



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“SOLUCIONES INGENIERILES PARA EL DESARROLLO DE UNA
URBANIZACIÓN EN CHONE, PARROQUIA RICAURTE AFECTADA POR
SISMOS.”**

PROYECTO DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

JENNIFER KATHERINE MOREIRA VERA

MIGUEL ÁNGEL VÉLEZ ALEMÁN

GUAYAQUIL – ECUADOR

2016

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo a Dios, a mis padres y hermano por ser el pilar fundamental en mi vida, porque a pesar de la distancia no pasó un día sin recibir un consejo cuando lo necesite o aquella palabra de aliento que buscaba en momentos difíciles de mis estudios y a todas las personas que de una u otra manera estuvieron para apoyarme y confiar en mí.

Jennifer Moreira Vera

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios por los milagros que nos ofrece cada día, a mis padres, Zayda Alemán y + Miguel Vélez por el apoyo permanente que permitió cumplir otra de mis metas. A mi hermano Ángel por ayudarme a elegir la carrera, mi tío Ramón por los consejos de superación, y demás personas que han depositaron esa confianza en este nuevo servidor que tendrá el mundo.

Miguel Vélez Alemán

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por habernos acompañado durante nuestra vida universitaria. A la ESPOL, por haber permitido formarnos en ella, gracias a los docentes todos los niveles, por compartir sus conocimientos y formas más profesionales. A nosotros mismos por tener el honor de ser agradecidos, al encontrar a esos amigos que extienden esa mano cuando más se requiere. Finalmente, gracias a todos los que aportaron con ese granito de arena para conseguir este propósito.

Jennifer Moreira Vera

Miguel Vélez Alemán

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

MSc. Miguel Ángel Chávez Moncayo
DIRECTOR DE MATERIA INTEGRADORA

MSc. Alby del Pilar Aguilar Pesantes
MIEMBRO EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

" La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la Escuela Superior Politécnica del Litoral "

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL)

.....
Jennifer Katherine Moreira Vera

.....
Miguel Ángel Vélez Alemán

RESUMEN

El presente trabajo parte del hecho que la ciudad de Chone sufre inundaciones en un alto porcentaje de su área urbana y además como se demostró en el último evento sísmico de abril del 2016, la sismicidad es un fenómeno natural destructivo en esa localidad.

Teniendo en cuenta estas particularidades para proponer soluciones seguras de viviendas, se ha elegido un terreno no propenso a inundaciones y asimismo se aplican técnicas de diseño estructural que garantiza un buen comportamiento de la estructura diseñada.

Se sugieren tres alternativas de diseños con los materiales más utilizados (hormigón armado, acero estructural y combinación de ambas), se proponen diferentes diseños arquitectónicos de viviendas que deben adaptarse a los requerimientos y aceptación de los habitantes del lugar.

Este proyecto se propone una modificación en el uso de la tierra, concretamente una nueva ubicación para el proyecto del parque ya existente.

Palabras: Sismo-resistente, inundaciones, seguridad, urbanización.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN.....	V
DECLARACIÓN EXPRESA.....	VI
RESUMEN	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	XV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XX
ÍNDICE DE TABLAS	XXI
ABREVIATURAS	XXV
SIMBOLOGÍAS	XXVI
CAPÍTULO I	28
1.1 Introducción	29
1.2 Objetivos.....	30
1.2.1 Objetivos Generales.....	30
1.2.2 Objetivos Específicos	31
1.3 Justificación	31

1.4	Descripción de la zona	33
1.5	Topografía	34
1.6	Uso de suelo.....	34
1.7	Infraestructura existen.....	34
1.8	Climatología.....	35
1.9	Relieve.....	35
1.10	Geología	36
CAPÍTULO II		37
CÁLCULOS Y DISEÑO DEL PREDIO 2		37
2.1	Diseño arquitectónico.....	38
2.2	Diseños de Estructuras en hormigón.....	38
2.2.1	Códigos y normas de referencia	39
2.2.2	Fuerzas de diseño	39
2.2.2.1	Definición de cargas gravitacionales	39
2.2.2.2	Carga muerta.....	37
2.2.2.3	Carga viva.....	38
2.2.2.4	Carga de viento	39
2.2.3	Cortante basal de diseño V.....	40
2.2.3.1	Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales.....	41
2.2.4	Pre-Diseño.....	42
2.2.4.1	Combinaciones de carga.....	43
2.2.4.2	Vigas	43
2.2.4.3	Columnas.....	43
2.2.4.4	Losa	44
2.2.5	Diseño.....	44
2.2.5.1	Vigas	44

2.2.5.2	Serviciabilidad	46
2.2.5.3	Diseño a flexión	47
2.2.5.4	Determinar el refuerzo al cortante	49
2.2.5.5	Columnas.....	52
2.2.5.5.1	Criterio columna fuerte viga débil	54
2.2.5.5.2	Determinar el refuerzo transversal.....	54
2.2.6	Cimentación.....	56
2.3	Diseño de estructuras en acero	57
2.3.1	Códigos y normas de referencia	57
2.3.2	Materiales	58
2.3.2.1	Características mecánicas del acero en las estructuras metálicas.	59
2.3.3	Definición de cargas gravitacionales	59
2.3.3.1	Carga muerta.....	59
2.3.3.2	Carga viva.....	60
2.3.3.3	Carga de viento	61
2.3.4	Cortante basal de diseño V	61
2.3.5	Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales	62
2.3.6	Pre-diseño	62
2.3.6.1	Combinaciones de cargas.....	64
2.3.6.2	Vigas.....	64
2.3.6.3	Viga principal	2
2.3.6.4	Columnas.....	65
2.3.6.5	Losa	66
2.3.7	Diseño.....	67
2.3.7.1	Viga secundaria.....	67
2.3.7.2	Viga principal	70

2.3.7.3	Columnas.....	72
2.3.8	Diseño de pernos de anclaje y placa de base.....	74
2.3.9	Cimentación.....	75
2.4	Diseño de estructuras mixtas.....	76
2.4.1	Códigos y normas de referencia.....	76
2.4.2	Materiales.....	76
2.4.3	Definición de cargas gravitacionales.....	76
2.4.3.1	Carga muerta.....	76
2.4.3.2	Carga viva.....	77
2.4.3.3	Carga de viento.....	78
2.4.4	Cortante basal de diseño V.....	78
2.4.5	Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales.....	78
2.4.6	Pre-diseño.....	79
2.4.6.1	Combinaciones de cargas.....	79
2.4.6.2	Vigas.....	80
2.4.6.3	Viga principal.....	81
2.4.6.4	Columnas.....	81
2.4.6.5	Losa.....	82
2.4.7	Diseño.....	83
2.4.7.1	Viga secundaria.....	83
2.4.7.2	Viga principal.....	86
2.4.7.3	Columnas.....	88
2.4.7.3.1	Criterio columna fuerte viga débil.....	89
2.4.7.3.2	Refuerzo transversal.....	89
2.4.8	Cimentación.....	91
2.5	Diseño de escalera.....	91

2.5.1	Códigos y normas de referencia	91
2.5.2	Materiales	92
2.5.3	Cargas y combinaciones	92
2.5.4	Pre dimensionamiento.....	93
2.5.5	Modelo matemático	94
2.5.6	Control de deflexiones.....	95
2.5.7	Estructura de la escalera.....	96
2.6	Cálculos de costos referenciales	96
CAPÍTULO III		97
PROPUESTAS DE CÁLCULOS Y DISEÑOS CON EL MATERIAL ELEGIDO		97
3.1.	Selección de alternativa	98
3.2.	Cuadro de descriptivo de la selección de alternativa	99
3.3.	Propuestas de diseño para la Urbanización Lila Mansilla.....	100
3.3.1.	Viviendas de una planta	101
3.3.1.1.	Predio 1	101
3.3.2.1.	Predio 3	101
3.3.2.	Trazado de parque	103
3.4.	Presupuesto de las viviendas con material a construir: Hormigón Armado. 104	
CAPÍTULO IV		106
SISTEMA ELÉCTRICO E HIDROSANITARIO.....		106
4.1.	Sistema eléctrico	105
4.1.1.	Predio 1	105
4.1.2.	Predio 2	106
4.1.3.	Predio 3	109
4.2.	Sistema hidrosanitario	110

4.2.1. Normas	111
4.2.1.1. Predio 1	112
Sistema para el suministro de agua potable	112
4.2.1.1.1. Distribución de caudal interno.	112
4.2.1.1.2. Diseño de aguas residuales	118
4.2.1.2. Predio 2	121
4.2.1.2.1. Distribución de caudal interno.	121
4.2.1.2.2. Diseño de aguas residuales	123
4.2.1.2.3. Distribución de caudal interno.	124
4.2.1.2.4. Diseño de aguas residuales	126
4.2.1.3. Predio 3	127
4.2.1.3.1. Distribución de caudal interno.	128
4.2.1.3.2. Diseño de aguas residuales	129
CAPÍTULO V	131
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	131
5.1. Introducción	132
5.2. Objetivos	132
5.2.1. Objetivo general	132
5.2.2. Objetivos específicos	133
5.3. Metodología	133
5.4. Marco legal	137
5.4.1. Legislación y normativa ambiental nacional.	137
5.5. Descripción del proyecto	138
5.6. Distribución de áreas y especificaciones técnicas	139
5.7. Resultados de las actividades en los medios analizados	140
5.8. Plan de manejo ambiental	143

5.8.1.1. Plan de gestión de desechos solidos.....	143
5.8.2. Plan de monitoreo ambiental	144
5.8.3. Plan de contingencias	145
5.8.4. Plan de educación ambiental	147
CAPÍTULO VI.....	149
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	149
CONCLUSIONES	150
RECOMENDACIONES.....	154
ANEXOS	150
BIBLIOGRAFÍA	167

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	Fuerza de viento distribuida sobre las columnas.	39
Ecuación 2	Cortante Basal de diseño.	40
Ecuación 3	Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales.	41
Ecuación 4	Relación de carga sobre un área de influencia.	45
Ecuación 5	Relación luz peralte para una viga.	45
Ecuación 6	Mínimo espesor de una viga.	45
Ecuación 7	Menor dimensión de la base de una viga.	45
Ecuación 8	Relación entre las secciones de una columna y viga.	46
Ecuación 9	Relación de la deflexión máxima baja cargas de servicio.	46
Ecuación 10	Deflexión máxima baja cargas de servicio.	47
Ecuación 11	Refuerzo mínimo a flexión.	47
Ecuación 12	Refuerzo máximo a flexión.	47
Ecuación 13	Cuantía mínima de acero en una viga.	48
Ecuación 14	Cuantía máxima de acero en una viga.	48
Ecuación 15	Acero requerido en los momentos positivos de la viga.	48
Ecuación 16	Acero requerido en la mitad de la viga.	49

Ecuación 17 Longitud requerida de anclaje de refuerzo a flexión en columna exterior.....	49
Ecuación 18 Momento probable.	49
Ecuación 19 Cortante de diseño.....	50
Ecuación 20 Refuerzo transversal máximo.....	50
Ecuación 21 Relación entre los cortante de una viga.	50
Ecuación 22 Separación entre estribos	51
Ecuación 23 Separación máxima de los estribos en una viga.	51
Ecuación 24 Capacidad máxima de una columna.	52
Ecuación 25 Relación columna fuerte viga débil.....	54
Ecuación 26 Refuerzo transversal por confinamiento	54
Ecuación 27 Separación máximo permitido de estribos rectangulares para columnas.....	55
Ecuación 28 Refuerzo transversal por cortante.	55
Ecuación 29 Longitud mínima de traslape para barras verticales de columnas.....	56
Ecuación 30 Carga máxima para el diseño de un plinto.	55
Ecuación 31 Refuerzo mínimo por flexión en una cimentación.	55
Ecuación 32 Refuerzo máximo a flexión.....	55
Ecuación 33 Refuerzo requerido en una cimentación.....	55
Ecuación 34 Cortante máximo en una cimentación.	55
Ecuación 35 Acero requerido para las varillas de confinamiento.	55

Ecuación 36	Separación de estribos en un plinto.	56
Ecuación 37	Factor de seguridad.	56
Ecuación 38	Cortante Basal de diseño	61
Ecuación 39	Momento último por cargas de servicio en una viga.	64
Ecuación 40	Módulo plástico.	64
Ecuación 41	Momento último.	2
Ecuación 42	Módulo plástico.	2
Ecuación 43	Momento aproximado en la columna.	65
Ecuación 44	Momento aproximado en la cara de la viga.	65
Ecuación 45	Relación columna fuerte viga débil.	65
Ecuación 46	Módulo plástico la columna.	65
Ecuación 47	Relación para perfiles sísmicamente compactos.	67
Ecuación 48	Espesor de ala mínimo para un perfil sísmicamente compacto.	67
Ecuación 49	Momento nominal.	68
Ecuación 50	Relación de la deflexión máxima baja cargas de servicio.	68
Ecuación 51	Deformación admisible.	69
Ecuación 52	Deflexión máxima baja cargas de servicio.	69
Ecuación 53	Relación para perfiles sísmicamente compactos.	70
Ecuación 54	Espesor de ala mínimo para un perfil sísmicamente compacto.	70
Ecuación 55	Momento nominal.	71

Ecuación 56	Deflexión máxima.....	71
Ecuación 57	Módulo plástico de la columna.	72
Ecuación 58	Relación para perfiles sísmicamente compactos.....	72
Ecuación 59	Refuerzo para el plinto.	74
Ecuación 60	Espesor de la placa de apoyo.	74
Ecuación 61	Cortante a resistir la placa de anclaje.....	74
Ecuación 62	Cortante Basal de diseño.	78
Ecuación 63	Momento último.....	80
Ecuación 64	Módulo plástico.	80
Ecuación 65	Momento último.....	81
Ecuación 66	Módulo plástico.	81
Ecuación 67	Relación para perfiles sísmicamente compactos.....	83
Ecuación 68	Espesor de ala mínimo para un perfil sísmicamente compacto.	83
Ecuación 69	Momento nominal.....	84
Ecuación 70	Deflexión admisible.	84
Ecuación 71	Deformación admisible.....	85
Ecuación 72	Deflexión máxima bajo cargas de servicio.....	85
Ecuación 73	Relación para perfiles sísmicamente compactos.....	86
Ecuación 74	Espesor de ala mínimo para un perfil sísmicamente compacto	86
Ecuación 75	Momento nominal.....	87

Ecuación 76	Deformación admisible.....	87
Ecuación 77	Capacidad máxima de la columna.....	88
Ecuación 78	Criterio de columna fuerte viga débil.	89
Ecuación 79	Longitud en donde se requiere mayor confinamiento debido a las zonas plásticas.	90
Ecuación 80	Separación máximo permitido de estribos rectangulares para columnas.....	90
Ecuación 81	Cortante a resistir las columnas.	90
Ecuación 82	Longitud mínima de traslape para barras verticales de columnas.....	91
Ecuación 83	Peralte mínimo de los largueros en escaleras.....	93
Ecuación 84	Coefficiente de simultaneidad.	115
Ecuación 85	Expresión de la continuidad.	115
Ecuación 86	Perdidas de cargas en las tuberías.	115
Ecuación 87	Perdidas de velocidad.	116
Ecuación 88	Perdidas por accesorios.....	116
Ecuación 89	Expresión de Flemant.	116
Ecuación 90	Expresión de magnitud de momento.....	135
Ecuación 91	Factores para determinar la matriz de magnitud.	135
Ecuación 92	Expresión para determinar la matriz vía.	136
Ecuación 93	Coefficientes para determinar la matriz vía.	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Vista Satelital del recinto Ricaurte, cantón Chone, provincia Manabí.	33
Figura 2.1 Espectro elástico e inelástico de respuesta sísmica según NEC 2015.....	41
Figura 2.2 Plano arquitectónico P.A.V.2.....	42
Figura 2.3 Cimentación tipo para el predio 2.....	56
Figura 2.4 Plano arquitectónico P.A.V.2.....	63
Figura 2.5 Diseño de pernos de anclaje.....	74
Figura 2.6 Plano arquitectónico P.A.V.2.....	79
Figura 2.7 Carga muerta considerada para el diseño de la escalera.....	92
Figura 2.8 Combinación de carga	93
Figura 2.9 Modelo de la escalera en Etabs V16.....	94
Figura 2.10 Envoltente en el modelo.....	95
Figura 2.11 Estructura de una escalera	96
Figura 5.1 Vista en planta de la Urbanización Lila Mansilla, cantón Chone, provincia Manabí.	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I Resumen de cargas asumidas	39
Tabla II Fuerza de viento distribuida en el predio de dos niveles.....	39
Tabla III Distribución del cortante basal.....	42
Tabla IV Combinaciones de cargas	43
Tabla V Diseño a flexión de las vigas de los pórticos 1-5	48
Tabla VI Resumen de las vigas de los pórticos 1-5	48
Tabla VII Distribución del acero de refuerzo transversal.....	51
Tabla VIII Resumen de las secciones (viga) del predio 2.	52
Tabla IX Carga crítica y momento último	52
Tabla X Resumen de las secciones (columnas) del predio 2.....	56
Tabla XI Resume de los elementos estructurales H.A.	56
Tabla XII Resumen de la cimentación.	57
Tabla XIII Tipos de aceros para los elementos estructurales.....	58
Tabla XIV Resumen de cargas gravitacionales.	61
Tabla XV Distribución del cortante basal	62
Tabla XVI Combinaciones de cargas.....	64
Tabla XVII Resumen de los elementos estructurales A.E.....	75

Tabla XVIII Resumen de cargas gravitacionales	78
Tabla XIX Distribución del cortante basal	79
Tabla XX Combinaciones de cargas	80
Tabla XXI Resumen de las secciones (columnas) del predio 2	91
Tabla XXII Resumen de los elementos estructurales H.A/A.E.....	91
Tabla XXIII Resumen de los costos de las viviendas de 2 pisos.....	97
Tabla XXIV Selección de alternativa.	100
Tabla XXV Resumen de elementos estructurales para los 3 previos.	
Hormigón Armado.	102
Tabla XXVI Resumen de elementos estructurales para los 3 previos. Acero	
Estructural.....	103
Tabla XXVII Resumen de elementos estructurales para los 3 previos.	
Viviendas mixtas	104
Tabla XXVIII Presupuesto de la vivienda de 1 piso	104
Tabla XXIX Presupuesto de la vivienda de 2 pisos	105
Tabla XXX Planilla del panel de distribución, predio 1.....	105
Tabla XXXI Cálculo de carga del panel de distribución PD-1, predio 1.....	105
Tabla XXXII Demanda del panel de distribución PD-1, predio 1.....	106
Tabla XXXIII Planilla del panel de distribución, predio 2-P.B.....	106
Tabla XXXIV Cálculo de carga del panel PD-1, predio 2-P.B.....	107
Tabla XXXV Demanda del panel de distribución PD-1, predio 2-P.B.....	107
Tabla XXXVI Planilla del panel de distribución, predio 2-P.A.....	108

Tabla XXXVII Cálculo de carga del panel PD-1, predio 2-P.A.	108
Tabla XXXVIII Demanda del panel de distribución PD-1, predio 2-P.A.....	108
Tabla XXXIX Planilla del panel de distribución, predio 3.	109
Tabla XL Cálculo de carga del panel PD-1, predio 3-P.B.	109
Tabla XLI Demanda del panel de distribución PD-1, predio 3	110
Tabla XLII Demanda de caudales, presiones y diámetro en aparatos de consumo	113
Tabla XLIII Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo	114
Tabla XLIV Resumen de Aparatos sanitarios usados en la vivienda	114
Tabla XLV Caudal probable en cada tramo.....	115
Tabla XLVI Factores para el cálculo de longitudes equivalentes	116
Tabla XLVII Resumen final de cada tramo	117
Tabla XLVIII Diámetro mínimo de descargas y Unidad de UEH para cada artefacto según su clase	119
Tabla XLIX Diámetros dependiendo del máximo U.E.H	119
Tabla L Aparatos sanitarios del predio	120
Tabla LI Pendiente según el diámetro de la tubería	120
Tabla LII Resumen de cada tramo con su respectivo diámetro y pendiente	121
Tabla LIII Resumen de Aparatos sanitarios usados en la vivienda.....	122
Tabla LIV Caudal probable en cada tramo	122

Tabla LV Resumen final de cada tramo	122
Tabla LVI Aparatos sanitarios del predio	123
Tabla LVII Resumen de cada tramo con su respectivo diámetro y pendiente	124
Tabla LVIII Resumen de Aparatos sanitarios usados en la vivienda	125
Tabla LIX Caudal probable en cada tramo	125
Tabla LX Resumen final de cada tramo	126
Tabla LXI Aparatos sanitarios del predio	126
Tabla LXII Resumen de cada tramo con su respectivo diámetro y pendiente	127
Tabla LXIII Resumen de Aparatos sanitarios usados en la vivienda	128
Tabla LXIV Caudal probable en cada tramo	128
Tabla LXV Resumen final de cada tramo	129
Tabla LXVI Aparatos sanitarios del predio	130
Tabla LXVII Resumen de cada tramo con su respectivo diámetro y pendiente	130
Tabla LXVIII Factores de importancia para obtener la matriz de magnitud.	135
Tabla LXIX Factores de importancia para obtener la matriz de Valoración de Impacto	136
Tabla LXX Resumen de las áreas usadas	139
Tabla LXXI Resumen los impactos de las actividades	140
Tabla LXXII Matriz de magnitud de impacto	141

ABREVIATURAS

AASS	Aguas Servidas
ACI	Americian Concrete Instiute.
AISC	Americam Institute of Steel Construction.
ASCE	Americam Society of Civil Engineers.
ACI	American Concrete Institute
ASTM	American Society for Testing Materials
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos.
AISC ASD	Manual of Steel Construction – Allowable Stress Design
ASCE 7-10	Minimum Desing Loads for Buildings and Other Structures.
NEC_SE_CG	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, cargas no sísmicas.
NEC_SE_CM	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, geotecnia y cimentación.
NEC_SE_DS	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, peligro sísmico.
NEC_SE_VIVIENDA	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, vivienda de hasta dos pisos con luces de hasta 5.0 m.
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción.
ANSI/AISC 360-10	Specification for Structural Steel Building
H.A.	Horrigan Armado
A.E.	Acero Estructural

SIMBOLOGÍAS

A.E.	Acero estructural
h_i	Altura del piso i de la estructura
h_x	Altura del piso x de la estructura
s	Ancho de influencia
A_g	Área gruesa de la columna
S	Carga de granizo
W	Carga de viento
D	Carga muerta
q_d	Carga muerta linealmente distribuida
q_l	Carga viva linealmente distribuida.
w_D	Carga muerta por metros cuadrados
w_L	Carga viva por metros cuadrados
ϕ_e	Coeficiente de configuración estructural en elevación
ϕ_p	Coeficiente de configuración estructural en planta
α	Coeficiente de dilatación térmica.
I	Coeficiente de importancia
v	Coeficiente de Poisson
R	Coeficiente de reducción de respuesta estructural.
k	Coeficiente relacionado con el período de vibración de la estructura.
V_x	Cortante total en el piso x de la estructura.
ρ	Densidad
F_y	Esfuerzo de fluencia.
F_{yc} y F_{yv}	Esfuerzos de fluencia de la columna y vigas, respectivamente
$S_{aT(a)}$	Espectro de Respuesta Elástica de Aceleraciones.
δ	Factor de concreto con agregado liviano
β	Factor de recubrimiento

ϕ_b	Factor de resistencia a flexión.
α	Factor de ubicación del refuerzo
γ	Factor del tamaño del reforzamiento
F_i	Fuerza lateral aplicada en el piso i de la estructura.
F_x	Fuerza lateral aplicada en el piso x de la estructura.
H.A.	Hormigón armado
L_n	Luz libre
E	Módulo de elasticidad
G	Módulo de rigidez.
Z_x	Módulo plástico
Z_c y Z_v	Módulos plásticos de la columna y viga respectivamente
M_D	Momento máximo por carga muerta
M_L	Momento máximo por carga viva.
M_p	Momento plástico
M_u	Momento último.
n	Número de pisos de la estructura.
W_i	Peso aginado al piso o nivel i de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W (incluye la fracción de la carga viva).
W_x	Peso aginado al piso o nivel x de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W (incluye la fracción de la carga viva).
Lr	Sobre carga en cubierta (carga viva)
L	Sobrecarga (carga viva)
Z	Factor de zona sísmica

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Introducción

Debido a su ubicación geográfica, Ecuador forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, adicional a esto, se encuentra cerca de la unión de la placa de Nazca (placa oceánica) y la Sudamericana (placa continental), convirtiéndose en una zona altamente sísmica. (Singaicho J. et al, 2016). Siendo sus costas las más afectadas por su cercanía a estas fallas.

