siendo la máxima deriva permitida por la NSR_10 de 1%.

El desarrollo del presupuesto evidenció valores muy similares para las 2 propuestas constructivas, la diferencia monetaria entre propuestas económicas fue de 5'619.683 pesos, los cuales son significativos para una comunidad que no cuenta con los recursos propios para ejecutar el proyecto. Cabe aclarar que este costo contempla la mano de obra necesaria para la ejecución del proyecto.

Si se contempla la opción de Ecoladrillos se estaría aprovechando 1394 kg de residuos sólidos.

11. BIBLIOGRAFIA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Pobreza Monetaria y Multidimensional en Colombia 2018. Boletín Técnico. DANE. Bogotá D.C. Marzo – 2017.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Pobreza Monetaria y Multidimensional en Colombia 2017. Boletín Técnico. DANE. Bogotá D.C. Marzo – 2018.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE SOACHA, CUNDINAMARCA. Plan de Ordenamiento Territorial Soacha, Cundinamarca. Secretaria de Planeación y Ordenamiento Territorial. Soacha – Cundinamarca. 2018.

PEÑARANDA PAREDES, Diego Fernando. La mesa interagencial de Soacha una herramienta para combatir la crisis humanitaria. Programa de Relaciones Internacionales y Estudios Políticos. Facultad de Relaciones Internacionales y Estudios estratégicos. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá D.C. 2012

CENTRO DE PENSAMIENTO EN ESTRATEGIAS COMPETITIVAS – CEPEC -. Plan de competitividad para la provincia de Soacha. Universidad del Rosario. Bogotá D.C. 2010.

VÁZQUEZ MUÑOZ, Maria del Pilar y VALBUENA DE LA FUENTE, Felicísimo. La pirámide de necesidades de Abraham Maslow. Facultad de ciencias de la información. Universidad Complutense. Madrid – España. 2016.

MURILLAS TORRES, Laura Camila. Biblioteca y centro comunal Bellavista Baja, Soacha. Programa de Arquitectura. Facultad de Diseño. Universidad Católica de Colombia. Bogotá D.C. 2015.

CELY DIAZ, Neli Celmira. Apoyo técnico para la construcción de salón comunal “verbenal sueña”, Ciudad Bolívar. Programa de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá D. C. Julio – 2017

ASOCIACIÓN DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. Título A. Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente. Decreto 926 de 2010. Bogotá D.C. Marzo de 2010.

BARROS BASTIDAS, Liliana Moraima. PEÑAFIEL PLAZARTE, Mayra Johanna. Análisis comparativo económico - estructural entre un sistema aporticado, un sistema aporticado con muros estructurales y un sistema de paredes portantes, en un edificio de 10 pisos. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Enero 2015.

CANTILLO MIER, Yamith Alfonso. Elaboración de una guía de modelos y procedimientos para el diseño de elementos estructurales acorde a la NSR-10 Colombiana - primera parte – vigas de concreto reforzado. Programa de Ingeniería Civil. Facultad de Ingenierías. Universidad de la Costa. Barranquilla. 2013.

VÉLEZ T, Carlos Arturo. Ejecución de edificios en acero estructural. Escuela de construcción. Facultad de Arquitectura. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 2004.

HERR, Christiane M. FISCHER, Thomas. Generative Column and Beam Layout for Reinforced Concrete Structures in China. Department of Architecture, Xi'an Jiaotong-Liverpool University, Suzhou, Jiangsu, China. 2011.

VASQUEZ GARZA, Luis. Diseño y construcción de cimentaciones. Facultad nacional de minas. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Junio de 2000.

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE. Manual de construcción con ecoladrillos. Proyecto de extensión: Brigada medioambiental. Valdivia. 2013.

FROESE, Andreas. Proyectos. Disponible en: www.eco-tecnologia.com. Consulta 18 de Septiembre de 2018.

ASOCIACIÓN DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. Título E. Casas de uno y dos pisos. Decreto 926 de 2010. Bogotá D.C. Marzo de 2010.

CONSORCIO PGIRS SOACHA. Actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS para el municipio de Soacha departamento de Cundinamarca. Soacha, Cundinamarca. Agosto de 2015.

UNHCR Colombia. Operación del ACNUR en Soacha, Cundinamarca. Oficinas de Terreno. Bogota D. C. Junio de 2013.

ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA. Plan de emergencia municipio de Soacha. Comité local para la prevención y atención de desastres. Socha, Cundinamarca. Diciembre de 2007.

MUÑOZ RODRIGUEZ CARLOS EDUARDO. Altos de la Florida, La montaña invisible e imbatible. Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO. Bogota D. C. 2015.

El Tiempo. Las basuras, un asunto de toda la ciudadanía. El Tiempo Zona. 23 de febrero de 2018. Colombia.

Ruiz, D., López, C., Cortes, E., Froese, A. (2012). Nueva alternativa de construcción: Botellas PET con relleno de tierra. En: Apuntes 25 (2): 292 - 303.

PAZ MARIA. Reciclado de PET a partir de botellas post consumo. Universidad Nacional de Cordoba. Facultad de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales. Argentina.

OSORNO ARACELI. Taller de proyecto arquitectónico II. Red tercer milenio. México. 2012.

ASOCIACIÓN DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. Título K. Requisitos complementarios. Decreto 926 de 2010. Bogotá D.C. Marzo de 2010.

ASOCIACIÓN DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. Título K. Requisitos complementarios. Decreto 926 de 2010. Bogotá D.C. Marzo de 2010.

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA. Lineamiento: técnico de diseño y construcción de jardines infantiles para la primera infancia. Colombia. 2013.

ICONTEC. NTC 1500. Código Colombiano de fontanería. Segunda actualización. Colombia. 2004.

12. ANEXOS

ANEXO 1. Cartera topográfica.

ANEXO 2. Levantamiento topográfico.

ANEXO 3. Mesas de trabajo comunitarias.

ANEXO 3.1. ACTA N1. Mesa de trabajo comunitaria. Definición propuesta inicial del proyecto.

ANEXO 3.2. ACTA N2. Mesa de trabajo comunitaria. Presentación Ecoladrillos.

ANEXO 3.3. ACTA N3. Mesa de trabajo comunitaria. Construcción de muros con Ecoladrillos.

ANEXO 4. Folletos Ecoladrillos.

ANEXO 4.1. Folleto 1. Ecoladrillos. Material de construcción ecológico.

ANEXO 4.2. Folleto 2. Ecoladrillos. Elaboración ladrillo ecológico.

ANEXO 4.3. Folleto 3. Ecoladrillos. Construcción de muros con Ecoladrillos.

ANEXO 5. Planos arquitectónicos.

ANEXO 6. Planos constructivos.

ANEXO 7. Análisis precios unitarios sede social barrio Los Cerezos – Soacha.