El 16 de abril del 2016 se pudo aseverar lo antes descrito, con el suceso de un movimiento sísmico con magnitud de momento de 7.8 grados. El terremoto tuvo como epicentro la ciudad de Pedernales que pertenece a la provincia de Manabí, siendo esta afectada drásticamente, y en menor escala las provincias de Esmeraldas, Guayas, Santo Domingo de los Tsachilas, entre otras. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2016). Chone se encuentra a 88 Km del área epicentral.

Dicho evento tectónico ocasionó el fallo parcial y en algunos casos total de las edificaciones o demás estructuras, dejando cuantiosos daños económicos y pérdidas humanas. Es evidente que la magnitud del sismo, la baja calidad geotécnica de los suelos aluviales de Chone, deficiencias en el diseño de las edificaciones causaran muchos daños.

Adicionalmente, la ciudad de Chone sufre frecuentes inundaciones en épocas invernales, lo que también causa significativos daños a la infraestructura de obras tales como: agua potable, alcantarillas, calles, espacios públicos y muchas viviendas son afectadas, por lo que se producen numerosas emergencias sanitarias.

Para dar una solución a los problemas mencionados y mejorar las condiciones de vida de los habitantes, se propone desarrollar conjuntos habitacionales en una zona con características topográficas no propensas a inundaciones. El sitio elegido es la parroquia Ricaurte del cantón Chone, sector que no es afectado por inundaciones.

El propósito principal de este proyecto, es mejorar la calidad de los diseños de viviendas que sean capaces de resistir eventos sísmicos de gran magnitud.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Generales

- Implementar soluciones ingenieriles en la estructura y las características arquitectónicas de las viviendas que sean construidas en la urbanización “Lila Mansilla” en la parroquia rural Ricaurte del cantón Chone.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Proponer tres diseños arquitectónicos de viviendas orientadas a las necesidades del sitio.
- Plantear una alternativa de diseño establecida a personas con discapacidades motrices.
- Aprovechar eficientemente el terreno disponible en áreas verdes que requiere la parroquia en la actualidad.
- Contribuir al mejoramiento paisajístico del sitio con soluciones técnicas para el desarrollo urbanístico.
- Sugerir al GAD (Gobierno Autónomo Descentralizado) parroquial propuesta de residencias sismo resistentes que pueden usarse como referencias para futuras construcciones.

1.3 Justificación

Todo proyecto ingenieril tiene como prioridad brindar seguridad y confort a sus usuarios, más aún cuando las edificaciones están expuestas a fenómenos naturales; en particular los movimientos telúricos e inundaciones.

Ricaurte tiene una ubicación privilegiada en la ciudad de Chone, debido a que es una de las pocas zonas que no se ve afectada por inundaciones, lo que se convierte en una gran ventaja para empezar el proyecto. Esta parroquia se encuentra a una distancia aproximada de 16 Km hasta al centro de la ciudad, con vías de accesos de primer orden (Tipo A)

Este trabajo se proyecta para dar soluciones habitacionales, demostrando a moradores y autoridades las ventajas que poseen los terrenos de la parroquia y la utilidad que se le puede dar con una adecuada propuesta técnica.

Los diseños de las casas son enfocados a las principales necesidades que tienen los habitantes del sector, como la adaptación de espacios dirigidos a personas con discapacidades motrices, departamentos mixtos de dos pisos para aprovechar el área de construcción, y casas de un piso (con opción del aumento de un piso más).

Los predios fueron diseñados para que tengan el menor riesgo posible al colapso ante un sismo. De igual forma, se buscó mitigar la contaminación visual de las nuevas y ya existen construcciones, disminuyendo la vegetación de la zona; de ahí que se propuso un trazado de áreas verdes junto a la urbanización actual y se aconseja el uso de vegetación endémica para no requerirse de riego.

1.4 Descripción de la zona

Ricaurte se encuentra ubicada en la Latitud $-0^{\circ}34'57.08''$ N y Longitud $-80^{\circ}2'25.68''$ W en la costa ecuatoriana de la provincia de Manabí. Limita al Norte con la parroquia Eloy Alfaro de Chone y el Cantón Flavio Alfaro; al Sur y Este con la parroquia Chone del Cantón Chone, al Oeste con la parroquia Boyacá. Ricaurte tiene una densidad población de 20.6 Habitantes/Km² con una superficie de 361.71 Km². Una de las principales fuentes de ingreso, es la connotación agricultura, pecuaria y forestal lo cual abarca un 63.5% de la actividad económica de los 7920 habitantes. (Mendoza Delgado, 2015)



Figura 1.1 Vista Satelital del recinto Ricaurte, cantón Chone, provincia Manabí.

Fuente: Modificado de (Google Earth, 2015)

1.5 Topografía

El terreno elegido es prácticamente plano, tiene una pequeña pendiente debido a que está empezando al pie de algunas colinas. La parte más baja del terreno construye la rivera del Río Chagüalú.

1.6 Uso de suelo

En la actualidad, este espacio es aproximadamente un 50% del área verde de la parroquia y una pequeña parte del entorno es utilizado actualmente como centro de acopio de materiales para la construcción.

En la otra mitad del terreno existe un colegio que quedó muy afectado por la ocurrencia del sismo de abril del 2016.

1.7 Infraestructura existen

Las construcciones existentes en el sitio de estudio son en su mayoría viviendas de uno y dos pisos, edificadas con hormigón armado, madera y mixtas, además del colegio mencionado y una escuela

Las calles no son pavimentadas. Se tiene los servicios básicos: redes eléctricas, alumbrado público y agua potable.

1.8 Climatología

Se tienen dos estaciones invierno y verano. En verano el clima es cálido y seco, sus temperaturas oscilan entre los 24°C y 26°C, mientras que en invierno el clima es cálido y lluvioso, sus temperaturas oscilan entre los 24°C y los 34°C. Las máximas precipitaciones se han registrado en el mes febrero y la mínima en el mes de agosto, alcanzado valores de 295.7 mm y 2.4 mm respectivamente. El número de meses secos es aproximadamente cinco y la humedad promedio es de 98% en época de lluvias y en época seca presenta un 73%. (IEEE, 2015)

1.9 Relieve

El valle de Chone está formado por un conjunto montañoso con pendientes variables en cotas entre 25 a 600 msnm (metros sobre el nivel del mar). Tomando como referencia el margen izquierdo de la vía que une Santo Domingo de los Tsáchilas con Chone, el relieve va disminuyendo con la pendiente formado planicies o llanuras que dan lugar a los ríos que atraviesan la zona. (IEE, Relieves, 2015)

1.10 Geología

Los cerros de la parroquia rural Ricaurte se encuentra atravesada por la formación geológica Borbón del Plioceno y Onzoleo del Mioceno/Plioceno. En el primer horizonte afloran rocas sedimentarias de color gris, de grano fino, la segunda secuencia estratigráfica está conformado por lutitas, limolitas, superficialmente se tienen arcillas marinas de estuarino del periodo cuaternario. (IEE, Geología, 2015)

CAPÍTULO II

CÁLCULOS Y DISEÑO DEL PREDIO 2

Unos de los objetivos de este proyecto es solventar las necesidades de la parroquia rural Ricarute, por esta razón se presentaron diseños constructivos con materiales económicos, de fácil trabajabilidad, ya sean de hormigón armado o acero estructural, pero, sobre todo que se encuentren en el mercado local.

2.1 Diseño arquitectónico

Se diseñó una estructura de dos pisos que corresponden a dos departamentos independientes. El solar es de 10x13m (similares a los existentes del perímetro de estudio) y la vivienda tiene un área de 105 m² aproximadamente.

Ambas plantas tienen tres dormitorios, sala, comedor, cocina y un baño. Adicional, la planta alta posee un balcón con un corredor exterior y en planta baja un área de jardín. En el plano PAP2 se muestra la distribución interna de la vivienda.

2.2 Diseños de Estructuras en hormigón

En Ecuador alrededor del 80% de las viviendas residenciales son de hormigón armado, en esta sección, se usó como material de construcción el hormigón armado.

2.2.1 Códigos y normas de referencia

ACI 318	NEC_SE_VIVIENDA
NEC_SE_CG	NEC_SE_CM
NEC_SE_DS	ASCE 7-10

2.2.2 Fuerzas de diseño

Para el cálculo de las fuerzas de diseño sísmico se tomaron criterios y especificaciones del capítulo 4 de la NEC_SE-CG, donde se encuentran especificaciones mínimas de información para el cálculo de estructuras sismo-resistentes, las que son aptas para poder tener un comportamiento dúctil en caso de un movimiento telúrico.

2.2.2.1 Definición de cargas gravitacionales

Este diseño no aplica para la proyección a una planta adicional (máximo dos plantas). Para definir las cargas gravitacionales, se dividió en cargas muertas y cargas vivas, los datos elegidos tienen como referencia la (NEC_SE_CG, Sección 4.1, 4.2), (ASCE 7-10, Table 4-1) y/o datos existentes en el mercado.

2.2.2.2 Carga muerta

Elementos estructurales

El conjunto de losa, vigas y columnas pertenecen a los elementos estructurales, para el actual proyecto, se definió que serán de hormigón con una resistencia de 210 kg/cm², dando un peso específico de 2400 Kg/m³. Se consideró que estos elementos también están conformados de acero de refuerzo estructural aumentando las características de pesos, que al momento del diseño y cálculos se tomaron en cuenta.

Para un cálculo inicial se consideró un peso de 300 Kg/m², pero en el diseño final, el programa estructural (ETABS) calculó automáticamente el peso de los elementos estructurales.

Elementos no estructurales

Se definen a paredes, enlucido y baldosas que se estima que se pueden presentar en la construcción de la vivienda, para el presente estudio se asumió las siguientes características:

- **Paredes y enlucidos**

Para determinar el peso por metro cuadrado, se asumió el uso de bloques alivianados de 10 cm de espesor, y un espesor de enlucido de 2 cm por cada cara, se estima un peso total de 120 Kg/m².

- **Baldosa**

Este material se usa para dar un toque final a pisos y en algunas ocasiones a paredes, este recubrimiento cerámico se asumió un peso promedio de 100 Kg/m².

2.2.2.3 Carga viva

En relación a la carga viva usada para el análisis estructural se tomaron de (NEC_SE_CG, Sección 4.2), uso u ocupación, Residencial: 200 Kg/m².

Para cada piso se empleó las mismas especificaciones mencionadas en los párrafos anteriores.

En la Tabla I, muestra un resumen de las cargas asumidas.

Tabla I Resumen de cargas asumidas

Planta baja		Planta alta	
Carga muerta	T/m2	Carga muerta	T/m2
Elementos estructurales		Elementos estructurales	
*Losas de planta baja	0.14	*Losas de planta alta	0.12
*Vigas y columnas	0.3	*Vigas y columnas	0.3
Elementos no estructurales		Elementos no estructurales	-
*Paredes y enlucido	0.15		
*Baldosa	0.1		
Carga viva	0.2	Carga viva	0.18
Wd (Ton/m ²)	0.69	Wd (Ton/m ²)	0.12
Wpp (Ton/m ²)	0.3	Wpp (Ton/m ²)	0.3
Wl (Ton/m ²)	0.2	Wl (Ton/m ²)	0.18

Fuente: Propia

2.2.2.4 Carga de viento

De acuerdo a la ubicación de la urbanización, la velocidad del viento es aproximadamente 100 Km/h hasta una altura de 10.0 m. Por tal razón, las viviendas se diseñaron para resistir cargas horizontales. Según NEC_SE_CG, Sección 3.2.4. la carga de viento será:

$$V_b = V * \sigma$$

Ecuación 1 Fuerza de viento distribuida sobre las columnas.**Tabla II** Fuerza de viento distribuida en el predio de dos niveles.

Elevación Sección Z [m]	φ Columna [m]	Fuerza distribuida kg/m
6.00	0.25	74.43
3.00	0.2	45.75

Fuente: Propia

2.2.3 Cortante basal de diseño V

El cortante basal total de diseño [V se relaciona directamente con los movimientos telúricos, por lo cual, se requiere saber el tipo de suelo donde se asentará la estructura analizada en este proyecto, siendo un lugar en las costas ecuatorianas donde se tienen suelos blandos y con un alto riesgo sísmico. En consecuencia, a estas características del lugar se usaron los siguientes coeficientes (NEC_SE_DS, Sección 6.3.2) para cálculos posteriores.

$$V = \frac{IS_{a(T_a)}}{R\phi_p\phi_E} W = 0.206 W = 19.21 \text{ Ton}$$

Ecuación 2 Cortante Basal de diseño.

Coefficientes y factores para determinar el cortante basal

La vivienda a diseñar se asumió en un suelo: Clase E (porque no se tiene un estudio de suelo específico del terreno).

Zona sísmica: VI	Cuidad: Chone	
Factor de zona sísmica Z = 0.5	Población: Parroquia rural Ricaurte	
$I = 1.$	$R = 3$	$\phi_e = 1$
$S_{aT(a)} = 0.62 g$	$\phi_p = 1$	

Carga muerta total de la estructura $W = 93.29 \text{ Ton}$

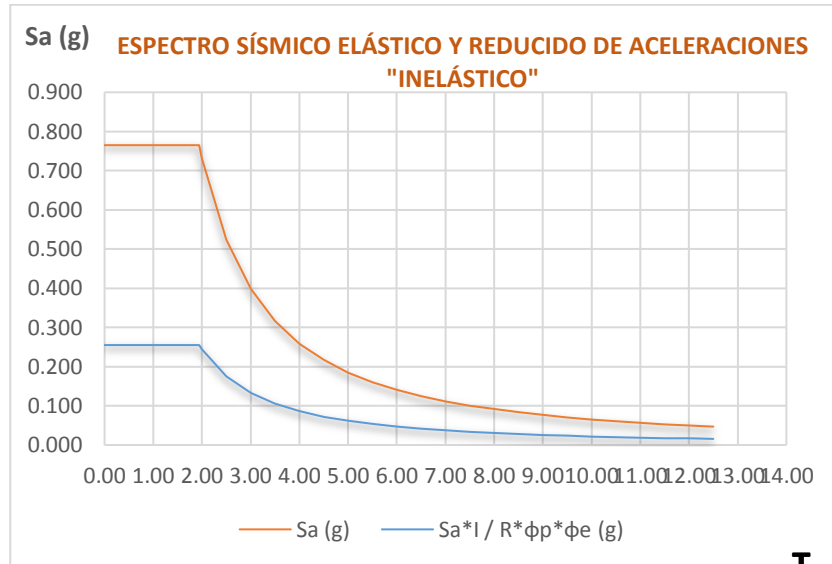


Figura 2.1 Espectro elástico e inelástico de respuesta sísmica según NEC 2015
Fuente: Propia

2.2.3.1 Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales

Fuerzas individuales que se emplean a cada piso, siendo la suma de estas el Cortante basal, aplicando la Ecuación 3 (NEC_SE_DS, Sección 6.3.5):

$$F_x = \frac{W_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n W_i h_i^k} V$$

Ecuación 3 Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales.

Donde:

Cortante total en la base de la estructura (Cortante basal): V

Tabla III Distribución del cortante basal

Nivel	Altura i (m)	W_x (Ton)	$(W_x \cdot h_x)^k$	C_{vx}	F_x (Ton)
2	6	35.41	212.47	0.55	18.17
1	3	57.88	173.65	0.45	14.85

Fuente: Propio

2.2.4 Pre-Diseño

El pre-diseño se efectuó en base de la figura de planos arquitectónicos (PAP2), realizando este proceso por cada piso y así poder proponer un elemento estructural que resista las cargas de diseño en el predio. En esta sección se determinó las secciones más económicas para ambas plantas del predio 2.

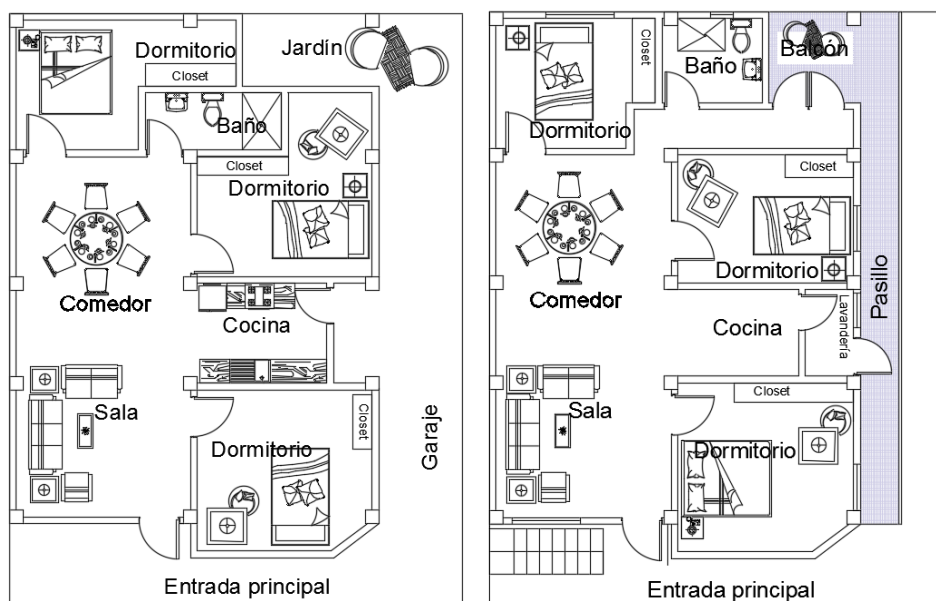


Figura 2.2 Plano arquitectónico P.A.V.2

Fuente: Propia

2.2.4.1 Combinaciones de carga

Las combinaciones de cargas fueron tomadas de la NEC_SE_CG.

Tabla IV Combinaciones de cargas

Combinación 1	1.4 D
Combinación 2	1.2 D + 1.6 L + 0.5max (Lr; S; R)
Combinación 3	1.2 D + 1.6 max (Lr; S; R) + max (L; 0.5 W)
Combinación 4	1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 max (Lr; S; R)
Combinación 5	1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S
Combinación 6	0.9 D + 1.0 W
Combinación 7	0.9 D + 1.0 E

Fuente: NEC_SE_CG, Sección 3.4

2.2.4.2 Vigas

De acuerdo a lo especificado en la NEC_SE_VIVIENDA, Sección 5.2, las secciones mínimas para las viviendas de hasta dos pisos y luces menores a 5 m son de 20x20 cm con acero de refuerzo 14/ fy en la parte superior e inferior de la viga.

2.2.4.3 Columnas

De acuerdo a lo especificado en la NEC_SE_VIVIENDA, Sección 5.2, recomienda secciones mínimas para las viviendas de hasta dos pisos y luces menores a 5 m son de 25x25 cm en el piso 1 y 20x20 cm en el piso 2 con una cuantía longitudinal mínima de acero 1%.

2.2.4.4 Losa

En edificaciones de hormigón armado, se recomienda elementos estructurales que permitan transmitir las cargas verticales de forma directa hacia las vigas, columnas o muros. Con referencia a lo anterior, la losa se asentará sobre vigas rígidas, teniendo un sistema de losa perimetralmente apoyada en una dirección.

Para el diseño de la losa, se asumió un sistema de losa compuesta formada por la interacción entre una placa de acero galvanizada trapezoidal y el hormigón, estableciendo una trabazón mecánica entre ellos para evitar desplazamientos y buena adherencia.

Se pre-dimensionó bajo las especificaciones de “Kubiec Kubilosa” y se optó por un espesor de acero galvanizado que no requiere de vigas secundarias para resistir las cargas de servicio, pero necesita apuntalamiento en la etapa de fundición.

2.2.5 Diseño

2.2.5.1 Vigas

Para el diseño de la viga del pórtico 1-5 del predio 2. Según el pre-dimensionamiento, la viga tiene como sección $b=20\text{cm}$ y $h=20\text{ cm}$,

mientras que las columnas de planta baja y planta alta son 25x25 cm y 20x20 cm correspondientemente. La losa tiene un espesor de 50mm. La resistencia a compresión del hormigón y el esfuerzo de fluencia del acero será:

$$f'_c = 210 \frac{Kg}{cm^2} \text{ y } f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

respectivamente. La carga factora en la viga es de 728 Kg/m.

Previo al diseño de la viga a flexión y corte, se debe revisó las dimensiones de las secciones escogida en el pre-diseño.

Si $P_u < \frac{A_g f'_c}{10}$, entonces, P_u es depreciable. ACI

21.5.1.1

Ecuación 4 Relación de carga sobre un área de influencia.

$$\frac{l_n}{d} = 25.51 > 4, \text{ok}$$

ACI 21.5.1.2

Ecuación 5 Relación luz peralte para una viga.

$$b_w \geq 250 \text{ mm ancho, no ok } b=250 \text{ mm}$$

ACI 21.5.1.3

Ecuación 6 Mínimo espesor de una viga.

$$250 \text{ mm} > 0.3 h = 60 \text{ mm, ok} \quad \text{ACI}$$

21.3.1.4

Ecuación 7 Menor dimensión de la base de una viga.

El menor en 21.5.1.3 y 21.3.1.4 200mm > 60mm, ok

$$b_w < c_2 + \text{menor: } 2c_2 \text{ o } 1.5c_1 \\ /21.3.1.4$$

ACI 21.51.4

Ecuación 8 Relación entre las secciones de una columna y viga.

$$b_w = 250 \text{ mm} < 625 \text{ mm} , \text{ok}$$

2.2.5.2 Serviciabilidad

De acuerdo a las recomendaciones de ACI para cumplir los criterios de serviciabilidad en vigas, se analizó por: deflexión y vibraciones.

Deflexiones

Los valores típicos de deformaciones Δ_a que sugiere el ACI están dados de acuerdo a los requerimientos de diseño, para este caso se diseñó bajo cargas muertas, por lo tanto:

$$\Delta_a = \frac{L}{240} \text{ (bajo cargas muertas en edificios).}$$

Ecuación 9 Relación de la deflexión máxima baja cargas de servicio.

Donde,

L= Luz del tramo más crítico = 3.85 m.

$$\Delta_a = 1.60 \text{ cm}$$

Vibraciones

Es esencial determinar el peralte mínimo para evitar problemas de vibraciones en edificios con grandes luces, por lo tanto, se usó vigas con peraltes mayores a: $d_{min} = L/20$, es decir, 20 cm.

Deflexión máxima

Según la AISC, en la Table 3-23 (Shear, Moments and Deflections)

$$\Delta_{adm} = \frac{5 w L^4}{384 E I} = 0.26 \text{ cm} < \Delta_a \text{ Ok!}$$

Ecuación 10 Deflexión máxima baja cargas de servicio.

2.2.5.3 Diseño a flexión

El diseño a flexión de una viga debe garantizar ductilidad y requiere de un refuerzo mayor al mínimo y menor al máximo. Según el ACI 318, en la sección:

21.3.2.1, el acero mínimo es: $A_{s \min} = \frac{14}{f_y} * b * d$

Ecuación 11 Refuerzo mínimo a flexión.

B10.3.3, el acero máximo es: $A_{s \max} = 0.5 * \rho_b * b * d$.

Ecuación 12 Refuerzo máximo a flexión.

Del análisis estructural se obtiene los siguientes momentos. M_u

Tabla V Diseño a flexión de las vigas de los pórticos 1-5

Tramo	Localización	Mu Ton-m	A, req cm ²	Refuerzo				# bar	As, disp cm ²	ØMn Ton-m	ρ corregido
Externo	Apoyo Exterior Neg	2.27	3.46	# 2	Ø 14	# 1	Ø 10	# 3	3.86	2.49	0.0250
	Apoyo Exterior Pos	2.26	3.44	# 2	Ø 14	# 1	Ø 10	# 3	3.86	2.49	0.0250
	Positivo	0.1982	0.30	# 1	Ø 14	# 1	Ø 10	# 2	2.32	1.58	0.0250
	Apoyo Interior Neg	2.22	3.38	# 2	Ø 14	# 1	Ø 10	# 3	3.86	2.49	0.0250
	Apoyo Interior Pos	1.735	2.64	# 2	Ø 14	# 0	Ø 10	# 2	3.08	2.03	0.0250
Interno	Positivo	0.1752	0.27	# 1	Ø 14	# 1	Ø 10	# 2	2.32	1.58	0.0250
	Apoyo Interior Neg	2.51	3.82	# 2	Ø 14	# 1	Ø 10	# 3	3.86	2.49	0.0250
	apoyo Interior Pos	2.07	3.15	# 2	Ø 14	# 1	Ø 10	# 3	3.86	2.49	0.0250

Fuente: Propia

Tabla VI Resumen de las vigas de los pórticos 1-5

Resumen	2Φ14+1Φ10		2Φ14+1Φ10	2Φ14+1Φ10		2Φ14+1Φ10
	2Φ14+1Φ10	1Φ14+1Φ10	2Φ14+1Φ10	2Φ14+1Φ10	1Φ14+1Φ10	2Φ14

Fuente: Propia

$$\rho_{min} = 0.8 * \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

ACI

21.5.2.1

Ecuación 13 Cuantía mínima de acero en una viga.

$$\rho_{max} = 0.025$$

ACI

21.3.2.1

Ecuación 14 Cuantía máxima de acero en una viga.

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$M_n^+ \text{ en la cara del nudo} \geq M_n^- / 2$$

ACI

21.5.2.2

Ecuación 15 Acero requerido en los momentos positivos de la viga

$$M_n^+ \text{ en cualquier sección} \geq M_{n \max}^- / 4$$

ACI

21.3.2.2

Ecuación 16 Acero requerido en la mitad de la viga.

Longitud requerida de anclaje de refuerzo a flexión en columna exterior ACI 21.6.1.3.

El refuerzo longitudinal de la viga que termina en una columna debe prolongarse hasta la cara más distante del núcleo confinado de la columna y anclarse en tracción de acuerdo a la sección 21.7.5 y, en compresión de acuerdo con el Cap. 12.

$$l_{dh \max} = \frac{f_y d_b}{17.2 \sqrt{f'_c}} \geq 8 d_b \text{ o } 150 \text{ mm}$$

Ecuación 17 Longitud requerida de anclaje de refuerzo a flexión en columna exterior.

2.2.5.4 Determinar el refuerzo al cortante

Calcular resistencia probable M_{pr}

ACI

$$21.5.4.1 \ M_{pr} = A_s * 1.25 f_y * \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

Ecuación 18 Momento probable.

Fuerzas cortantes de diseño

La fuerza cortante de diseño V_e , se determinó a partir de:ACI 21.5.4

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} \pm \frac{W_u l_n}{2}$$

Ecuación 19 Cortante de diseño.

Determinar la resistencia nominal al corte por acero ACI

21.5.4.2

El refuerzo transversal debe diseñó para resistir cortante suponiendo $V_c = 0$ la resistencia de aporta el hormigón es nula.

Revisión por cortante

$$V_{smax} = 2.2 \sqrt{f'_c} b d \geq V_s = \frac{V_e}{\phi} - V_c$$

ACI 11.5.7.9

Ecuación 20 Refuerzo transversal máximo.

1.1 $\sqrt{f'_c} b d > V_s$ ACI

11.5.5.3

Ecuación 21 Relación entre los cortante de una viga.

Donde,

V_s : Resistencia nominal al corte proporcionado por el refuerzo de cortante.

V_c : Resistencia nominal al corte proporcionado por el concreto.

V_e : Fuerza cortante (carga gravitacional y carga sísmica).

$\phi = 0.75$ para cortante y torsión.

Diámetro y separación de los estribos

ACI

11.5.7.2

Los estribos son cerrados para que exista un buen confinamiento en las articulaciones plásticas. La separación de los estribos es:

$$S = \frac{A_v f_y d}{V_s}$$

Ecuación 22 Separación entre estribos

Los límites de espaciamiento del refuerzo transversal

ACI 21.3.3.3

$$S_{max} = \frac{d}{4}, 8d_{b,min}, 24 \phi_e, 300 \text{ mm}$$

Ecuación 23 Separación máxima de los estribos en una viga.

Tabla VII Distribución del acero de refuerzo transversal.

Resumen	1EØ10					
	10cm	15cm	10cm	10cm	15cm	10cm
@	@	@	@	@	@	

Fuente: Propia

Tabla VIII Resumen de las secciones (viga) del predio 2.

Nivel+ 3.00 m	Eje 1,2	Eje A,B,C	Volados
	Sección 20x25 cm		
	Eje 3,4,5	Sección 20x25 cm	Sección 20x25 cm
Sección 20x20 cm			
Nivel+ 6.00 m	Eje 1-5	Eje A,C	Volados
	Sección 20x20 cm		
	Sección 20x20 cm	Eje B	Sección 20x20 cm
	Sección 20x25 cm		

Fuente: Propia

2.2.5.5 Columnas

Se determinó el refuerzo requerido para una columna interior del primer piso del pórtico interior B,1-5. De acuerdo al pre-dimensionamiento, las columnas tienen 25x25 cm de lado. La resistencia a compresión del hormigón y el esfuerzo de fluencia del acero será: $f'_c = 210 \frac{Kg}{cm^2}$ y $f_y = 4200 Kg/cm^2$ respectivamente.

Del análisis estructural se obtiene los siguientes resultados.

Tabla IX Carga crítica y momento último

Combinación de carga	Pu (Ton)	Mu (Ton-m)
1.2D+1.6L	23	0.59
1.2D+E+0.5L	21.83	-3.05
0.9D+E	13.44	2.55

Fuente: Propia

$$P_{u,max} = 23.0 \text{ Ton.} > \frac{A_g f'_c}{10} = 13.0 \text{ Ton} \quad \text{ACI 21.4.1}$$

Ecuación 24 Capacidad máxima de una columna.

Revisar dimensiones de secciones

Uno de los requisitos para elementos estructurales (columnas) que resisten cargas sísmicas, es cumplir con las características siguientes:

Dimensión menor de la sección 25 cm > 30 cm, no ok ACI

21.4.1.1

La razón entre la dimensión menor de la sección transversal para la dimensión perpendicular =1 > 0.4

ACI 21.4.1.2

Las secciones no cumplen con las dimensiones mínimas, pero se va aumentar el cortante basal en un 30% para verificar el comportamiento del elemento.

Determinar el refuerzo longitudinal requerido

Se tomó como referencia en los resultados del análisis estructural, una columna de 25x25 cm con 6Ø12 ($\rho_g = 1.08\%$), es adecuada para resistir las fuerzas actuantes.

Nótese que $1\% < \rho_g < 6\%$ ACI

21.4.3.1

2.2.5.5.1 Criterio columna fuerte viga débil

$$\sum M_c(\text{columnas}) \geq \frac{6}{5} \sum M_g(\text{vigas}) \quad \text{ACI 21.4.2.2}$$

Ecuación 25 Relación columna fuerte viga débil.

$\sum M_c$: Suma de los momentos nominales a flexión de las columnas.

$\sum M_g$: Suma de los momentos resistente nominales a flexión de la losa que llega a la columna (parte interna).

2.2.5.5.2 Determinar el refuerzo transversal

Refuerzo de confinamiento

El refuerzo transversal por confinamiento se suministró en una longitud:

$$l_o \geq \text{peralte del elemento o } \frac{\text{luz libre}}{6} \text{ o } 450 \text{ mm} \quad \text{ACI}$$

21.4.4.1

Ecuación 26 Refuerzo transversal por confinamiento

El esparcimiento máximo permitido de estribos rectangulares asumiendo estribos Ø10 mm.

ACI 21.4.4.2

$$S_{max,min} \left\{ 25\% \text{ dimension menor de columna, } 6d_b \text{ longitudinal, } S_x = 10 + \left(\frac{35+h_x}{3} \right) \right\}$$

Ecuación 27 Separación máximo permitido de estribos rectangulares para columnas.

Refuerzo transversal para cortante

El diseño a cortante de las columnas se determinó a partir de las fuerzas máximas que se desarrollen en la cara de los nodos.

21.4.5.2

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} * b_w * d \left(1 + \frac{N_u}{140 A_g}\right)$$

Ecuación 28 Refuerzo transversal por cortante.

Longitud mínima de traslape para barras verticales de columnas

Traslapes a tensión Clase B ACI

21.4.3.2

Longitud requerida para traslape Clase B=1.3 l_d ACI

12.15.1

$$l_d = \left[\frac{1}{3.50} \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \frac{\alpha \beta \gamma \delta}{\left(\frac{c + K_{tr}}{d_b}\right)} \right] * d_b$$

Ecuación 29 Longitud mínima de traslape para barras verticales de columnas

Donde:

$$\alpha = 1$$

$$\gamma = 1$$

$$\beta = 1$$

$$\delta = 1$$

Tabla X Resumen de las secciones (columnas) del predio 2

Nivel +3.00 m	Eje 1-5 Sección 25x25 cm	Eje A-C Sección 25x25 cm	Estribos Ø10 @ 100mm en zonas plásticas y @ 150mm en el centro.
Nivel +6.00 m	Eje 1-5 Sección 20x20 cm	Eje A-C Sección 20x20 cm	Estribos Ø10 @ 100mm en zonas plásticas y @ 150mm en el centro.

Fuente: Propia

Tabla XI Resume de los elementos estructurales H.A.

	Vigas		Volados	Columnas	Losa
	Eje 1-5	Eje A-C			
Sin proyección	Nivel +6.00 m	Sección 20x20 cm	Sección 20x25 cm	Sección 20x20 cm	Sección 20x20 cm
	Nivel +3.00 m	Sección 20x25 cm	Sección 20x25 cm	Sección 20x20 cm	Sección 25x25 cm

Fuente: Propia

2.2.6 Cimentación

Para el diseño de la cimentación, se probó varios tipos de zapatas dando como la opción más óptima las zapatas aisladas.

De acuerdo a las características físicas del suelo se asumió un esfuerzo admisible del suelo. $\sigma_{adm} = 25 \text{ Ton}/m^2$

Dimensiones del plinto

$$A_{\text{cimiento requerido}} = P / \sigma_{\text{adm suelo}}, \text{ donde } P_{\text{max}} = P_d + P_l \text{ ó } P_d + P_e + P_l$$

Ecuación 30 Carga máxima para el diseño de un plinto.

Refuerzo mínimo a flexión ACI 10.7.3

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * b * d$$

Ecuación 31 Refuerzo mínimo por flexión en una cimentación.

Refuerzo máximo a flexión ACI RB.10.3.3

$$A_{s \text{ max}} = 0.75 * \rho_b * b * d$$

Ecuación 32 Refuerzo máximo a flexión.

Acero requerido

$$A_s = \frac{0.85 * f'_c * L_y * d}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_{\text{diseño}}}{0.85 * \phi * f'_c * L_y * d^2}} \right]$$

Ecuación 33 Refuerzo requerido en una cimentación.

Cortante máximo ACI 11.8.3

$$V_{n \text{ max}} \leq 2.65 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

Ecuación 34 Cortante máximo en una cimentación.

Refuerzo transversal mínimo ACI 11.8.4

$$A_v \text{ min} = 0.0025 * b * s$$

Ecuación 35 Acero requerido para las varillas de confinamiento.

Límites de espaciamiento del refuerzo ACI 11.8.4

$$s = \min\left(\frac{d}{2}, 300 \text{ mm}\right)$$

Ecuación 36 Separación de estribos en un plinto.

Factor de seguridad NEC_SE_CM 6.4

$$F_s = \frac{\text{Momento resistente}}{\text{Momento total}} \geq 1.50$$

Ecuación 37 Factor de seguridad.

Se recomienda un escavar 100 cm con mejoramiento de 20cm y material importado, debido a, que el suelo utilizado para los cálculos es arcilloso, y sobre la capa de mejoramiento se necesita colocar un replantillo de 140 kg/cm^2 con espesor de 5cm.

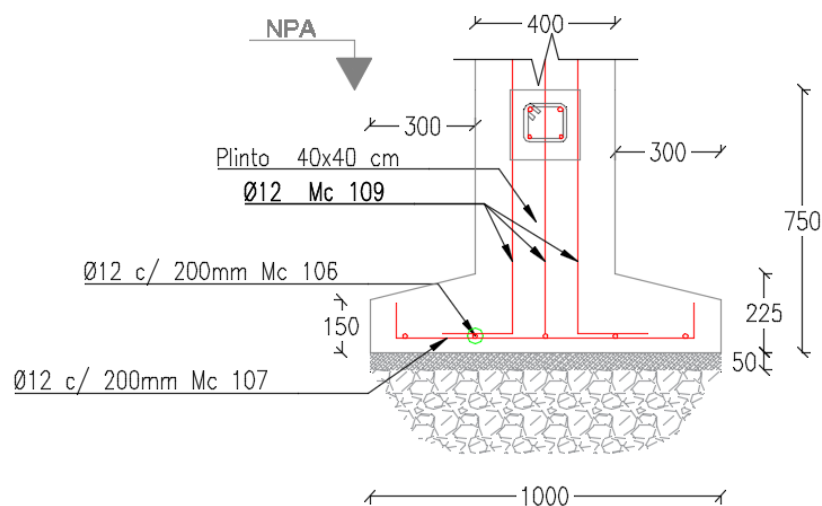


Figura 2.3 Cimentación tipo para el predio 2

Fuente: Propia

Tabla XII Resumen de la cimentación.

Cimentación
- Nivel de desplante 100 cm - Mejoramiento e=20 cm con material importado. - Replanteo f_c 140 kg/cm ² e=50 mm - $L_x=L_y=100$ cm - Parrilla \varnothing 12 c/200 mm
Riostra
Sección 20x20 cm 2 \varnothing 12 A.sup. + 2 \varnothing 12 A.inf
Estribos \varnothing 10 @ 100mm en zonas plásticas y @ 150mm en el centro

Fuente: Propia

2.3 Diseño de estructuras en acero

2.3.1 Códigos y normas de referencia

En este análisis estructural se tomó como referencia de diseño las disposiciones generales contempladas en los siguientes códigos:

Código AISC ASD-89.

Código ANSI/AISC 360-10.

American Society for Testing Materials (ASTM A-36, ASTM A-325, ASTM A-500, ASTM A-563, ASTM A-572 y ASTM A-706).

NEC 2015 (Norma Ecuatoriana de la Construcción).

2.3.2 Materiales

Perfiles principales, Superestructura y Placas:

Tabla XIII Tipos de aceros para los elementos estructurales

Acero	Límite de fluencia, Fy	Esfuerzo último, Fu
ASTM A36	36 Ksi	58 Ksi
ASTM A572 Gr. 50	50 Ksi	65 Ksi
ASTM A500 Gr. B	46 Ksi	58 Ksi

Fuente: Torre Canoa. Ing. Enrique Toledo

Pernos y tuercas:

Pernos ASTM A-325

Carga de prueba 85 Ksi

Tuercas ASTM A-563

Resistencia ultima, Fu= 120 ksi

Pernos de anclaje:

Especificación ASTM A-706

Esfuerzo Último 80 Ksi

Límite de Fluencia 60 Ksi

Relaciones de esbeltez:

Relación de Esbeltez de elementos a compresión: 200

Relación de Esbeltez de elementos a flexión: 500

2.3.2.1 Características mecánicas del acero en las estructuras metálicas.

Existen dos propiedades que depende directamente del tipo de acero, limite plástico y límite de rotura. Pero, hay otras características que son frecuentes para todos los aceros:

E	210 GPa	α	$1.2 \times 10^{-5} (^\circ C)^{-1}$
G	81 GPa	ρ	7850 Kg/m ³
v	0.3		

2.3.3 Definición de cargas gravitacionales

Para definir las cargas gravitacionales, se dividieron en cargas muertas y cargas vivas.

2.3.3.1 Carga muerta

Elementos estructurales

El conjunto de losa, vigas y columnas pertenecen a los elementos estructurales, para el actual proyecto se usó entrepiso suave (fibrolit) y acero estructural en vigas-columnas. Se asumió una carga de 180 Kg/m² que luego fue comprobada con un programa de análisis de estructuras, ETABS V16.

Elementos no estructurales

En lo que se refiera a estos elementos, se especifican a: paredes, enlucido y baldosas. Se estima que pueden presentarse en la construcción de la vivienda, para el presente estudio se asumió las siguientes características:

- Paredes y enlucidos

Para determinar el peso por metro cuadrado, se asumió bloques alivianado de 10 cm con espesor de enlucido de 2 cm por cada cara, con un peso de 120 Kg/m².

- Baldosa

Este material se usa para dar un toque final a pisos y en algunas ocasiones a paredes, este recubrimiento cerámico se asumió un peso promedio de 75 Kg/m²

2.3.3.2 Carga viva

Para el análisis estructural, se consideró como referencia valores de NEC_SE_CG_ (cargas no sísmicas, Sección 4.2), uso u ocupación, Residencias: 200 Kg/m².

Tabla XIV Resumen de cargas gravitacionales.

Planta baja		Planta alta	
Carga muerta	T/m2	Carga muerta	T/m2
Elementos estructurales		Elementos estructurales	
*Losas de planta baja	0.03	*Losas de planta alta	0.06
*Vigas y columnas	0.15	*Vigas y columnas	0.15
Elementos no estructurales		Elementos no estructurales	-
*Paredes y enlucido	0.12		
*Baldosa	0.1		
Carga viva	0.2	Carga viva	0.18
Wd (Ton/m ²)	0.40	Wd (Ton/m ²)	0.06
Wpp (Ton/m ²)	0.15	Wpp (Ton/m ²)	0.15
Wl (Ton/m ²)	0.2	Wl (Ton/m ²)	0.18

Fuente: Propia

2.3.3.3 Carga de viento

En la sección 2.2.2.4 de este trabajo, se indica la distribución de la fuerza de viento que debe aplicarse a esta estructura.

2.3.4 Cortante basal de diseño V

Tal como se calculó en la parte de hormigón, con la diferencia del peso de la estructura, por lo tanto, el cortante basal fue de:

$$V = \frac{IS_{a(T_a)}}{R\phi_p\phi_E} W = 0.206 W = 11.05 \text{ Ton}$$

Ecuación 38 Cortante Basal de diseño

2.3.5 Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales

De igual manera como se calculó en hormigón, la distribución del cortante basal es de:

Tabla XV Distribución del cortante basal

Nivel	Altura i(m)	Wx (Ton)	$(Wx \cdot h_x)^k$	Cvx	Fx (Ton)
2	6	18.48	110.88	0.51	7.91
1	3	35.2	105.6	0.49	15.45

Fuente: Propia

2.3.6 Pre-diseño

El pre-diseño se efectuó en base de la figura de planos arquitectónicos (PAP2), realizando este proceso por cada piso y así poder proponer un elemento estructural que resista las cargas sobrepuestas hacia la vivienda. En esta sección se determinó los perfiles más económicos para ambas plantas del predio 2.

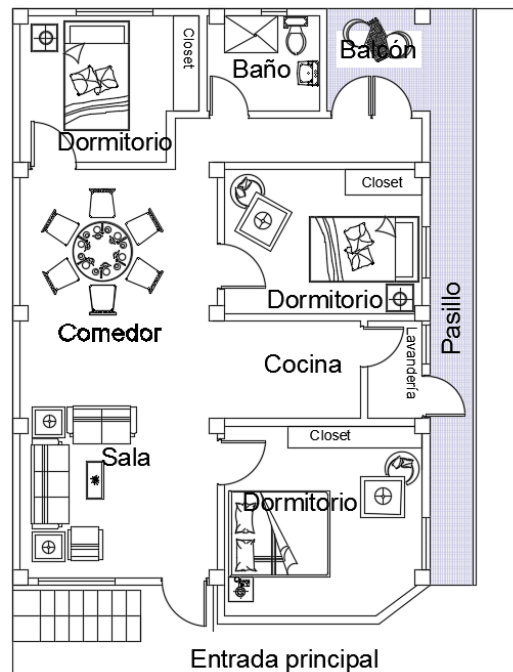
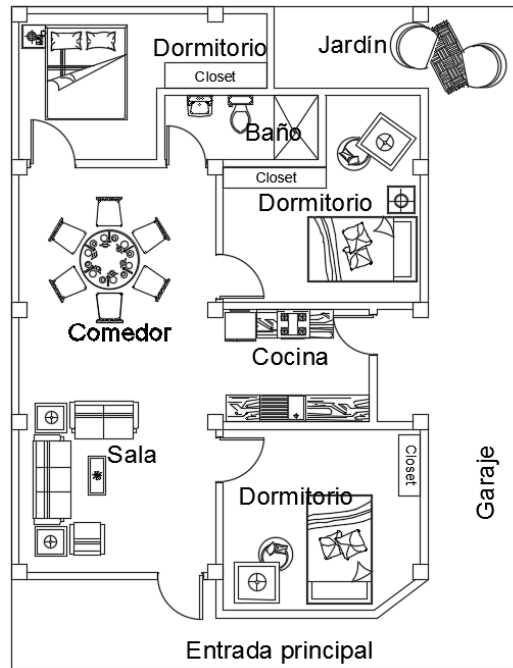


Figura 2.4 Plano arquitectónico P.A.V.2
Fuente: Propia

2.3.6.1 Combinaciones de cargas

Las combinaciones de cargas fueron tomadas de la NEC_SE_CG

Tabla XVI Combinaciones de cargas

Combinación 1	1.4 D
Combinación 2	1.2 D + 1.6 L + 0.5max (Lr; S; R)
Combinación 3	1.2 D + 1.6 max (Lr; S; R) + max (L; 0.5 W)
Combinación 4	1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 max (Lr; S; R)
Combinación 5	1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S
Combinación 6	0.9 D + 1.0 W
Combinación 7	0.9 D + 1.0 E

Fuente: NEC_SE_CG, Sección 3.4

2.3.6.2 Vigas

Este tipo de viga resiste cargas gravitacionales.

$$M_u = 1.2 M_d + 1.6 M_l = 700.2 \text{ Kg} * m = 5056.0 \text{ lb} * ft$$

Ecuación 39 Momento último por cargas de servicio en una viga.

$$Z_x = \frac{M_p}{F_y} = \frac{M_u}{\phi_b * F_y} = 1.35 \text{ in}^3,$$

Ecuación 40 Módulo plástico.

Se adoptó un perfil: 2G80x40x15x3, por lo tanto $Z_x = 1.40 \text{ in}^3 > 1.35 \text{ in}^3 \text{ ok!}$

Donde,

$$w_D = 225.00 \text{ Kg/m}^2 \quad s = 61 \text{ cm}$$

$$w_L = 200.00 \text{ Kg/m}^2 \quad L_n = 385 \text{ cm}$$

$$M_D = 267.00 \text{ Kg} * \text{m}$$

$$F_y = 50 \text{ Ksi}$$

$$M_L = 237.40 \text{ Kg} * \text{m}$$

2.3.6.3 Viga principal

Este tipo de viga resiste las fuerzas sísmicas y demanda de las vigas secundarias.

A partir de las reacciones de la viga secundaria se obtiene:

$$q_d = 369.90 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \quad y \quad q_l = 328.8 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

M_D : Momento máximo por carga muerta = 416.20 Kg*m.

M_L : Momento máximo por carga viva = 370 Kg*m.

$$M_u = 1.2 M_d + 1.6 M_l = 1091.70 \text{ Kg} * \text{m} = 7879.50 \text{ lb} * \text{ft}$$

Ecuación 41 Momento último.

$$Z_x = \frac{M_p}{F_y} = \frac{M_u}{\phi_b * F_y} = 2.10 \text{ in}^3,$$

Ecuación 42 Módulo plástico.

Se consideró un perfil: IPE 120, por lo tanto

$$Z_x = 2.98 \text{ in}^3 > 2.10 \text{ in}^3 \text{ ok!}$$

Donde,

$$L_n \text{ 300 cm}$$

2.3.6.4 Columnas

El criterio de columna fuerte viga débil gobierna el diseño. Para el pre-diseño de la columna, se consideró el uso de perfiles IPE para la viga principal y columna.

$$\sum M_{pc} = \sum Z_c \left(F_{yc} - \frac{P_{uc}}{A_g} \right)$$

Ecuación 43 Momento aproximado en la columna.

$$\sum M_{pv} \approx \sum 1.20 R_y F_{yv} Z_v$$

Ecuación 44 Momento aproximado en la cara de la viga.

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pv}} \geq 1.0$$

Ecuación 45 Relación columna fuerte viga débil

Si $\frac{P_{uc}}{A_g} \cong (0.20 - 0.25) F_{yc}$ y se seleccionó $\frac{P_{uc}}{A_g} = 0.25 F_{yc}$, entonces

$$Z_c = \frac{1.20 R_y F_{yc} Z_v}{0.75 F_{yc}} = 5.24 \text{ in}^3 .$$

Ecuación 46 Módulo plástico la columna.

Por lo tanto, se requiere de un perfil IPE 140

Donde,

R_y : es un factor de sobre-resistencia de las vigas. (Table A 3.1

ANSI/AISC 360-10)

2.3.6.5 Losa

Con el fin de aligerar las cargas, se optó por un sistema capaz de resistir las cargas sobre impuestas y con deformación no considerable. Un producto de fácil uso que se incrementado en el campo de la construcción en los últimos años.

Las losas de fibrolit es un sistema de entrepisos liviano, rápido económico y fácil de instalar. Requieren de soportes (vigas secundarias) separados entre 55 cm a 65 cm en el sentido transversal de lados más corto de la losa.

Las planchas son de 4 por 8 pies y para este proyecto se usará un espesor de 22mm. Antes de colocar las planchas se deberá poner un material que evite las vibraciones pueden ser: piezas de madera tratada, cintas anti-vibratorias o un sellador de poliuretano. Después de fijar el material anti-vibratorio, se ubican las planchas de fibrolit de forma alternada para garantizar mayor trabazón y formar un solo conjunto.

2.3.7 Diseño

2.3.7.1 Viga secundaria

Perfiles compactos

Se verificará si el perfil es sísmicamente compacto. Según la AISC, en la Table B4.1b Width-to-Thickness Ratio: Compression Elements Members Subject to Flexure, los perfiles rectangulares HSS son compactos si:

$$\gamma_{ps} = 1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \geq \frac{b}{t},$$

Ecuación 47 Relación para perfiles sísmicamente compactos.

En el caso de canales tipos G, $F_y = 50 \text{ Ksi}$, entonces $\gamma_{ps} = 26.97$. De la ecuación anterior se determinó la sección del perfil:

$$26.97 * t + 4 * t = b.$$

Ecuación 48 Espesor de ala mínimo para un perfil sísmicamente compacto.

Se asumió un espesor $t = 3\text{mm}$, entonces $b \leq 92.92\text{mm}$. Se optó por un perfil 2G80x40x15x3 y se verificó nuestro perfil por flexión.

Revisar por flexión

$$\phi_b M_n = \phi_b M_p = \phi_b F_y Z_x = 5250 \text{ lb} * \text{ft} \geq Mu = 5056 \text{ lb} * \text{ft} \quad \text{ok!}$$

Ecuación 49 Momento nominal.

Donde,

$M_n = M_p$: Momento nominal.

Serviciabilidad

De acuerdo a las recomendaciones de AISC para cumplir los criterios de serviciabilidad en vigas, se analizó por: deflexión y vibraciones.

Deflexiones

Los valores típicos de deformaciones Δ_a que sugiere la AISC están dados de acuerdo a los requerimientos de diseño, para este caso se diseñó bajo cargas muertas:

$$:\Delta_a = \frac{L}{240} \text{ (bajo cargas muertas en edificios).}$$

Ecuación 50 Relación de la deflexión máxima baja cargas de servicio.

$$\Delta_a = 1.60 \text{ cm}$$

Vibraciones

Para evitar problemas de vibraciones en edificios con grandes luces, se determina el peralte mínimo de la viga: $d_{min} = L/20$, pero en

nuestro caso, las luces no superan los 4.00 metros y alrededor de cada cuarto, se separarán con pared de mampostería. Por esta razón no se verificó el diseño por vibraciones.

Deflexión máxima

Según la AISC, en la Table 3-23 (Shear, Moments and Deflections)

$$\Delta_{adm} = \frac{5 w L^4}{384 E I} = 4.90 \text{ cm} < \Delta_a \text{ no Ok!}$$

Ecuación 51 Deformación admisible.

Se redució la luz de las vigas principal, es decir, se optó por una viga secundaria en el centro del claro. Recalculando

$$\Delta_a = 0.80 \text{ cm} , \Delta_{adm} = \frac{5 w L^4}{384 E I} = 0.31 \text{ cm} < \Delta_a \text{ Ok!}$$

Ecuación 52 Deflexión máxima baja cargas de servicio.

Conclusiones de cálculos:

- Vigas secundarias: 2G80x40x15x3
- Es compacto
- Esfuerzo de fluencia $F_y = 50 \text{ Ksi}$

2.3.7.2 Viga principal

Perfiles sísmicamente compactos

El perfil debe ser sísmicamente compacto. Según la AISC, en la Table B4.1b Width-to-Thickness Ratio: Compression Elements Members Subject to Flexure, la viga IPN es sísmicamente compactos si:

$$\gamma_{ps} = 0.30 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \geq \frac{b}{t}$$

Ecuación 53 Relación para perfiles sísmicamente compactos.

Para el caso de vigas tipo IPN, $F_y = 36 \text{ Ksi}$, entonces $\gamma_{ps} = 8.51$. De la ecuación anterior se determinó la sección del perfil, es decir:

$$8.51 * t = b.$$

Ecuación 54 Espesor de ala mínimo para un perfil sísmicamente compacto.

Se buscó un perfil con un espesor de ala mayor a $t = 7.70 \text{ mm}$ y una longitud de ala $b \leq 65.56 \text{ mm}$. De acuerdo en esto, se seleccionó un perfil IPN 120. Ahora vamos a verificar nuestro perfil por flexión.

Análisis al límite de vigas sometidas a flexión

Momento nominal

$$\phi_b M_n = \phi_b M_p = \phi_b F_y Z_x = 11175.0 \text{ lb} * \text{ft} \geq M_u = 7879.50 \text{ lb} * \text{ft} \text{ ok!}$$

Ecuación 55 Momento nominal.

Donde,

$M_n = M_p$: Momento nominal.

Verificar por deflexión

$$\Delta_a = \frac{L}{240} \text{ (bajo cargas muertas en edificios).}$$

$$\Delta_a = 1.17 \text{ cm}$$

Deflexión máxima

Según la AISC, en la Table 3-23 (Shear, Moments and Deflections)

$$\Delta_{adm} = \frac{5 w L^4}{384 E I} = 1.13 \text{ cm} < \Delta_a \text{ Ok!}$$

Ecuación 56 Deflexión máxima.

Conclusiones de los resultados:

- Vigas principales: IPN 120.
- Es sísmicamente compacto.
- Esfuerzo de fluencia $F_y = 36 \text{ Ksi}$.

2.3.7.3 Columnas

Con las secciones seleccionadas en el paso anterior, se verifica el criterio de columna fuerte y viga débil.

$$Z_c = \frac{1.20 R_y F_{yc} Z_v}{0.75 F_{yc}} = 3.88 \text{ in}^3,$$

Ecuación 57 Módulo plástico de la columna.

Seleccionamos un perfil IPN 140 con $Z_x = 4.55 \text{ in}^3 \geq Z_c$.

Perfiles sísmicamente compactos

El perfil debe ser sísmicamente compactos. Según la AISC, en la Table B4.1a Width-to-Thickness Ratio: Compression Elements Members Subject to Axial Compression, la viga IPN es sísmicamente compactos si:

$$\gamma_{ps} = 0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \geq \frac{b}{t}$$

Ecuación 58 Relación para perfiles sísmicamente compactos

En el caso de vigas IPN, $F_y = 36 \text{ Ksi}$, entonces $\gamma_{ps} = 10.79$. De la ecuación anterior se puede determinar la sección del perfil, es decir: $10.79 * t = b$.

Se asumió un espesor de ala $t = 8.60 \text{ mm}$, entonces la longitud del ala debe ser $b \leq 83.05 \text{ mm}$. Se optó por un perfil IPN 140.

Conclusión de cálculos:

- Las columnas son: IPN 140.
- Es sísmicamente compacto.
- Esfuerzo de fluencia de la viga $F_y = 50 \text{ Ksi}$.

De igual manera, se determinará los perfiles más económicos para la planta alta.

Viga secundaria

- El perfil a usar en vigas secundarias: 2G80x40x15x3
- Es compacto
- Esfuerzo de fluencia $F_y = 50 \text{ Ksi}$

Viga principal

- Las vigas principales son: IPN 100 con un fleje de 50x2mm en el ala superior.
- Es sísmicamente compacto.
- Esfuerzo de fluencia en viga y fleje $F_y = 36 \text{ Ksi}$.

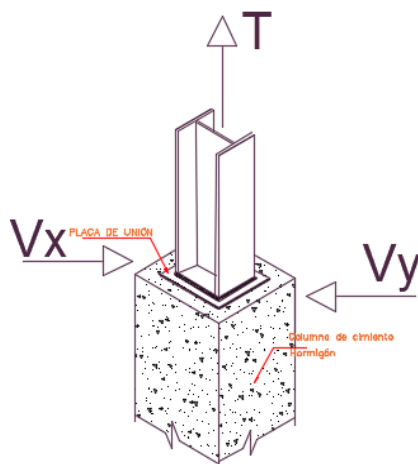
Columna

- El perfil que se usará en las columnas será: IPN 140.
- Es sísmicamente compacto.

- Esfuerzo de fluencia de la viga $F_y = 50 \text{ Ksi}$.

2.3.8 Diseño de pernos de anclaje y placa de base

$A_s =$



$$\left(\frac{T}{0.6F_y} + \frac{V}{0.85\mu 0.6 F_y} \right) = 4.77 \text{ cm}^2$$

Ecuación 59 Refuerzo para el plinto.

Usaremos, $4\Phi 20$.

Longitud mínima de la varilla: 75 cm

con rosca de 5/8 en los primeros 15 cm.

Figura 2.5 Diseño de pernos de anclaje
Fuente: Propia

$$t = m \sqrt{\frac{3.33 P}{A F_y}} = 1.93 \text{ cm}$$

Ecuación 60 Espesor de la placa de apoyo.

Se recomienda una placa de 20 mm
Reacciones

$$T = 11872.16 \text{ Kg} \quad V_x = 65.80 \text{ Kg} \quad V_y = 23.42 \text{ Kg}$$

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = 69.84 \text{ Kg}$$

Ecuación 61 Cortante a resistir la placa de anclaje.

Donde,

$\mu \equiv$ Coeficiente de fricción = 0.55

$$F_y = 4200 \frac{Kg}{cm^2} \quad (60 \text{ Ksi}) \text{ pernos}$$

$$F_y = 2532 \frac{Kg}{cm^2} \quad (36 \text{ Ksi}) \text{ placa}$$

$$P = 13872.77 \text{ Kg}$$

$$m = 11.7 \text{ cm}$$

$$A = 625 \text{ cm}^2$$

2.3.9 Cimentación

Se analizó la cimentación propuesta en edificaciones de hormigón armado (sección 2.2.6) y se concluyó:

- Factor de seguridad FS > 1.5.
- La demanda de la estructura no afecta la capacidad del suelo en el nivel de desplante, por tal razón, no se modificó las dimensiones de la cimentación.

Tabla XVII Resumen de los elementos estructurales A.E.

	Vigas		Volados	Columnas	Losa	
	Secundarias	Principales				
Sin proyección	Nivel +6.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	IPN 140 A50	Fibrolit, espesor 22 mm
	Nivel +3.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 120 A36			
	Compactos	Sismicamente Compactos	Sismicamente Compactos	Sismicamente Compactos		

Fuente: Propia

2.4 Diseño de estructuras mixtas

2.4.1 Códigos y normas de referencia

Para el diseño del predio 2, se usó las normas descritas en el diseño de estructuras de hormigón y estructuras de acero.

2.4.2 Materiales

Con la finalidad abaratar costos, se empleó una combinación de materiales constructivos que usualmente se los emplean en el mundo de la construcción, es decir, hormigón armado y acero estructural.

2.4.3 Definición de cargas gravitacionales

Para definir las cargas gravitacionales, se dividirá en cargas muertas y cargas vivas.

2.4.3.1 Carga muerta

Elementos estructurales

El conjunto de losa, vigas y columnas pertenecen a los elementos estructurales, para el actual proyecto se empleó entrepiso alivianado (fibrolit), acero estructural en vigas y columnas de hormigón armado.

Se asumió una carga de 300 Kg/m² que luego será comprobada con un programa de análisis de estructuras, ETABS V15.

Elementos no estructurales

Específicamente se trata de: paredes, enlucido y baldosas que se presentarse en la construcción de la vivienda.

Características asumidas,

- Paredes y enlucidos

Se asumió el uso de bloques alivianado de 10 cm y un espesor de enlucido de 2 cm por cada cara, con un peso estimado de 120 Kg/m².

- Baldosa

Este material se lo empleará para el acabado de pisos y en algunas ocasiones a paredes, siendo estas de recubrimiento cerámico con un peso promedio de 75 Kg/m².

2.4.3.2 Carga viva

Para el análisis estructural, se consideró como referencia valores de NEC_SE_CG_ (cargas no sísmicas, Sección 4.2), uso u ocupación, Residencias: 200 Kg/m².

Tabla XVIII Resumen de cargas gravitacionales

Planta baja		Planta alta	
Carga muerta	T/m2	Carga muerta	T/m2
Elementos estructurales		Elementos estructurales	
*Losas de planta baja	0.03	*Losas de planta alta	0.03
*Vigas y columnas	0.20	*Vigas y columnas	0.20
Elementos no estructurales		Elementos no estructurales	-
*Paredes y enlucido	0.12		
*Baldosa	0.1		
Carga viva	0.2	Carga viva	0.18
Wd (Ton/m ²)	0.25	Wd (Ton/m ²)	0.03
Wpp (Ton/m ²)	0.20	Wpp (Ton/m ²)	0.20
Wl (Ton/m ²)	0.20	Wl (Ton/m ²)	0.18

Fuente: Propia

2.4.3.3 Carga de viento

En la sección 2.2.2.4 de este trabajo, se indica la distribución de la fuerza de viento que debe aplicarse a esta estructura.

2.4.4 Cortante basal de diseño V

Tal como se calculó en la parte de hormigón, a diferencia del peso de la estructura, el cortante basal es:

$$V = \frac{IS_{a(T_a)}}{R\phi_p\phi_E} W = 0.206 W = 11.05 \text{ Ton}$$

Ecuación 62 Cortante Basal de diseño.

2.4.5 Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales

La distribución del cortante basal es:

Tabla XIX Distribución del cortante basal

NIVEL	ALTURA	Wx	(Wx*hx)^k	Cvx	Fx
	(m)	(Ton)			(Ton)
2	6.00	23.61	141.65	0.49	12.63
1	3.00	49.45	148.35	0.51	13.23

Fuente: Propia

2.4.6 Pre-diseño

Se efectuó en base de la figura de planos arquitectónicos (PAP2), para proponer un elemento estructural que resista las cargas sobrepuestas hacia la vivienda. Se hizo este proceso por cada piso y se escogió perfiles y secciones más económicos.

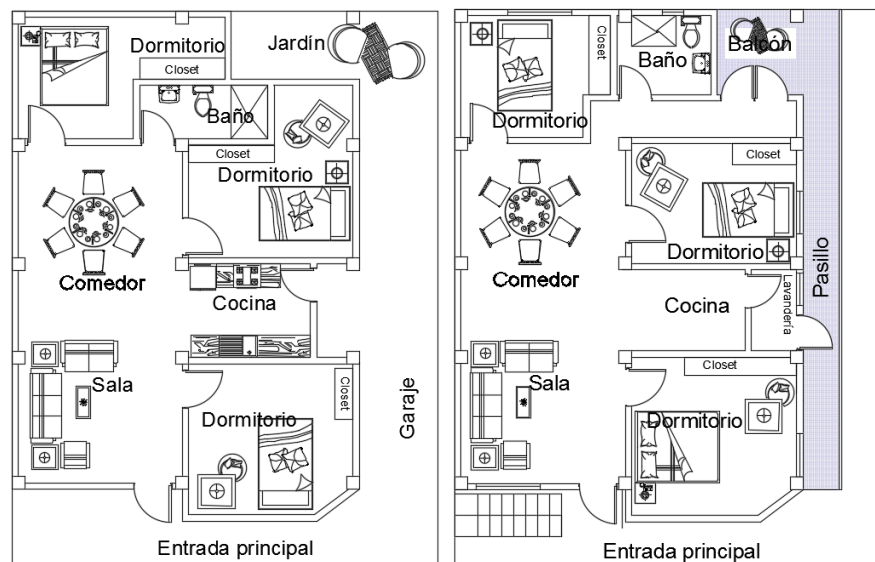


Figura 2.6 Plano arquitectónico P.A.V.2

Fuente: Propia

2.4.6.1 Combinaciones de cargas

Las combinaciones se realizaron en base a los reglamentos de NEC_SE-CG

Tabla XX Combinaciones de cargas

Combinación 1	1.4 D
Combinación 2	1.2 D + 1.6 L + 0.5max (Lr; S; R)
Combinación 3	1.2 D + 1.6 max (Lr; S; R) + max (L; 0.5 W)
Combinación 4	1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 max (Lr; S; R)
Combinación 5	1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S
Combinación 6	0.9 D + 1.0 W
Combinación 7	0.9 D + 1.0 E

Fuente: NEC_SE_CG, Sección 3.4

2.4.6.2 Vigas

Este tipo de viga debe resistir cargas gravitacionales.

$$M_u = 1.2 M_d + 1.6 M_l = 700.2 \text{ Kg} * m = 5056.0 \text{ lb} * ft$$

Ecuación 63 Momento último.

$$Z_x = \frac{M_p}{F_y} = \frac{M_u}{\phi_b * F_y} = 1.35 \text{ in}^3,$$

Ecuación 64 Módulo plástico.

Se seleccionó un perfil: 2G80x40x15x3, por lo tanto $Z_x = 1.40 \text{ in}^3 >$

1.35 in^3 ok!

Donde,

$$w_D = 260.00 \text{ Kg/m}^2$$

$$M_D = 308.00 \text{ Kg} * m$$

$$w_L = 200.00 \text{ Kg/m}^2$$

$$M_L = 237.40 \text{ Kg} * m$$

$$s = 61 \text{ cm} \quad L_n = 385 \text{ cm}$$

$$F_y = 50 \text{ Ksi}$$

2.4.6.3 Viga principal

Resisten las fuerzas sísmicas y la demanda de las vigas secundarias.

A partir de las reacciones de la viga secundaria obtenemos:

$$q_d = 427.00 \frac{Kg}{m} \quad y \quad q_l = 328.00 \frac{Kg}{m}$$

$$M_D = 481.0 \text{ Kg} * \text{m}.$$

$$M_L = 370.0 \text{ Kg} * \text{m}.$$

$$M_u = 1.2 M_d + 1.6 M_l = 1169 \text{ Kg} * \text{m} = 8440 \text{ lb} * \text{ft}$$

Ecuación 65 Momento último.

$$Z_x = \frac{M_p}{F_y} = \frac{M_u}{\phi_b * F_y} = 2.25 \text{ in}^3,$$

Ecuación 66 Módulo plástico.

Selección de perfil: IPE 120, por lo tanto

$$Z_x = 2.98 \text{ in}^3 > 2.25 \text{ in}^3 \text{ ok!}$$

Donde,

$$L_n: \text{ Luz libre} = 300 \text{ cm}$$

2.4.6.4 Columnas

De acuerdo a lo especificado en la NEC_SE_VIVIENDA, Sección 5.2, las secciones mínimas para las viviendas de hasta dos

pisos y luces menores a 5 m son de 25x25 cm en el piso 1 y 20x20 cm en el piso 2 con una cuantía longitudinal mínima de acero 1%.

2.4.6.5 Losa

Para aligerar las cargas, se optó por un sistema capaz de resistir las cargas sobre impuestas y con deformación no considerable. Un producto de fácil uso que se incrementado en el campo de la construcción en los últimos años.

Las losas de fibrolit son un sistema de entrepisos liviano, rápido económico y fácil de instalar. Requieren de soportes (vigas secundarias) separados entre 55 cm a 65 cm en el sentido transversal de lados más corto de la losa.

Las planchas son de 4 por 8 pies y para este proyecto se usó un espesor de 22mm. Antes de colocar las planchas se deberá poner un material que evite las vibraciones como: piezas de madera tratada, cintas anti-vibratorias o un sellador de poliuretano. Después de fijar o poner el material anti-vibratorio, se ponen las planchas de fibrolit de forma alternada para garantizar mayor trabazón y formar un solo conjunto.

2.4.7 Diseño

2.4.7.1 Viga secundaria

Perfiles compactos

Según la AISC, en la Table B4.1b Width-to-Thickness Ratio: Compression Elements Members Subject to Flexure, los perfiles rectangulares HSS son compactos si:

$$\gamma_{ps} = 1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \geq \frac{b}{t}$$

Ecuación 67 Relación para perfiles sísmicamente compactos.

Se asumió canales tipos G, $F_y = 50 \text{ Ksi}$, entonces $\gamma_{ps} = 26.97$. Se determinó la sección del perfil, es decir:

$$26.97 * t + 4 * t = b.$$

Ecuación 68 Espesor de ala mínimo para un perfil sísmicamente compacto.

Se buscó un perfil con un espesor de ala mayor a $t = 3.0 \text{ mm}$ y una longitud de a la $b \leq 92.92 \text{ mm}$. De acuerdo en esto, se seleccionó un perfil 2G80x40x15x3. Ahora vamos a verificar nuestro perfil por flexión.

Revisando por flexión

$$\phi_b M_n = \phi_b M_p = \phi_b F_y Z_x = 5250 \text{ lb} * \text{ft} \geq M_u = 5056 \text{ lb} * \text{ft} \quad \text{ok!}$$

Ecuación 69 Momento nominal.

Donde,

$M_n = M_p$: Momento nominal.

Serviciabilidad

De acuerdo a las recomendaciones de AISC para cumplir los criterios de serviciabilidad en vigas, se analizó por: deflexión y vibraciones.

Deflexiones

Los valores típicos de deformaciones Δ_a que sugiere la AISC están dados de acuerdo a los requerimientos de diseño, para este caso se diseñó bajo cargas muertas, por lo tanto:

$$\Delta_a = \frac{L}{240} \text{ (bajo cargas muertas en edificios).}$$

Ecuación 70 Deflexión admisible.

$$\Delta_a = 1.60 \text{ cm}$$

Vibraciones

Para evitar problemas de vibraciones en edificios con grandes luces, se determina el peralte mínimo de la viga: $d_{min} = L/20$, pero en nuestro caso, las luces no superan los 4.00 metros y alrededor de cada

cuarto, se separarán con pared de mampostería. Por esta razón no se verificó el diseño por vibraciones.

Deflexión máxima

Según la AISC, en la Table 3-23 (Shear, Moments and Deflections)

$$\Delta_{adm} = \frac{5 w L^4}{384 E I} = 4.90 \text{ cm} < \Delta_a \text{ no Ok!}$$

Ecuación 71 Deformación admisible.

Se redució la luz de las vigas principal, es decir, se pondrá una viga secundaria en el centro del claro. Recalculando

$$\Delta_a = 0.80 \text{ cm} , \Delta_{adm} = \frac{5 w L^4}{384 E I} = 0.33 \text{ cm} < \Delta_a \text{ Ok!}$$

Ecuación 72 Deflexión máxima bajo cargas de servicio.

Conclusión de cálculos:

- Vigas secundarias: 2G80x40x15x3
- Es compacto
- Esfuerzo de fluencia $F_y = 50 \text{ Ksi}$

2.4.7.2 Viga principal

Perfiles sísmicamente compactos

Según la AISC, en la Table B4.1b Width-to-Thickness Ratio: Compression Elements Members Subject to Flexure, la viga IPN es sísmicamente compactos si:

$$\gamma_{ps} = 0.30 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \geq \frac{b}{t}$$

Ecuación 73 Relación para perfiles sísmicamente compactos.

Para vigas tipo IPN $F_y = 36 \text{ Ksi}$, entonces $\gamma_{ps} = 8.51$. Se determinó la sección del perfil, es decir:

$$8.51 * t = b.$$

Ecuación 74 Espesor de ala mínimo para un perfil sísmicamente compacto

Se asumió un espesor de ala $t = 7.70 \text{ mm}$ entonces la longitud del ala debe ser $b \leq 65.56 \text{ mm}$. Optamos por un perfil IPN 120. Ahora vamos a verificar nuestro perfil por flexión.

Análisis al límite de vigas sometidas a flexión

Momento nominal

$$\begin{aligned}\phi_b M_n &= \phi_b M_p = \phi_b F_y Z_x = 11175.0 \text{ lb} * \text{ft} \geq M_u \\ &= 7879.50 \text{ lb} * \text{ft} \text{ ok!}\end{aligned}$$

Ecuación 75 Momento nominal.

Donde,

$M_n = M_p$: Momento nominal.

Verificar por deflexión

$$\Delta_a = \frac{L}{240} \text{ (bajo cargas muertas en edificios).}$$

$$\Delta_a = 1.17 \text{ cm}$$

Deflexión máxima

Según la AISC, en la Table 3-23 (Shear, Moments and Deflections)

$$\Delta_{adm} = \frac{5 w L^4}{384 E I} = 1.16 \text{ cm} < \Delta_a \text{ Ok!}$$

Ecuación 76 Deformación admisible.

De los resultados presentados anteriormente, se puede concluir que:

- El perfil que se usará en las vigas principales será: IPN 120.
- Es sísmicamente compacto.
- Esfuerzo de fluencia $F_y = 36 \text{ Ksi}$.

2.4.7.3 Columnas

Se determinó el refuerzo requerido para una columna interior del primer piso del pórtico interior B,1-5. De acuerdo al pre-dimensionamiento, las columnas tienen 25x25 cm de lado. La resistencia a compresión del hormigón y el esfuerzo de fluencia del acero será: $f'_c = 210 \frac{Kg}{cm^2}$ y $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ respectivamente.

Del análisis estructural se obtiene los siguientes resultados de la carga crítica y momento último.

$$P_{u,max} = 23.0 \text{ Ton.} > \frac{A_g f'_c}{10} = 13.0 \text{ Ton} \quad \text{ACI 21.4.1}$$

Ecuación 77 Capacidad máxima de la columna.

Revisión de dimensiones de secciones

Uno de los requisitos para elementos estructurales (columnas) que resisten cargas sísmicas, es cumplir con las características siguientes:

Dimensión menor de la sección 25 cm > 30 cm, no ok ACI 21.4.1.1

La razón entre la dimensión menor de la sección transversal para la dimensión perpendicular = 1 > 0.4

ACI 21.4.1.2

Las secciones no cumplen con las dimensiones mínimas, pero se aumentó el cortante basal en un 30% para verificar el comportamiento del elemento.

Refuerzo longitudinal requerido

Basados en los resultados del análisis estructural, una columna de 25x25 cm con 6Ø12 ($\rho_g = 1.08\%$), es adecuada para resistir las fuerzas actuantes.

Nótese que $1\% < \rho_g < 6\%$

ACI 21.4.3.1

2.4.7.3.1 Criterio columna fuerte viga débil

$$\sum M_c(\text{columnas}) \geq \frac{6}{5} \sum M_g(\text{vigas}) \quad \text{ACI 21.4.2.2}$$

Ecuación 78 Criterio de columna fuerte viga débil.

$\sum M_c$: Suma de los momentos nominales a flexión de las columnas.

$\sum M_g$: Suma de los momentos resistente nominales a flexión de la losa que llega a la columna (parte interna).

2.4.7.3.2 Refuerzo transversal

Refuerzo de confinamiento

El confinamiento debe suministrarse en una longitud:

$$l_o \geq \text{peralte del elemento o } \frac{\text{luz libre}}{6} \text{ o } 450 \text{ mm ACI 21.4.4.1}$$

Ecuación 79 Longitud en donde se requiere mayor confinamiento debido a las zonas plásticas.

El esparcimiento máximo permitido de estribos rectangulares asumiendo estribos Ø10 mm.

ACI

21.4.4.2

$$S_{max,min} \left\{ 25\% \text{ dimension menor de columna, } 6d_b \text{ longitudinal, } S_x = 10 + \left(\frac{35+h_x}{3} \right) \right\}$$

Ecuación 80 Separación máximo permitido de estribos rectangulares para columnas

Refuerzo transversal para cortante

El diseño a cortante de las columnas será determinado a partir de las fuerzas máximas que se desarrollen en la cara de los nodos.

21.4.5.2

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} * b_w * d \left(1 + \frac{N_u}{140 A_g} \right)$$

Ecuación 81 Cortante a resistir las columnas.

Longitud mínima de traslape para barras verticales de columnas

Traslapes a tensión Clase B

ACI

21.4.3.2

Longitud requerida para traslape Clase B=1.3 l_d

ACI

12.15.1

$$l_d = \left[\frac{1}{3.50} \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \frac{\alpha \beta \gamma \delta}{\left(\frac{c + K_{tr}}{d_b} \right)} \right] * d_b$$

Ecuación 82 Longitud mínima de traslape para barras verticales de columnas

Donde:

$$\alpha = 1$$

$$\gamma = 1$$

$$\beta = 1$$

$$\delta = 1$$

Tabla XXI Resumen de las secciones (columnas) del predio 2

Nivel +3.00 m	Eje 1-5 Sección 25x25 cm	Eje A-C Sección 25x25 cm	Estribos Ø10 @ 100mm en zonas plásticas y @ 150mm en el centro.
Nivel +6.00 m	Eje 1-5 Sección 20x20 cm	Eje A-C Sección 20x20 cm	Estribos Ø10 @ 100mm en zonas plásticas y @ 150mm en el centro.

Fuente: Propia

Viga secundaria

- Perfil: 2G80x40x15x3
- Es compacto
- Esfuerzo de fluencia $F_y = 50 \text{ Ksi}$

Viga principal

- Perfil: IPN 100 con un fleje de 50x2mm en el ala superior.
- Es sísmicamente compacto.
- Esfuerzo de fluencia en viga y fleje $F_y = 36 \text{ Ksi}$.

2.4.8 Cimentación

- Factor de seguridad $FS > 1.5$.
- La demanda de la estructura no afecta la capacidad del suelo en el nivel de desplante, por tal razón, no se modificó las dimensiones de la cimentación.

Tabla XXII Resumen de los elementos estructurales H.A/A.E.

			Vigas		Volados	Columnas	Losa	Cimentación
			Secundarias	Principales				
Predio 2	Sin proyección	Nivel +6.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	Sección 20x20 cm	Fibrolit, espesor 22 mm	Riostra
		Nivel +3.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 120 A36		Sección 25x25 cm		
			Compactos	Sísmicamente Compactos	Sísmicamente Compactos	$1\% \leq \rho \leq 3\%$		

Fuente: Propia

2.5 Diseño de escalera

2.5.1 Códigos y normas de referencia

Los códigos que se emplearán para determinar la resistencia de la escalera y losa:

- American Society for Testing Materials. (ASTM A-36, ASTM A-123).

- NEC 14 (Norma Ecuatoriana de la Construcción).
- ACI 318-14 (American Concrete Institute)
- AISC-LRFD 99

2.5.2 Materiales

Hormigón: $f'_c = 210 \frac{Kg}{cm^2}$, $\gamma = 2400 \frac{Kg}{m^3}$

Acero de refuerzo A36 $f_y = 2550 \frac{Kg}{cm^2}$, $\gamma = 7850 \frac{Kg}{m^3}$

Acero estructural A36 $f_y = 36 Ksi$, $f_u = 58 Ksi$

Acero estructural A572 Gr.B $f_y = 46 Ksi$, $f_u = 58 Ksi$

2.5.3 Cargas y combinaciones

Cargas muertas

Se ha considerado el peso propio de la estructura obtenido desde un programa (Etabs V15), a excepción de: elementos no estructurales como paredes, baldosas, entre otros.

Estructura metálica (datos del programa)	1.8 Ton.
Recubrimiento de piso	0.025 Ton/m ²

Figura 2.7 Carga muerta considerada para el diseño de la escalera.

Fuente: Propia

Carga viva

Las cargas vivas, según las recomendaciones de las Normas (NEC_SE_GC) se consideró de la siguiente forma: 80 kg/m

Combinaciones de carga

A continuación, se presenta las posibles combinaciones de carga con las cuales se generará una envolvente para obtener la más crítica y desfavorable para el diseño de todos los elementos estructurales

Combinación 1	1.4D
Combinación 2	1.2D+1.6L
Combinación 3	1.0D+1.0L
Combinación 4	0.9D

Figura 2.8 Combinación de carga
Fuente: NEC_SE-CG

2.5.4 Pre dimensionamiento

Control de vibraciones

Viga cargadora, longitud = 2.0 m.

$$\text{Peralte mínimo } d_{\min} = \frac{L}{20} \geq 10 \text{ cm}$$

Ecuación 83 Peralte mínimo de los largueros en escaleras.

Las secciones deben de cumplir para su correcto funcionamiento estructural siguiendo las condiciones de la sección 2.3.7.1 (perfiles compactos). En la sección 2.5.2 se definió las condiciones del material, calculamos el valor de la relación ancho o largo para espesor necesario para que las secciones sean compactas.

De acuerdo a lo cálculos realizados, los perfiles tubulares cuadrados 100x3, son compactos.

2.5.5 Modelo matemático

En el modelo matemático se han realizado las siguientes consideraciones que aproximan las condiciones de uso a la realidad:

- Las secciones fueron graficadas en el mismo programa para que el análisis sea más preciso.
- El soporte se lo consideró como empotramiento perfecto para que la estructura sea estable y no indeterminada.

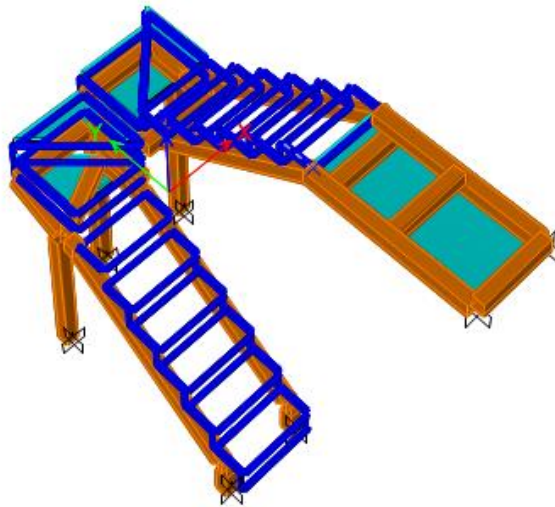


Figura 2.9 Modelo de la escalera en Etabs V16.
Fuente: Propia

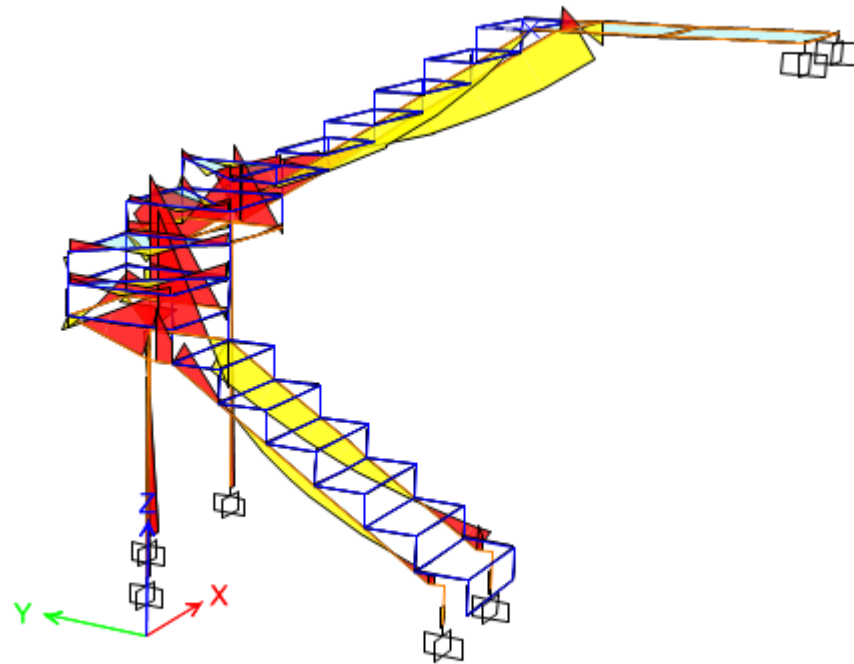


Figura 2.10 Envolvente en el modelo
Fuente: Propia

2.5.6 Control de deflexiones

Con respecto a la Ecuación 50 de este proyecto, la deflexión obtenida en el programa es de 0.22 mm que es menor a $L/240$ que es 8.3mm, por lo cual no habrá problema de deflexiones en la estructura.

2.5.7 Estructura de la escalera

La escalera estará conformada por dos largueros de tubo cuadrado 100x3 mm, las bandejas están formadas por ángulos L 30x3 y el fondo tiene una plancha de 1/20 con refuerzo de malla electrosoldada de 150x150x10 mm. Se recomienda usar soldadura E60-11.

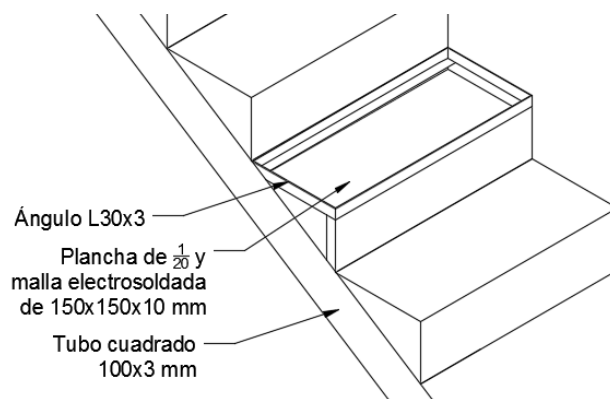


Figura 2.11 Estructura de una escalera
Fuente: Propia

2.6 Cálculos de costos referenciales

En el capítulo 5 se presentará de manera más detallada los análisis de precios unitarios con los diferentes materiales.

La siguiente Tabla muestra los valores del predio 2 con los tres materiales propuesto previo a la selección de la alternativa para el diseño de la urbanización.

Tabla XXIII Resumen de los costos de las viviendas de 2 pisos.

Tipo de material	Costo
Hormigón armado	\$ 70738.30
Acero estructural	\$ 88425.25
Estructura de H.A. y A.E.	\$ 79125.36

Fuente: Propia

CAPÍTULO III
PROPUESTAS DE CÁLCULOS Y DISEÑOS CON EL
MATERIAL ELEGIDO

3.1. Selección de alternativa

Para este proyecto se buscó alternativas constructivas para una vivienda de dos plantas, al mismo tiempo se enfocó en los materiales más usados en el entorno de estudio. En consecuencia, la primera alternativa fue una estructura de hormigón armado. La segunda opción propuesta fue una estructura de acero, siendo un material que se recomienda para estructuras sismo resistentes, y como última alternativa, se analizó la combinación de los materiales antes mencionados.

Del párrafo anterior, se analizan las alternativas para determinar la más óptima, cumpliendo las siguientes características:

1. Mano de obra local: En este tipo de obra se puede dar la oportunidad a moradores de la Parroquia, ya que, si dispone con personas de experiencia en este tipo de construcciones, reactivando la actividad económica, sin necesidad de contratar personal con una mayor preparación como lo requiere las estructuras metálicas.

2. Material: El hormigón se lo realiza en obra, es de fácil trabajabilidad, y sus componentes se los encuentra fácilmente en el

mercado local. Por el contrario, el acero estructural requiere ser importado de otras ciudades.

3. Análisis de precios unitarios: Para elaborar elementos estructurales de hormigón no es necesario el uso de equipos sofisticados, en cambio, el acero requiere una maquinaria con mayor capacidad que permita el traslado e izado del material.

Con base a los equipos usados en cada situación, la mano de obra que se requiere debe ser capacitado dependiendo de la complejidad de la máquina usada. En donde, el acero requiere una capacitación más técnica (soldadura, uso de pernos y acarreo).

3.2. Cuadro de descriptivo de la selección de alternativa

A cada alternativa se asigna una valoración para determinar la opción más adecuada. Donde la mejor ponderación será el mayor número dentro del rango de estudio.

Tabla XXIV Selección de alternativa.

Alternativas	Ponderación	Alternativas		
		Hormigón	Acero	Mixtas (hormigón y acero)
Mano de obra	0.0 - 1.0	1	0.5	0.75
Material	0.0 - 1.0	1	0.75	0.9
A.P.U.	1.0 - 4.0	4	3	3.5
Impacto Ambiental	0.0 - 1.0	1	1	1
Mantenimientos	0.0 - 0.5	0.5	0.15	0.25
Tiempo vida útil	0.0 - 0.5	0.5	0.25	0.4
Comportamiento sísmico	1.0 - 2.0	2	2	2
	Σ	10	7.65	8.8

Fuente: Propia

De acuerdo al análisis realizado en el apartado anterior, el **hormigón** mostró ser una opción con menor inversión, permitiendo mano de obra local.

3.3. Propuestas de diseño para la Urbanización Lila Mansilla.

La urbanización Lila Mansilla en la actualidad se encuentra distribuida por solares aproximados de 10x13m, incluyendo un espacio destinado a áreas verdes, como se lo menciona en los primeros capítulos.

La solución que se presentó en este proyecto, es la creación de una ampliación a la urbanización ya existente, proponiendo más de una alternativa para el diseño de las casas. Sin olvidar el propósito inicial sobre el área verde, se presentó un trazado para un parque y así recuperar los metros cuadrados de vegetación que se necesitan.

Cabe recalcar, que para el diseño total se tomó área de un colegio que actualmente se encuentra construido, pero que se lo demolerá por los

daños que sufrió en el terremoto de abril, aclarando que todos los alumnos que pertenecían a esa zona serán trasladados a una escuela del Milenio que se está construyendo unos metros más adelante.

3.3.1. Viviendas de una planta

Todas las viviendas tienen un solar es de 10x13m, con área de edificación aproximada de 105 m².

3.3.1.1. Predio 1

Este departamento consta de sala, comedor, cocina, un baño y un área de jardín exterior.

3.3.2.1. Predio 3

Residencia de una planta, dirigida para personas con discapacidad motrices: tiene un dormitorio y baño apto para una persona que use silla de ruedas, 1 dormitorio con baño privado, sala, comedor, cocina y área de jardín.

Planos arquitectónicos

En el siguiente esquema presentamos en las figuras de los planos PA-P1 y PA-P3 los cuales muestran la distribución interna de las viviendas, tales como: cuartos de dormitorios, cocina, baños, etc.

Tabla XXV Resumen de elementos estructurales para los 3 previos. Hormigón Armado.

	Vigas		Volados	Columnas	Losa	Cimentación
	Eje 1-5	Eje A-C				
Predio 1	Con proyección	Nivel +6.00 m	Sección 20x20 cm	Sección 20x25 cm	Sección 20x20 cm	Sección 20x20 cm
	Sin proyección	Nivel +3.00 m	Sección 20x25 cm	Sección 20x25 cm	Sección 20x25 cm	Sección 25x25 cm
Predio 2	Con proyección	Nivel +6.00 m	Sección 20x20 cm	Sección 20x25 cm	Sección 20x20 cm	Sección 20x20 cm
	Sin proyección	Nivel +3.00 m	Sección 20x20 cm	Sección 20x20 cm	Sección 20x20 cm	Sección 25x25 cm
Predio 3	Con proyección	Nivel +6.00 m	Sección 20x20 cm	Sección 20x25 cm	Sección 20x20 cm	Sección 20x20 cm
	Sin proyección	Nivel +3.00 m	Sección 20x25 cm	Sección 20x25 cm	Sección 20x25 cm	Sección 25x25 cm
						Steel deck 1 mm Espesor de losa 50 mm
						Riostra
						Sección 20x20 cm 2Ø12 A.sup. + 2Ø12 A.inf
						Estribos Ø10 @ 100mm en zonas plásticas y @ 150mm en el centro
						Estribos Ø10 @ 100mm en zonas plásticas y @ 150mm en el centro
						$p \geq 14/F_y$ $p \geq 14/F_y$ $p \geq 14/F_y$ $1\% \leq p \leq 3\%$

Fuente: Propia

Tabla XXVI Resumen de elementos estructurales para los 3 previos. Acero Estructural

		Vigas		Volados	Columnas	Losa	Cimentación
		Secundarias	Principales				
Predio 1	Con proyección	Nivel +6.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	IPN 140 A50	Fibrolit, espesor 22 mm Riostra Sección 20x20 cm 2Ø12 A.sup. + 2Ø12 A.inf Estribos Ø10 @ 100mm en zonas plásticas y @ 150mm en el centro
		Nivel +3.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 120 A36	A36	IPN 140 A50	
	Sin proyección	Nivel +3.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 120 A36	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	IPN 140 A50	
Predio 2	Sin proyección	Nivel +6.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	IPN 140 A50	
		Nivel +3.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 120 A36	A36		
Predio 3	Con proyección	Nivel +6.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	IPN 140 A50	
		Nivel +3.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 120 A36	A36	IPN 140 A50	
	Sin proyección	Nivel +3.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 120 A36	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	IPN 140 A50	
			Compactos	Sísmicamente Compactos	Sísmicamente Compactos	Sísmicamente Compactos	

Fuente: Propia

Tabla XXVII Resumen de elementos estructurales para los 3 previos. Viviendas mixtas

		Vigas		Volados	Columnas	Losa	Cimentación
		Secundarias	Principales				
Predio 1	Con proyección	Nivel +6.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	Sección 20x20 cm	Fibrolit, espesor 22 mm Riostra Sección 20x20 cm 2Ø12 A.sup. + 2Ø12 A.inf Estribos Ø10 @ 100mm en zonas plásticas y @ 150mm en el centro
		Nivel +3.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 120 A36	A36	Sección 25x25 cm	
	Sin proyección	Nivel +3.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 120 A36	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	Sección 20x20 cm	
Predio 2	Sin proyección	Nivel +6.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	Sección 20x20 cm	
		Nivel +3.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 120 A36	A36	Sección 25x25 cm	
Predio 3	Con proyección	Nivel +6.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	Sección 20x20 cm	
		Nivel +3.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 120 A36	A36	Sección 25x25 cm	
	Sin proyección	Nivel +3.00 m	2G80X40X15X3 A50	IPN 120 A36	IPN 110 +fleje 50x2 mm ala sup. A36	Sección 20x20 cm	
		Compactos		Sísmicamente Compactos	Sísmicamente Compactos	1% ≤ p ≤ 3 %	

Fuente: Propia

En el plano P1-PC-01, P1-DE-01, P1-DEL-01, P2-PC-01, P2-DE-01 y P2-DEL-01, muestra a detalles la longitud de desarrollo, traslapes, ganchos, diámetro de acero de refuerzo, separación de los estribos longitudinales, transversales y otros.

3.3.2. Trazado de parque

Esta presentación se la enfocó para todos los miembros de la familia, debido a que tiene áreas de recreación para los niños, actividades deportivas, espacios para pasar tiempos libres en familia, incluyendo que todas las áreas tienen la disponibilidad del paso para personas que usen sillas de ruedas.

En el plano P1-PC-01, se pueden apreciar perspectivas de cada una de las áreas mencionadas.

3.4. Presupuesto de las viviendas con material a construir: Hormigón Armado.

Tabla XXVIII Presupuesto de la vivienda de 1 piso

	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
1	OBRAS PRELIMINARES			1224.77
1.1	Trazado, replanteo y nivelación	m2	130.00	140.75
1.2	Desbroce y limpieza de terreno	m2	130.00	108.52
1.3	Instalación provisional de luz	glb	1.00	114.12
1.4	Instalación provisional de agua	glb	1.00	53.36
1.5	Bodega de herramienta y guardiana	m2	15.00	461.59
1.6	Cerramiento provisional de zinc	m1	13.00	318.34
1.7	Baño provisional	glb	1.00	24.84
1.8	Letrero de obra	m2	3.00	3.25
2	MOVIMIENTO DE TIERRA Y RELLENO			115.22
2.1	Excavación para cimientos y desalojo de material	m3	18.5	93.82
2.2	Relleno y compactación con material importado	m3	5	21.40
3	ESTRUCTURA EN GENERAL			5356.44
3.1	Replanteo e=5cm 140 kg/cm2	m2	21.60	157.55
3.2	Columnas de hormigón 210kg/cm2 25x25cm 3 ø12mm, Est ø10mm	m3	2.95	1017.65
3.3	Vigas PB de hormigón 210kg/cm2 20x25cm 2 ø14mm, 2 ø12mm, 1 ø10mm	m1	61.50	1863.67
3.4	Contrapiso hormigón simple e=8 cm	m2	101.44	2317.57
4	CIMENTACIÓN			1581.05
4.1	Hormigón en zapata 210 kg/cm2	m3	5.66	1091.41
4.2	Hormigón en riostra 210kg/cm2	m3	2.42	489.64
5	CARPINTERÍA MECÁNICA			2070.78
5.1	Estructura metálica para losa entre pisos steel deck e=1mm	m2	105	2070.78
6	MAMPOSTERÍA			4094.07
6.1	Pared de bloque BL e=10	m2	181.43	3202.01
6.2	Pilares y dinteles 10x20cm	m1	30	610.49
6.3	Caja de aguas servidas con tapa	U	2	100.00
6.4	Mesón de cocina	m1	2.7	96.04
6.5	Mesón de lavandería	m1	2	85.53
7	CARPINTERÍA Y VIDRIO			1680.00
7.1	Puertas principal de madera (incluyen accesorios)	U	1	320.00
7.2	Puertas de maderas para cuarto 0.85x2.00 m (incluyen accesorios)	U	3	360.00
7.3	Puertas de maderas para baños 0.75x2.00 m (incluyen accesorios)	U	1	110.00
7.4	Puertas de maderas para cocina 0.75x2.00 m (incluyen accesorios)	U	1	110.00
7.5	Ventanas 0.80x1.20 m	U	2	180.00
7.6	Ventanas 3.70x1.80 m	U	1	480.00
7.7	Ventanas 1.60x1.80 m	U	1	120.00
7.8	Rastrera	m1	10	61.50
8	REVESTIMIENTO			5651.31
8.1	Enlucido de paredes exteriores	m2	120.75	862.38
8.2	Enlucido de paredes interiores	m2	233.64	1507.33
8.3	Enlucido para mesón	m2	1.49	24.75
8.4	Enlucido de filos exteriores e interiores	m1	33.00	66.70
8.5	Cuadrada de boquete	m1	8.68	21.88
8.6	Enlucido de columnas	m1	45.00	127.53
8.8	Pasteado de paredes	m2	136.00	591.60
8.9	Pintura de paredes internas	m2	243.39	825.05
8.10	Pintura de paredes externas	m2	120.75	431.93
8.11	Sobrepisos de cerámica	m2	82.34	1192.16
9	REVESTIMIENTO			1938.46
9.1	Cielo raso de yeso con soporte de aluminio	m2	105.00	1938.46
10	SISTEMA ELÉCTRICO			2985.95
10.1	Acometida eléctrica en baja tensión	m1	15	351.00
10.2	Tablero de medidor	U	1	452.90
10.3	Alimentación a panel PD-A(2#2+1N#4+1T#8) en 2 "pulg" PVC	m1	4.5	129.15
10.4	Panel de breaker monofásico 18-36.	U	1	308.40
10.5	Breakers de 1P-20A.	U	4	39.60
10.6	Breakers de 2P-20A.	U	3	64.50
10.7	Breakers de 2P-30A.	U	1	21.70
10.8	Breakers de 2P-40A.	U	1	22.10
10.8	Punto de alumbrado de 110V	Pto	21	1085.70
10.9	Punto tomacorriente normal 110V	Pto	15	406.50
10.10	Punto tomacorriente normal 220V 2A	Pto	2	104.40
10	SANITARIO			944.39
10.1	Tuberías y accesorios para AAPP	GBL	1	393.95
10.2	Muebles sanitarios	GBL	1	550.44
11	LIMPIEZA Y DESALOJO			400.00
11.1	Limpieza y desalojo final del material	GBL	1	400.00

SUB TOTAL		28042.44
IVA	14%	3925.94
VALOR OFERTADO:		31968.39

Fuente: Propia

Tabla XXIX Presupuesto de la vivienda de 2 pisos

	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
OBRAS PRELIMINARES				1224.77
Trazado, replanteo y nivelación	m2	130.00	1.08	140.75
Desbroce y limpieza de terreno	m2	130.00	0.83	108.52
Instalación provisional de luz	glb	1.00	114.12	114.12
Instalación provisional de agua	glb	1.00	53.36	53.36
Bodega de herramienta y guardiana	m2	15.00	30.77	461.59
Cerramiento provisional de zinc	ml	13.00	24.49	318.34
Baño provisional	glb	1.00	24.84	24.84
Letrero de obra	m2	3.00	1.08	3.25
MOVIMIENTO DE TIERRA Y RELLENO				115.22
Excavación para cimientos y desalojo de material	m3	18.5	5.0715	93.82
Relleno y compactación con material importado	m3	5	4.28	21.40
ESTRUCTURA EN GENERAL				10745.96
Replanteo e=5cm 140 kg/cm2	m2	21.60	7.29	157.55
Columnas de hormigón 210kg/cm2 25x25cm 3 φ12mm, Est φ10mm	m3	2.95	344.60	1017.65
Columnas de hormigón 210kg/cm2 20x20cm 2 φ12mm, Est φ10mm	m3	1.89	358.91	678.35
Vigas PB de hormigón 210kg/cm2 20x25cm 2 φ14mm, 2 φ12mm, 1 φ10mm	ml	61.50	30.30	1863.67
Vigas PA de hormigón 210kg/cm2 20x20cm 4 φ12mm, Est φ10mm	ml	61.50	29.23	1797.40
Hormigón en pilotes escalera 210kg/cm2	m3	0.35	251.17	87.91
Hormigón en losa 210kg/cm2	m3	11.55	240.00	2772.00
Contrapiso hormigón simple e=8 cm	m2	101.44	22.85	2317.57
Hormigón en escalera 210 kg/cm2	m3	0.35	153.88	53.86
CIMENTACIÓN				1581.05
Hormigón en zapata 210 kg/cm2	m3	5.66	192.83	1091.41
Hormigón en riostra 210kg/cm2	m3	2.42	202.33	489.64
CARPINTERÍA MECÁNICA				5524.71
Estructura metálica para losa entre pisos steel deck e=1mm	m2	210	19.72	4141.55
Estructura metálica para escalera	kg	505	2.74	1383.16
MAMPOSTERÍA				8088.14
Pared de bloque BL e=10	m2	362.85	17.65	6404.02
Pilares y dinteles 10x20cm	ml	60	20.35	1220.99
Caja de aguas servidas con tapa	U	2	50.00	100.00
Mesón de cocina	ml	5.4	35.57	192.07
Mesón de lavandería	ml	4	42.77	171.07
CARPINTERÍA Y VIDRIO				3810.00
Puertas principal de madera (incluyen accesorios)	U	2	320.00	640.00
Puertas de maderas para cuarto 0.85x2.00 m (incluyen accesorios)	U	6	120.00	720.00
Puertas de maderas para baños 0.75x2.00 m (incluyen accesorios)	U	2	110.00	220.00
Puertas de maderas para cocina 0.75x2.00 m (incluyen accesorios)	U	2	110.00	220.00
Puerta de balcón 1.50x2.00 m	U	1	450.00	450.00
Ventanas 0.80x1.20 m	U	4	90.00	360.00
Ventanas 3.70x1.80 m	U	2	480.00	960.00
Ventanas 1.60x1.80 m	U	2	120.00	240.00
Rastrera	ml	19.63	6.15	120.72
REVESTIMIENTO				10651.87
Enlucido de paredes exteriores	m2	227.91	7.14	1627.71
Enlucido de paredes interiores	m2	475.95	6.45	3070.60
Enlucido para mesón	m2	2.97	16.66	49.49
Enlucido de filos exteriores e interiores	ml	51.00	2.02	103.08
Cuadrada de boquete	ml	16.59	2.52	41.83
Enlucido de columnas	ml	90.00	2.83	255.05
Enlucido de escaleros	ml	11.00	4.52	49.71
Pasteado de paredes	m2	136.00	4.35	591.60
Pintura de paredes internas	m2	479.30	3.39	1624.74
Pintura de paredes externas	m2	227.91	3.58	815.24
Sobrepisos de cerámica	m2	167.33	14.48	2422.81
REVESTIMIENTO				3876.92
Cielo raso de yeso con soporte de aluminio	m2	210.00	18.46	3876.92
SISTEMA ELÉCTRICO				4746.25
Acometida eléctrica en baja tensión	ml	15	23.40	351.00
Tablero de medidor	U	1	452.90	452.90
Alimentación a panel PD-A(2#2+1N#4+1T#8) en 2 "pulg" PVC	ml	4.5	28.70	129.15
Panel de breaker monofásico 18-36.	U	1	308.40	308.40
Breakers de 1P-20A.	U	14	9.90	138.60
Breakers de 2P-20A.	U	5	21.50	107.50
Breakers de 2P-30A.	U	2	21.70	43.40
Breakers de 2P-40A.	U	1	22.10	22.10
Punto de alumbrado de 110V	Pto	42	51.70	2171.40
Punto tomacorriente normal 110V	Pto	30	27.10	813.00
Punto tomacorriente normal 220V 2A	Pto	4	52.20	208.80
SANTARIO				944.39
Tuberías y accesorios para AAPP	GBL	1	393.95	393.95
Muebles sanitarios	GBL	1	550.44	550.44
LIMPIEZA Y DESALOJO				400.00
Limpieza y desalojo final del material	GBL	1	400.00	400.00
SUB TOTAL				51709.28
IVA			14%	7239.30
VALOR OFERTADO:				58948.58

Fuente: Propia

CAPÍTULO IV

SISTEMA ELÉCTRICO E HIDROSANITARIO

4.1. Sistema eléctrico

El trazado que se propuso para el sistema eléctrico de cada una de las viviendas se lo detalla en los planos P1-ELEC, P2-PB-ELEC, P2-PA-ELEC, P3-ELEC.

4.1.1. Predio 1

Tabla XXX Planilla del panel de distribución, predio 1.

PLANILLA DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN											
PANEL	CIRCUITOS-RAMALES			DISYUNTOR			DUCTO	POTENCIA INSTALADA W			SERVICIOS
	NOMBRE	CONDUCTOR	VOLTAJE	FASE	AMP	POLOS		F.p.	W	WT	
PD-1	S1	1#12 AWG+1#14	120	A	10	1	1/2"	1 *	180 =	180	ILUM.SALA.COCINA.EXTERIOR
	S2	1#12 AWG+1#14	120	A	10	1	1/2"	1 *	150 =	150	ILUM. DEPI Y PATIO
	S3	1#12 AWG+1#14	120	B	10	1	1/2"	1 *	180 =	180	ILUM. DEP2 Y DEP3
	T1	2#12+1#14	120	A	10	1	1/2"	0.45 *	1500 =	675	TOMA.SALA
	T2	2#12+1#14	120	B	10	1	1/2"	0.45 *	1500 =	675	TOMA. DEP. 1
	T3	2#12+1#14	120	A	10	1	1/2"	0.45 *	1500 =	675	TOMA. COCINA
	T4	2#12+1#14	120	A	10	1	1/2"	0.45 *	1500 =	675	TOMA. DEP. 2
	T5	2#12+1#14	120	A	10	1	1/2"	0.45 *	1500 =	675	TOMA. DEP. 3
	T6	2#12+1#14	120	B	10	1	1/2"	0.5 *	600 =	300	TOMA. REFRIGERADORA
T7	2#12+1#14	120	B	10	1	1/2"	0.8 *	800 =	640	TOMA. LAVADORA	
T8	2#8+1#10	240	A-B	30	2	3/4"	1 *	4000 =	4000	TOMA.COCINA INDUCCIÓN	
ALIMENTADOR					12						
2F#6+N#8+T#10							POTENCIA TOTAL (W): 8825				
DUCTO											
1 1/4"											
CARACTERISTICAS											
3h-1Ø 120-240											
ESPACIOS											
6-12											

Fuente: Propia

Tabla XXXI Cálculo de carga del panel de distribución PD-1, predio 1.

CÁLCULO DE CARGA DEL PANEL PD-1	
	Potencia (W)
Iluminación y Tomacorrientes	3885
Lavadora	640
Cocina Inducción	4000
REFRIGERADORA	300
Potencia Instalada	8825
Potencia diversificada	4523

Fuente: Propia

Tabla XXXII Demanda del panel de distribución PD-1, predio 1.

La demanda del panel PD-1 es de 8,185KW	
	Corriente (A)
Inominal	16.96125
Demanda	21.2015625
Disyuntor	20 A

Fuente: Propia

El disyuntor principal es de 2 polos- 40ª.

Observación: se usará un disyuntor principal 2polos-40A para conexiones futuras.

Alimentador 2 fases#6 + neutro#8 + tierra#10

4.1.2. Predio 2

Planta baja:

Tabla XXXIII Planilla del panel de distribución, predio 2-P.B.

PLANILLA DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN													
PANEL	CIRCUITOS-RAMALES		DISYUNTOR				DUCTO	POTENCIA INSTALADA W			SERVICIOS		
	NOMBRE	CONDUCTOR	VOLTAJE	FASE	AMP	POLOS		F.p.	W	WT			
PD-1	S1	1#12 AWG+1#14	120	A	10	1	1/2"	1	*	180	=	180	ILUM.SALA.COCINA.EXTERIOR
	S2	1#12 AWG+1#14	120	A	10	1	1/2"	1	*	150	=	150	ILUM. DEP1 Y PATIO
	S3	1#12 AWG+1#14	120	B	10	1	1/2"	1	*	180	=	180	ILUM. DEP2 Y DEP3
	T1	2#12+1#14	120	A	10	1	1/2"	0.45	*	1500	=	675	TOMA.SALA
	T2	2#12+1#14	120	B	10	1	1/2"	0.45	*	1500	=	675	TOMA. DEP. 1
	T3	2#12+1#14	120	A	10	1	1/2"	0.45	*	1500	=	675	TOMA. COCINA Y PATIO
	T4	2#12+1#14	120	A	10	1	1/2"	0.45	*	1500	=	675	TOMA. DEP. 2
	T5	2#12+1#14	120	A	10	1	1/2"	0.45	*	1500	=	675	TOMA. DEP. 3
T6	2#12+1#14	120	B	10	1	1/2"	0.5	*	600	=	300	TOMA. REFRIGERADORA	
T7	2#12+1#14	120	B	10	1	1/2"	0.8	*	800	=	640	TOMA. LAVADORA	
T8	2#8+1#10	240	A-B	30	2	3/4"	1	*	4000	=	4000	TOMA.COCINA INDUCCIÓN	
ALIMENTADOR						12							
2F#6+N#8+T#10							POTENCIA TOTAL (W):					8825	
DUCTO													
1 1/4"													
CARACTERÍSTICA													
3h-1Ø 120-240													
ESPACIOS													
6-12													

Fuente: Propia

Tabla XXXIV Cálculo de carga del panel PD-1, predio 2-P.B.

CÁLCULO DE CARGA DEL PANEL PD-1	
	Potencia (W)
Iluminación y Tomacorrientes	3885
Lavadora	640
Cocina Inducción	4000
REFRIGERADORA	300
Potencia Instalada	8825
Potencia diversificada	4523

Fuente: Propia

Tabla XXXV Demanda del panel de distribución PD-1, predio 2-P.B.

	Corriente (A)
Inominal	16.96125
Demanda	21.2015625
Disyuntor	20 A

Fuente: Propia

El disyuntor principal es de 2 polos- 40A.

Observación: se usará un disyuntor principal 2polos-40A para conexiones futuras.

Alimentador 2 fases#6 + neutro#8 + tierra#10.

Planta alta:

Tabla XXXVI Planilla del panel de distribución, predio 2-P.A.

PLANILLA DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN													
PANEL	CIRCUITOS-RAMALES			DISYUNTOR			DUCTO	POTENCIA INSTALADA W			SERVICIOS		
	NOMBRE	CONDUCTOR	VOLTAJE	FASE	AMP	POLOS		F.p.	W	WT			
PD-1	S1	1#12 AWG+1#14	120	A	10	1	1/2"	1	*	180	=	180	ILUM.SALA.COCINA.EXTERIOR
	S2	1#12 AWG+1#14	120	A	10	1	1/2"	1	*	150	=	150	ILUM. DEP1 Y PATIO
	S3	1#12 AWG+1#14	120	B	10	1	1/2"	1	*	180	=	180	ILUM. DEP2 Y DEP3
	T1	2#12+1#14	120	A	10	1	1/2"	0.45	*	1500	=	675	TOMA.SALA
	T2	2#12+1#14	120	B	10	1	1/2"	0.45	*	1500	=	675	TOMA. DEP. 1 Y COCINA
	T3	2#12+1#14	120	A	10	1	1/2"	0.45	*	1500	=	675	TOMA. DEP. 3
	T4	2#12+1#14	120	A	10	1	1/2"	0.45	*	1500	=	675	TOMA. DEP. 2 Y PATIO
	T5	2#12+1#14	120	B	10	1	1/2"	0.5	*	600	=	300	TOMA. REFRIGERADORA
T6	2#12+1#14	120	B	10	1	1/2"	0.8	*	800	=	640	TOMA. LAVADORA	
T7	2#8+1#10	240	A-B	30	2	3/4"	1	*	4000	=	4000	TOMA.COCINA INDUCCIÓN	
ALIMENTADOR 2F#6+N#8+T#10						11			POTENCIA TOTAL (W):			8150	
DUCTO 1 1/4"													
CARACTERISTICAS 3h-1Ø 120-240													
ESPACIOS 6-12													

Fuente: Propia

Tabla XXXVII Cálculo de carga del panel PD-1, predio 2-P.A.

CÁLCULO DE CARGA DEL PANEL PD-1	
	Potencia (W)
Iluminación y Tomacorrientes	3210
Lavadora	640
Cocina Inducción	4000
REFRIGERADORA	300
Potencia Instalada	8150
Potencia diversificada	4177

Fuente: Propia

Tabla XXXVIII Demanda del panel de distribución PD-1, predio 2-P.A.

	Corriente (A)
Inominal	16.01183333
Demanda	20.01479167
Disyuntor	20 A

Fuente: Propia

El disyuntor principal es de 2 polos- 40A.

Observación: se usará un disyuntor principal 2polos-40A para conexiones futuras.

Alimentador 2 fases#6 + neutro#8 + tierra#10

4.1.3. Predio 3

Tabla XXXIX Planilla del panel de distribución, predio 3.

PLANILLA DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN													
PANEL	CIRCUITOS-RAMALES			DISYUNTOR			DUCTO	POTENCIA INSTALADA W			SERVICIOS		
	NOMBRE	CONDUCTOR	VOLTAJE	FASE	AMP	POLOS		F.p.	W	WT			
PD-1	S1	1#12 AWG+1#1	120	A	10	1	1/2"	1	*	150	=	150	ILUM.SALA.COCINA.EXTERIOR
	S2	1#12 AWG+1#14	120	A	10	1	1/2"	1	*	180	=	180	ILUM. DEP1 Y PATIO
	S3	1#12 AWG+1#14	120	B	10	1	1/2"	1	*	180	=	180	ILUM. DEP2 Y DEP3
	T1	2#12+1#14	120	A	10	1	1/2"	0.45	*	1500	=	675	TOMA.SALA
	T2	2#12+1#14	120	B	10	1	1/2"	0.45	*	1500	=	675	TOMA. DEP. 1
	T3	2#12+1#14	120	A	10	1	1/2"	0.45	*	1500	=	675	TOMA. COCINA
	T4	2#12+1#14	120	A	10	1	1/2"	0.45	*	1500	=	675	TOMA. DEP. 2 Y DEP. 3
	T5	2#12+1#14	120	B	10	1	1/2"	0.5	*	600	=	300	TOMA. REFRIGERADORA
T6	2#12+1#14	120	B	10	1	1/2"	0.8	*	800	=	640	TOMA. LAVADORA	
T7	2#8+1#10	240	A-B	30	2	3/4"	1	*	4000	=	4000	TOMA.COCINA INDUCCIÓN	
ALIMENTADOR						11							
2F#6+N#8+T#10								POTENCIA TOTAL (W):				8150	
DUCTO						1 1/4"							
CARACTERISTICA						3h-1Ø 120-240							
ESPACIOS						6-12							

Fuente: Propia

Tabla XL Cálculo de carga del panel PD-1, predio 3-P.B.

CÁLCULO DE CARGA DEL PANEL PD-1	
	Potencia (W)
Iluminación y Tomacorrientes	3210
Lavadora	640
Cocina Inducción	4000
REFRIGERADORA	300
Potencia Instalada	8150
Potencia diversificada	4177

Fuente: Propia

Tabla XLI Demanda del panel de distribución PD-1, predio 3

	Corriente (A)
Inominal	15.66375
Demanda	19.5796875
Disyuntor	20 A

Fuente: Propia

El disyuntor principal es de 2 polos- 40A.

Observación: se usará un disyuntor principal 2polos-40A para conexiones futuras.

Alimentador 2 fases#6 + neutro#8 + tierra#10.

A diferencia de los predios 1 y 2, esta casa está dirigida para personas que usan sillas de ruedas, aumentando la altura promedio de los tomacorrientes (especificaciones en planos).

4.2. Sistema hidrosanitario

Para el análisis y el diseño sanitario es necesario saber cómo estarán divididas internamente las viviendas descrita en párrafos anteriores y así poder asignar los muebles sanitarios correspondientes, a continuación, se detallan las divisiones de cada predio.

- **Predio 1:** Departamento de una sola planta conformado por un baño, cocina, área de lavandería y en el patio donde se colocará una llave de riego con su respectiva rejilla de desfogues.

- **Predio 2:** Se consideran dos pisos correspondientes a dos departamentos independientes, cuya instalación es similar al de la vivienda 1, ya que tiene los mismos muebles sanitarios a excepción de los espacios externos que son patio y pasillo lateral que se diferencian en la planta baja y alta respectivamente.
- **Predio 3:** Departamento destinado a personas discapacitadas conformado por un baño adaptado a una persona que use silla de ruedas, un dormitorio con baño privado, cocina, área de lavandería y patio lateral.

Para los tres modelos de viviendas se usaron los siguientes muebles sanitarios: inodoro, lavabo, ducha, lavadora, fregadero para área de lavandería, fregadero de la cocina y sus respectivas rejillas de desagüe. El sector de las casas actualmente si tienen red de agua potable, dato con el que se usó como sistema de abastecimiento y además se consideró la existencia de alcantarillado público.

4.2.1. Normas

Para el cálculo de las instalaciones se usaron reglamentos y fórmulas de la NEC CAPÍTULO 16

4.2.1.1. Predio 1

Sistema para el suministro de agua potable

4.2.1.1.1. Distribución de caudal interno.

Recomendaciones dadas por la norma usada:

Presión:

En cualquier punto el valor máximo es de 50 m.c.a.

Toda tubería y accesorio debe de resistir 150 m.c.a de presión

Velocidad

La velocidad de diseño debe de estar entre aproximadamente 0.6 m/s a 2.5 m/s.

La velocidad en la cometida un aproximado de 1.5 m/s.

Para empezar, se calcularon las medidas longitudinales cada ramal y sub-ramal de tuberías internas en la vivienda y las tuberías de alimentación. Los diámetros usados corresponden a los valores dependiendo a que aparato sanitario se iba a servir, siendo estos datos aproximados a los recomendados por la NEC-CAP 16. Mostrados en la siguiente tabla XLII.

Tabla XLII Demanda de caudales, presiones y diámetro en aparatos de consumo

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

Fuente: NEC-CAP 16.

Los diámetros para los sub-ramales que se usaron fueron tomados de valores que dependen a los aparatos sanitarios a servir, siendo estos valores aproximados a los recomendados por NTE INEN 1369.

A continuación, se muestran los valores usados:

Tabla XLIII Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (ltrs/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		Recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera/tina	0.30	7.00	3.00	20.00
Bidet	0.10	7.00	3.00	16.00
Calentadores	0.30	15.00	10.00	20.00
ducha	0.20	10.00	3.00	16.00
fregadero cocina	0.20	5.00	2.00	16.00
fregadero para beber	0.10	3.00	2.00	16.00
grifo para manguera	0.2	7	3	16
inodoro con depósito	0.10	7.00	3.00	16.00
inodoro con fluor	1.25	15.00	10.00	25.00
lavabo	0.10	5.00	2.00	16.00
máquina de lavar ropa	0.20	7.00	3.00	16.00
maquina lava vajilla	0.20	7.00	3.00	16.00
urinario con fluxor	0.50	15.00	10.00	20.00
urinario con llave	0.15	7.00	3.00	16.00
sauna, turco, o hidromasaje domestico	1.00	15.00	10.00	25.00

Fuente: NEC-CAP 16

Tabla XLIV Resumen de Aparatos sanitarios usados en la vivienda

Aparato sanitario	Cantidades de muebles sanitarios	Caudal instantáneo mínimo (ltrs/s)	Caudal instantáneo mín. acum. (ltrs/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)	Diámetro (pulg)
				Recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)		
ducha	1	0.20	0.2	10	3	16	1/2
fregadero cocina	1	0.20	0.2	5	2	16	1/2
grifo para manguera	1	0.20	0.2	7	3	16	1/2
inodoro con depósito	1	0.10	0.1	7	3	16	1/2
lavabo	2	0.10	0.2	5	2	16	1/2
máquina de lavar ropa	1	0.20	0.2	7	3	16	1/2
	7		1.1				

Fuente: Propia

El valor de los diámetros para cada ramal de la vivienda se lo cálculo de acuerdo al valor acumulado de los aparatos sanitarios que afecta el ramal, tomando en cuenta un coeficiente de simultaneidad K_s , y así no tener un sistema sobre dimensionado, ya que se asume que no todos los aparatos están trabajando al mismo tiempo.

$$K_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \times (0.04 + 0.04 \times \text{Log}(\text{Log}(n)))$$

Ecuación 84 Coeficiente de simultaneidad.

Dado un F=2, para edificios habitacionales.

Tabla XLV Caudal probable en cada tramo

Tramo	De-Hasta	Aparatos sanitarios												Caudal total (ltrs/s)	Ks	Caudal Probable (ltrs/s)
		ducha		inodoro con depósito		lavabo		grifo para manguera		fregadero cocina		máquina de lavar ropa				
		Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)			
8	h-i	1	0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2	1	0.2	1	0.2	1.1	0.48	0.53
9	i-j	1	0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2	1	0.2	1	0.2	1.1		
10	j-k	1	0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2	1	0.2	1	0.2	1.1		
11	k-l	1	0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2			1	0.2	0.9		
12	l-m	1	0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2			1	0.2	0.9		
13	m-n	1	0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2					0.7		
14	n-o	1	0.2	1	0.1	1	0.1	1	0.2					0.6		
15	o-p	1	0.2	1	0.1	1	0.1	1	0.2					0.6		
16	p-q	1	0.2	1	0.1	1	0.1							0.4		
17	q-r			1	0.1	1	0.1							0.2		
18	r-s					1	0.1							0.1		

Fuente: Propia

Formula de continuidad:

$$Q = A \cdot V$$

Ecuación 85 Expresión de la continuidad.

Pérdidas de carga:

- Pérdidas de carga de tubería (material PVC):

$$h_f = m \times L \left(\frac{V^{1.75}}{D^{1.25}} \right)$$

Ecuación 86 Perdidas de cargas en las tuberías.

Donde m=0.004 de acuerdo la tabla 16.4 NEC-CAP16

- Pérdidas por velocidad:

$$h_v = \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación 87 Perdidas de velocidad.

- Pérdidas por accesorios: Método de longitudes equivalentes (material PVC)

$$L_e = \left(A x \left(\frac{D}{25.4} \right) \pm B \right) x \left(\frac{120}{C} \right)^{1.8519}$$

Ecuación 88 Perdidas por accesorios.

Para las constantes A y B la norma presenta:

Tabla XLVI Factores para el cálculo de longitudes equivalentes

Accesorio	Factor A	Factor B	
Codo de 45°	0.38	+	0.02
Codo radio largo 90°	0.52	+	0.04
Entrada normal	0.46	-	0.08
Reducción	0.15	+	0.01
Salida de tubería	0.77	+	0.04
Tee paso directo	0.53	+	0.04
Tee paso de lado y tee salida bilateral	1.56	+	0.37
Tee con reducción	0.56	+	0.33
Válvula de compuerta abierta	0.17	+	0.03
Válvula de globo abierta	8.44	+	0.50
Válvula de pie con criba	6.38	+	0.40
Válvula de retención	3.20	+	0.03

Fuente: NEC-CAP 16.

Flemant:

$$j = 4C \left(\frac{V^{1.75}}{D^{1.25}} \right)$$

Ecuación 89 Expresión de Flemant.

Se calcularon datos necesarios para tener la presión necesaria para poder abastecer el punto de consumo más alejado en la casa.

En el caso de este sistema el aparato sanitario más desfavorecido es la ducha, ya que se encuentra en la parte más lejana de la toma de agua y tiene una altura de 2 metros, la que tiene una presión recomendada de 10 m.c.a, caudal mínimo de 0.2 l/s y se asumió un diámetro de 3/4" (Tabla XLVI).

Tabla XLVII Resumen final de cada tramo

Tramo	De-Hasta	Q (l/s)	Q (m ³ /s)	Long. Horiz. (m)	Long. Vert. (m)	Le. (m)	φ (in)	φ (m)	V (m/s)	hf	hv (m.c.a)	C	j (m/m)	L. Total	J (m.c.a)	Presión (m.c.a)
8	h-i	0.53	0.000531	2.5	0	0.40	3/4	0.0191	1.86	0.42	0.18	0.0001	0.16771	2.90	0.486942	11.083
9	i-j	0.53	0.000531	2.95	0	0.20	3/4	0.0191	1.86	0.49	0.18	0.0001	0.16771	3.15	0.528574	12.283
10	j-k	0.53	0.000531	2.1	0	0.55	3/4	0.0191	1.86	0.35	0.18	0.0001	0.16771	2.65	0.443988	13.256
11	k-l	0.43	0.000434	1.2	1.1	0.26	3/4	0.0191	1.52	0.14	0.12	0.0001	0.11804	2.56	0.301952	14.918
12	l-m	0.43	0.000434	0.25	0.5	0.48	3/4	0.0191	1.52	0.03	0.12	0.0001	0.11804	1.23	0.14573	15.712
13	m-n	0.34	0.000338	0.65	1.1	0.56	3/4	0.0191	1.18	0.05	0.07	0.0001	0.07604	2.31	0.175698	17.109
14	n-o	0.29	0.000289	5.65	0	0.20	3/4	0.0191	1.02	0.33	0.05	0.0001	0.05806	5.85	0.339756	17.829
15	o-p	0.29	0.000289	0.2	0.5	0.48	3/4	0.0191	1.02	0.01	0.05	0.0001	0.05806	1.18	0.068776	18.462
16	p-q	0.19	0.000193	1.25	2	0.48	1/2	0.0127	1.52	0.24	0.12	0.0001	0.19595	3.73	0.7318	21.557
17	q-r	0.10	0.000096	0.85	0.4	0.42	1/2	0.0127	0.76	0.05	0.03	0.0001	0.05826	1.67	0.0971	22.133
18	r-s	0.05	0.000048	0.65	0.8	0.28	1/2	0.0127	0.38	0.01	0.01	0.0001	0.01732	1.73	0.029926	22.982

18.25

Fuente: Propia.

Para el abastecimiento de agua potable en una casa se tienen dos sistemas, lo que dependerá de la presión necesaria y la presión pública que se disponga. Concluyendo dos sistemas: directo y no directo, la primera conexión es desde la acometida a la vivienda, mientras que la segunda necesita una potencia extra.

Para este proyecto se asumió una presión pública de 25, y de acuerdo a la Tabla XLVII la presión necesaria que necesita la red de agua pública es de 22.98 m.c.a., por lo tanto, no es necesario una presión extra (sistema directo).

En el plano P1-HS se detalla los detalles de cada uno de los diámetros propuestos de cada tramo para la instalación de agua potable.

4.2.1.1.2. Diseño de aguas residuales

El principal objetivo de este diseño es certificar una rápida y eficaz evacuación de aguas negras evitando depósitos, impidiendo malos olores y microorganismos en el ambiente. La norma establece una pendiente mínima de 1% hasta un 15%.

Para las descargas se necesitan cajas de revisión domiciliarias cada 30m mínimo y para los cálculos necesarios se tomó como Clase 1 (viviendas unifamiliares) según dice la norma.

De acuerdo a la siguiente tabla se seleccionó los aparatos sanitarios que dispone este predio.

Tabla XLVIII Diámetro mínimo de descargas y Unidad de UEH para cada artefacto según su clase

	Clase	D.M.D.	U.E.H.
Water Closet (W.C.)	1	100	3
Water Closet (W.C.)	2	100	5
Water Closet (W.C.)	3	100	6
Lavatorio	1	38	1
Lavatorio	2 y 3	38	2
Baño tina	1	50	3
Baño tina	2 y 3	50	4
Baño Lluvia	1	40	2
Baño Lluvia multiple/ m	2 y 3	50	6
Bidet	1	50	1
Bidet	2 y 4	50	2
Urinario	2 y 3	38	1
Urinario pedestal	2 y 3	75	3
Urinario con tubería perforada / m	2 y 3	75	5
Lavaplatos con y sin lavavajillas	1 y 2	50	3
Lavaplatos restaurante	3	75	8
Lavacopas	1	50	3
Lavacopas	1 y 2	75	8
Lavaderos con o sin lavadoras	1	50	3
Lavaderos con máquinas lavadoras	1 y 2	75	6
Pileta con botagua	1 - 2 y 3	50	3

Fuente: NEC

Para edificios de hasta 2 pisos se tiene como referencias a la siguiente Tabla XLVIX:

Tabla XLIX Diámetros dependiendo del máximo U.E.H

Diámetro de la descarga (mm)	Máximo de U.E.H. en toda la descarga
50	18
75	48
100	240
125	540
150	960
200	2240
250	3000
300	4200

Fuente: NEC

A continuación, se presentan los datos para los aparatos sanitarios del predio.

Tabla L Aparatos sanitarios del predio

Aparato sanitario	Diámetro Mínimo de descarga	Unidad de Equivalencia Hidráulica
	D.M.D	U.E.H
W.C	100	3
Ducha	40	2
Lavatorio	100	3
Lavaplatos	50	3
Lavaderos con máquinas lavadoras	75	6

Fuente: Propia

Para escoger la pendiente en cada tramo se hizo referencia a la siguiente Tabla LI:

Tabla LI Pendiente según el diámetro de la tubería

Diámetro de Tuberías (mm)	Máximo de U.E.H. instaladas			
	I = 1%	I = 2%	I = 3%	I = 4%
Tubería Princial				
75	90	125	150	180
100	450	630	780	900
125	850	1200	1430	1700
150	1350	1900	2300	2700
175	2100	2900	3500	4150
200	2800	3900	4750	5600
250	4900	6800	8300	9800
300	8000	11200	13600	16800
Tubería Secundaria				
32	1	2	3	3
38	3	5	6	7
50	6	21	23	26
75	36	42	47	50
100	180	216	230	250
125	400	480	520	560
150	600	790	870	940
175	1130	1350	1470	1580
200	1600	1920	2080	2240
250	2700	3240	3520	3780
300	4200	5000	5500	6000

Fuente: NEC

Tabla LII Resumen de cada tramo con su respectivo diámetro y pendiente

Tramo	Artefacto que descarga	Longitud del tramo (m)	UEHs	Diámetro Mínimo (mm)	Diámetro Mínimo (in)	Pendiente	Diámetro (in)
1	Lavatorio	0.35	3	100	3.94	1%	4
2	Rejilla	0.35	5	100	3.94		4
3	WC	0.90	8	100	3.94		4
4	Ducha	0.95	10	100	3.94		4
5	Rejilla	0.40	2	100	3.94		4
6		2.65	12	100	3.94		4
7	Lavadero con lavadoras	3.95	18	100	3.94		4
8	Rejilla	0.60	2	100	3.94		4
9		1.55	20	100	3.94		4
10	Lavaplatos	0.6	23	100	3.94		4

Fuente: Propia

En el plano P1-SH se detalla los detalles de cada uno de los diámetros propuestos de cada tramo del diseño de desagüe del predio 1.

4.2.1.2. Predio 2

Para el diseño sanitario del predio 2 se usó el mismo método, ecuaciones y asunciones del predio 1.

Planta alta

Sistema para el suministro de agua potable

4.2.1.2.1. Distribución de caudal interno.

Los diámetros para los sub-ramales que se usaron fueron tomados de valores que dependen a los aparatos sanitarios a servir. A continuación, se muestran los valores usados:

Tabla LIII Resumen de Aparatos sanitarios usados en la vivienda

Aparato sanitario	Cantidades de muebles sanitarios	Caudal instantáneo mínimo (ltrs/s)	Caudal instantáneo mín. acum. (ltrs/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)	Diámetro (pulg)	Diámetro (pulg)
				Recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)			
ducha	1	0.20	0.2	10	3	16	0.63	1/2
fregadero cocina	1	0.20	0.2	5	2	16	0.63	1/2
grifo para manguera	1	0.20	0.2	7	3	16	0.63	1/2
inodoro con depósito	1	0.10	0.1	7	3	16	0.63	1/2
lavabo	2	0.10	0.2	5	2	16	0.63	1/2
máquina de lavar ropa	1	0.20	0.2	7	3	16	0.63	1/2

7

1.1

Fuente: Propia

Tabla LIV Caudal probable en cada tramo

Tramo	De-Hasta	Aparatos sanitarios												Caudal total (ltrs/s)	Ks	Caudal Probable (ltrs/s)
		ducha		inodoro con depósito		lavabo		grifo para manguera		fregadero cocina		máquina de lavar ropa				
		Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)			
7	b-c	1	0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2	1	0.2	1	0.2	1.1		
8	c-d		0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2			1	0.2	0.7		
9	d-e					1	0.1	1	0.2			1	0.2	0.5		
10	e-f							1	0.2					0.2		
11	e-g				1	1	0.1					1	0.2	0.3	0.48	0.53
12	g-h					1	0.1							0.1		
13	d-i		0.2	1	0.1	1	0.1							0.2		
14	i-j			1	0.1	1	0.1							0.2		
15	j-k					1	0.1							0.1		

Fuente: Propia

El aparato más desfavorecedor al igual que en el predio 1 es la ducha, con altura de 2 metros, presión recomendada de 10 m.c.a, caudal mínimo de 0.2 l/s y se asumió un diámetro de 3/4" (Tabla XLVI).

Tabla LV Resumen final de cada tramo

Tramo	De-Hasta	Q (ltrs/s)	Q (m3/s)	Long. Horiz. (m)	Long. Vert. (m)	Le. (m)	φ (in)	φ (m)	V (m/s)	hf	hv (m.c.a)	C	j (m/m)	L. Total	J (m.c.a)	Presión (m.c.a)
7	b-c	0.53	0.00053	0	4.11	0.40	3/4	0.019	1.86	0.00000	0.00001852	0.0001	0.1677076	4.51	0.75584	14.87
8	c-d	0.34	0.00034	0.2	1.1	0.29	3/4	0.019	1.18	0.01521	0.00001852	0.0001	0.0760391	1.59	0.12086	16.10
9	d-e	0.24	0.00024	0.8	0	0.29	3/4	0.019	0.85	0.03376	0.00001852	0.0001	0.0422001	1.09	0.04597	16.18
10	e-f	0.10	0.00010	0.7	0.5	0.40	1/2	0.013	0.76	0.04078	0.00000823	0.0001	0.0582575	1.60	0.09303	16.82
11	e-g	0.14	0.00014	0.3	0.8	0.40	1/2	0.013	1.14	0.03553	0.00000823	0.0001	0.1184435	1.50	0.1773	17.83
12	g-h	0.05	0.00005	0.4	1.1	0.59	1/2	0.013	0.38	0.00693	0.00000823	0.0001	0.0173201	2.09	0.03618	18.97
13	d-i	0.10	0.00010	8.5	2	0.20	3/4	0.019	0.34	0.07217	0.00001852	0.0001	0.0084902	10.70	0.09086	21.13
14	i-j	0.10	0.00010	0.9	0.65	0.42	1/2	0.013	0.76	0.05243	0.00000823	0.0001	0.0582575	1.97	0.11458	21.95
15	j-k	0.05	0.00005	1.65	0.95	0.34	1/2	0.013	0.38	0.02858	0.00000823	0.0001	0.0173201	2.94	0.05093	22.98

13.45

3.32

Fuente: Propia.

De acuerdo a la Tabla XLVII la presión necesaria que necesita la red de agua pública es de 22.98 m.c.a., por lo tanto, no es necesario una presión extra (sistema directo).

En el plano P1-HS se detalla los detalles de cada uno de los diámetros propuestos de cada tramo para la instalación de agua potable.

4.2.1.2.2. Diseño de aguas residuales

A continuación, se presentan los datos para los aparatos sanitarios del predio.

Tabla LVI Aparatos sanitarios del predio

Aparato sanitario	Díámetro Mínimo de descarga	Unidad de Equivalencia Hidráulica
	D.M.D	U.E.H
W.C	100	3
Ducha	40	2
Lavatorio	100	3
Lavaplatos	50	3
Lavaderos con máquinas lavadoras	75	6

Fuente: Propia

Para escoger la pendiente en cada tramo se hizo referencia a la siguiente Tabla LVII:

Tabla LVII Resumen de cada tramo con su respectivo diámetro y pendiente

Tramo	Artefacto que descarga	Longitud del tramo (m)	UEHs	Diámetro Mínimo (mm)	Diámetro Mínimo (in)	Pendiente	Diámetro (in)
1	Lavatorio	0.35	3	100	3.94	1%	4
2	Rejilla	0.35	5	100	3.94		4
3	WC	0.90	8	100	3.94		4
4	Ducha	0.95	10	100	3.94		4
5	Rejilla	0.40	2	100	3.94		4
6		2.65	12	100	3.94		4
7	Lavadero con lavadoras	3.95	18	100	3.94		4
8	Rejilla	0.60	2	100	3.94		4
9		1.55	20	100	3.94		4
10	Lavaplatos	0.6	23	100	3.94		4

Fuente: Propia

En el P2-PA-HS se detalla los detalles de cada uno de los diámetros propuestos de cada tramo del diseño de desagüe del predio 2 (Planta alta).

Planta baja

Sistema para el suministro de agua potable

4.2.1.2.3. Distribución de caudal interno.

Los diámetros para los sub-ramales que se usaron fueron tomados de valores que dependen a los aparatos sanitarios a servir. A continuación, se muestran los valores usados:

Tabla LVIII Resumen de Aparatos sanitarios usados en la vivienda

Aparato sanitario	Cantidades de muebles sanitarios	Caudal instantáneo mínimo (ltrs/s)	Caudal instantáneo mín. acum. (ltrs/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)	Diámetro (pulg)	Diámetro (pulg)
				Recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)			
ducha	1	0.20	0.2	10	3	16	0.63	1/2
fregadero cocina	1	0.20	0.2	5	2	16	0.63	1/2
grifo para manguera	1	0.20	0.2	7	3	16	0.63	1/2
inodoro con depósito	1	0.10	0.1	7	3	16	0.63	1/2
lavabo	2	0.10	0.2	5	2	16	0.63	1/2
máquina de lavar ropa	1	0.20	0.2	7	3	16	0.63	1/2

7

1.1

Fuente: Propia

Tabla LIX Caudal probable en cada tramo

Tramo	De-Hasta	Aparatos sanitarios												Caudal total (ltrs/s)	Ks	Caudal Probable (ltrs/s)
		ducha		inodoro con depósito		lavabo		grifo para manguera		fregadero cocina		máquina de lavar ropa				
		Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)			
8	b-c	1	0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2	1	0.2	1	0.2	1.1		
9	c-d	1	0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2	1	0.2	1	0.2	1.1		
10	d-e	1	0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2	1	0.2	1	0.2	1.1		
11	e-f	1	0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2			1	0.2	0.9		
12	f-g	1	0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2			1	0.2	0.9		
13	g-h	1	0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2					0.7	0.48	0.53
14	h-i	1	0.2	1	0.1	1	0.1	1	0.2					0.6		
15	i-j	1	0.2	1	0.1	1	0.1							0.4		
16	j-k			1	0.1	1	0.1							0.2		
17	k-l					1	0.1							0.1		

Fuente: Propia

El aparato más desfavorecedor al igual que en el predio 1 es la ducha, con altura de 2 metros, presión recomendada de 10 m.c.a, caudal mínimo de 0.2 l/s y se asumió un diámetro de 3/4" (Tabla XLVI).

Tabla LX Resumen final de cada tramo

Tramo	De-Hasta	Q (lts/s)	Q (m3/s)	Long. Horiz. (m)	Long. Vert. (m)	Le. (m)	φ (in)	φ (m)	V (m/s)	hf	hv (m.c.a.)	C	j (m/m)	L. Total	J (m.c.a.)	Presión (m.c.a.)
8	b-c	0.531	0.000531	2.5	0	0.40	3/4	0.0191	1.86	0.42	0.177	0.0001	0.1677076	2.90	0.4869421	11.08305
9	c-d	0.531	0.000531	2.95	0	0.20	3/4	0.0191	1.86	0.49	0.177	0.0001	0.1677076	3.15	0.528574	12.28321
10	d-e	0.531	0.000531	2.1	0	0.55	3/4	0.0191	1.86	0.35	0.177	0.0001	0.1677076	2.65	0.4439883	13.25622
11	e-f	0.434	0.000434	1.2	1.1	0.26	3/4	0.0191	1.52	0.14	0.118	0.0001	0.118043	2.56	0.3019523	14.91821
12	f-g	0.434	0.000434	0.25	0.5	0.48	3/4	0.0191	1.52	0.03	0.118	0.0001	0.118043	1.23	0.1457301	15.71183
13	g-h	0.338	0.000338	0.65	1.1	0.56	3/4	0.0191	1.18	0.05	0.072	0.0001	0.0760391	2.31	0.1756979	17.10857
14	h-i	0.289	0.000289	5.85	0.5	0.20	3/4	0.0191	1.02	0.34	0.053	0.0001	0.0580604	6.55	0.380398	18.38123
15	i-j	0.193	0.000193	1.25	2	0.48	1/2	0.0127	1.52	0.24	0.118	0.0001	0.195954	3.73	0.7318003	21.47636
16	j-k	0.096	0.000096	0.85	0.4	0.42	1/2	0.0127	0.76	0.05	0.030	0.0001	0.0582575	1.67	0.0971005	22.05257
17	k-l	0.048	0.000048	0.65	0.8	0.28	1/2	0.0127	0.38	0.01	0.007	0.0001	0.0173201	1.73	0.0299261	22.90116

18.25

Fuente: Propia.

De acuerdo a la Tabla XLVII la presión necesaria que necesita la red de agua pública es de 22.90 m.c.a., por lo tanto, no es necesario una presión extra (sistema directo).

En el plano P2-PA-HS se detalla los detalles de cada uno de los diámetros propuestos de cada tramo para la instalación de agua potable.

4.2.1.2.4. Diseño de aguas residuales

A continuación, se presentan los datos para los aparatos sanitarios del predio.

Tabla LXI Aparatos sanitarios del predio

Aparato sanitario	Diámetro Mínimo de descarga	Unidad de Equivalencia Hidráulica
	D.M.D	U.E.H
W.C	100	3
Ducha	40	2
Lavatorio	100	3
Lavaplatos	50	3
Lavaderos con máquinas lavadoras	75	6

Fuente: Propia

Para escoger la pendiente en cada tramo se hizo referencia a la siguiente Tabla LXII:

Tabla LXII Resumen de cada tramo con su respectivo diámetro y pendiente

Tramo	Artefacto que descarga	Longitud del tramo (m)	UEHs	Diámetro Mínimo (mm)	Diámetro Mínimo (in)	Pendiente	Diámetro (in)
1	Lavatorio	0.35	3	100	3.93700787	1%	4
2	Rejilla	0.35	5	100	3.93700787		4
3	WC	0.9	8	100	3.93700787		4
4	Ducha	0.95	10	100	3.93700787		4
5	Rejilla	0.4	2	100	3.93700787		4
6		2.65	12	100	3.93700787		4
7	Lavadero con lavadoras	3.95	18	100	3.93700787		4
8	Rejilla	0.6	2	100	3.93700787		4
9		1.55	20	100	3.93700787		4
10	Lavaplatos	0.6	23	100	3.93700787		4
11		5.7	46	150	5.90551181		5

Fuente: Propia

En el plano P2-HS se detalla los detalles de cada uno de los diámetros propuestos de cada tramo del diseño de desagüe del predio 2 (Planta baja).

4.2.1.3. Predio 3

Al igual que los predios anteriores se usó el mismo método, ecuaciones y asunciones.

Sistema para el suministro de agua potable

4.2.1.3.1. Distribución de caudal interno.

Los diámetros para los sub-ramales que se usaron fueron tomados de valores que dependen a los aparatos sanitarios a servir. A continuación, se muestran los valores usados:

Tabla LXIII Resumen de Aparatos sanitarios usados en la vivienda

Aparato sanitario	Cantidades de muebles sanitarios	Caudal instantáneo mínimo	Caudal instantáneo mínimo (acumulado)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)	Diámetro (pulg)
				Recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)		
ducha	2	0.2	0.4	10	3	16	1/2
fregadero cocina	1	0.2	0.2	5	2	16	1/2
grifo para manguera	1	0.2	0.2	7	3	16	1/2
inodoro con depósito	2	0.1	0.2	7	3	16	1/2
lavabo	2	0.1	0.2	5	2	16	1/2
máquina de lavar ropa	1	0.2	0.2	7	3	16	1/2
	9		1.4				

Fuente: Propia

Tabla LXIV Caudal probable en cada tramo

Tramo	De-Hasa	Aparatos sanitarios												Caudal total (ltrs/s)	Ks	Caudal Probable (ltrs/s)
		ducha		inodoro con depósito		lavabo		grifo para manguera		fregadero cocina		máquina de lavar ropa				
		Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)	Cant.	Q (ltrs/s)			
3	b-c	3	0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2	1	0.2	1	0.2	1.5	0.43	0.65
4	c-d	3	0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2	1	0.2	1	0.2	1.5		
5	d-e	3	0.2	1	0.1	2	0.1	1	0.2	1	0.2	1	0.2	1.5		
6	e-f	3	0.2	1	0.1	1	0.1	1	0.2	1	0.2	1	0.2	1.4		
7	f-g	3	0.2	1	0.1	1	0.1	1	0.2			1	0.2	1.2		
8	g-h	3	0.2	1	0.1	1	0.1	1	0.2			1	0.2	1.2		
9	h-i	2	0.2	1	0.1	1	0.1	1	0.2					0.8		
10	i-j	2	0.2	1	0.1			1	0.2					0.7		
11	j-k	2	0.2	1	0.1			1	0.2					0.7		
12	k-l	2	0.2	1	0.1									0.5		
13	l-m	2	0.2											0.4		
14	m-n	1	0.2											0.20		

Fuente: Propia

El aparato más desfavorecedor al igual que en el predio 1 es la ducha, con altura de 2 metros, presión recomendada de 10 m.c.a, caudal mínimo de 0.2 l/s y se asumió un diámetro de 3/4" (Tabla XLVI).

Tabla LXV Resumen final de cada tramo

Tramo	De-Hasta	Q (ltrs/s)	Q (m3/s)	Long. Horiz. (m)	Long. Vert. (m)	Le. (m)	φ (in)	φ (m)	V (m/s)	hf	hv (m.c.a)	C	j (m/m)	L Total	J (m.c.a)	Presión (m.c.a)
																10
3	b-c	0.65	0.000648	2.5	0	0.40	1	0.0254	1.28	0.15	0.08	0.0001	0.061	2.90	0.17609344	10.41113
4	c-d	0.65	0.000648	3.1	0	0.20	1	0.0254	1.28	0.19	0.08	0.0001	0.061	3.30	0.20024611	10.88279
5	d-e	0.65	0.000648	2.2	0	0.55	1	0.0254	1.28	0.13	0.08	0.0001	0.061	2.75	0.16662485	11.26626
6	e-f	0.60	0.000605	0.5	2.2	0.77	1	0.0254	1.19	0.03	0.07	0.0001	0.054	3.47	0.18672732	13.75252
7	f-g	0.52	0.000518	0.8	2	0.89	3/4	0.01905	1.82	0.13	0.17	0.0001	0.161	3.69	0.59358684	16.64359
8	g-h	0.52	0.000518	0.3	0.8	0.48	3/4	0.01905	1.82	0.05	0.17	0.0001	0.161	1.58	0.2550302	17.91562
9	h-i	0.35	0.000346	0.75	1.1	0.48	3/4	0.01905	1.21	0.06	0.07	0.0001	0.079	2.33	0.18481151	19.33479
10	i-j	0.30	0.000302	2.4	0	0.14	3/4	0.01905	1.06	0.15	0.06	0.0001	0.063	2.54	0.1591065	19.70171
11	j-k	0.30	0.000302	0.6	1.1	0.36	3/4	0.01905	1.06	0.04	0.06	0.0001	0.063	2.06	0.12902316	21.02575
12	k-l	0.22	0.000216	0.95	0.5	0.36	3/4	0.01905	0.76	0.03	0.03	0.0001	0.035	1.81	0.06291032	21.65099
13	l-m	0.17	0.000173	2.95	1.1	0.74	1/2	0.0127	1.36	0.48	0.09	0.0001	0.161	4.79	0.77423345	24.09653
14	m-n	0.09	0.000086	0.3	0.5	0.26	1/2	0.0127	0.68	0.01	0.02	0.0001	0.048	1.06	0.05079654	24.68546

17.35

Fuente: Propia.

De acuerdo a la Tabla XLVII la presión necesaria que necesita la red de agua pública es de 24.68 m.c.a., por lo tanto, no es necesario una presión extra (sistema directo).

En el plano P3-HS se detalla los detalles de cada uno de los diámetros propuestos de cada tramo para la instalación de agua potable.

4.2.1.3.2. Diseño de aguas residuales

A continuación, se presentan los datos para los aparatos sanitarios del predio.

Tabla LXVI Aparatos sanitarios del predio

Aparato sanitario	Diámetro Mínimo de descarga	Unidad de Equivalencia Hidráulica
	D.M.D	U.E.H
W.C	100	3
Ducha	40	2
Lavatorio	100	3
Lavaplatos	50	3
Lavaderos con máquinas lavadoras	75	6

Fuente: Propia

Para escoger la pendiente en cada tramo se hizo referencia a la siguiente tabla:

Tabla LXVII Resumen de cada tramo con su respectivo diámetro y pendiente

Tramo	Artefacto que descarga	Longitud del tramo (m)	UEHs	Diámetro Mínimo (mm)	Diámetro Mínimo (in)	Pendiente	Diámetro (in)
1	Rejilla	1.2	2	100	3.94	1%	4
2	ducha	0.85	4	100	3.94		4
3		2.40	4	100	3.94		4
4	Rejilla	0.85	2	100	3.94		4
5	Lavatorio	0.85	3	100	3.94		4
6	W.C	3.5	12	100	3.94		4
7	Rejilla	1.7	2	100	3.94		4
8	Lavadero con lavadora	0.80	8	100	3.94		4
9	ducha	0.45	2	100	3.94		4
10		0.65	12	100	3.94		4
11	Lavatorio	0.6	3	100	3.94		4
12	Rejilla	1.5	27	100	3.94		4
13		4.5	29	100	3.94		4

19.85

Fuente: Propia

En el plano P3-HS se detalla los detalles de cada uno de los diámetros propuestos de cada tramo del diseño de desagüe del predio 3 (Planta alta).

CAPÍTULO V

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Introducción

El estudio del impacto ambiental es un requisito que debe tener una obra civil iniciando con la etapa de pre-factibilidad. Este proceso se realiza para controlar y mitigar los riesgos ambientales que se producen antes, durante y después de la construcción.

En la actualidad, la parroquia Ricaurte requiere viviendas sismo resistentes, y la única alternativa que el G.A.D. parroquial tiene como posible área de construcción es un espacio destinado para áreas verdes que pertenece a la Urbanización Lila Mansilla.

Este problema se piensa compensar con el diseño de un parque que tendrá espacios de recreación, sectores ecológicos con árboles endémico y mejorará la visión del entorno. De igual forma, la construcción de una edificación sin importar la escala siempre generará un impacto ambiental.

5.2. Objetivos

5.2.1. Objetivo general

- Evaluar los impactos ambientales producidos por las fases de construcción y operación en el diseño de viviendas sismo resistentes en la parroquia Ricaurte, Chone.

5.2.2. Objetivos específicos

- Estimar los impactos más significativos que se generan en las actividades de logística, construcción y operación.
- Identificar los posibles impactos al medio físico, biótico y socio-económicos que pueden originarse en el desarrollo del proyecto.
- Determinar las áreas con influencias directas e indirectas que son afectadas por las actividades realizadas.
- Elaborar el respectivo Plan de Manejo Ambiental, con medidas preventivas para actividades que generaren un mayor impacto.

5.3. Metodología

Para identificar y evaluar el impacto ambiental que generará la construcción de las viviendas, se presenta el análisis en las dos fases:

- Construcción.
- Operación.

El método utilizado será analizado con las siguientes matrices:

Matriz Extensión (Ex)

Analiza el sector donde se produce un impacto territorial, y tiene la siguiente ponderación:

- 1 Impactos puntuales

5 Impactos locales (parcial)

10 Impactos regionales (extensa)

Matriz Intensidad (I)

Mide la magnitud que genera la acción de cambio en el ambiente, tiene la siguiente ponderación del 1 al 10, siendo:

1 Impactos de baja incidencia

10 Impactos de alta incidencia

0 Impactos imperceptibles o leves

Matriz Duración (D)

Estima la duración (años) de efectos que se generan por las diferentes actividades, su ponderación es:

0 No Aplica

1 Impactos menores a 5 años o efímeros

5 Impactos de más de 5 años, pero menos de 10 años

10 Impactos de más de 10 años

Matriz de Bondad e Impacto (I)

Se compara como impacto positivo o negativo, su ponderación es:

0 Para actividades que no generan impacto sobre el curso

+1 Para actividades que causan un impacto positivo

-1 Para actividades que causan un impacto negativo

Matriz Magnitud (M)

Multiplicación de las matrices anteriores afectadas por factores de importancia.

$$M = \pm S[(F_I * I) + (F_{Ex} * E_x) + (F_D * D)]$$

Ecuación 90 Expresión de magnitud de momento.

$$F_I + F_{Ex} + F_D = 1$$

Ecuación 91 Factores para determinar la matriz de magnitud.

Tabla LXVIII Factores de importancia para obtener la matriz de magnitud

Factor Intensidad FI	0.6
Factor Extensión FEx	0.3
Factor Duración FD	0.1

Fuente: Propia

Matriz Riesgo (RG)

Efecto del impacto al medio analizado, dependiendo de las actividades, su ponderación es:

0 Cuando no aplica

1 Baja ocurrencia

5 Media ocurrencia

10 Alta ocurrencia

Matriz Reversibilidad (RV)

Posibilidad de un efecto sea transformable a su estado original de forma natural después de un tiempo considerado, su ponderación es:

- 0 Cuando no aplica
- 1 Impactos reversibles
- 5 Impactos parcialmente reversibles
- 8 Impactos reversibles a largo plazo
- 10 Impactos irreversibles

Matriz Valoración de Impacto Ambiental (VIA)

Multiplicación de las matrices (M, RV, RG) afectadas por factores de importancia.

$$VIA = [RV]^{FRV} * [RG]^{FRG} * [M]^{FM}$$

Ecuación 92 Expresión para determinar la matriz vía.

$$F_{RV} + F_{RG} + F_M = 1$$

Ecuación 93 Coeficientes para determinar la matriz vía.

Tabla LXIX Factores de importancia para obtener la matriz de Valoración de Impacto

Factor Magnitud M	0.8
Factor Reversibilidad RV	0.1
Factor Riesgo RG	0.1

Fuente: Propia

5.4. Marco legal

Este documento se realizó siguiendo leyes, reglamentos y ordenanzas nacionales y municipales para la ubicación del proyecto urbanístico Lila Mansilla.

5.4.1. Legislación y normativa ambiental nacional.

Constitución de la República del Ecuador (R.O. N°449 publicada el 20 de octubre del año 2008)

Se hará referencia a los siguientes artículos: art. 14, art. 73, art. 395, art. 396, art. 398 y art. 390. En síntesis, estos artículos reconocen el derecho a las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, pero el estado aplicará medidas para precautelar actividades que afecten a las especies en peligro de extinción garantizando un modelo sustentable de desarrollo, conservando la biodiversidad y regeneración de los ecosistemas sin olvidar las políticas que restringen los impactos ambientales negativos. (Constitución de la República del Ecuador , 2011)

Reglamento para el Manejo de los Desechos Sólidos: art. 1, art. 18 y art. 21, los cual indican el drenaje efectivo de líquidos con un correcto uso de accesorios y todas las habitaciones en especial las de almacenamiento, deben tener las conexiones para los servicios básicos

y el respectivo cuidado por ser área de almacenamiento con autoridad de acceso restringido al personal no autorizado. (Ministerio de Salud Pública , 1997)

Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental TEXTO UNIFICADO LEGISLACIÓN SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, LIBRO VI. Decreto Ejecutivo No. 3516. RO/ Sup 2 de 31 de marzo del 2003: art. 13 y art. 15. Establecen una metodología para medir los impactos ambientales en función a las actividades o proyectos propuestos sin olvidar los objetivos de la evaluación de impactos ambientales. (TULSMA, 2003)

5.5. Descripción del proyecto

La urbanización Lila Mansilla se desarrolló sobre la parroquia Ricaurte, cantón Chone, sus coordenadas son Latitud $-0^{\circ}34'57.08''$ N y Longitud $-80^{\circ}2'25.68''$ W y la superficie total es de 13324.50 m².



Figura 5.1 Vista en planta de la Urbanización Lila Mansilla, cantón Chone, provincia Manabí.
Fuente: Propia

5.6. Distribución de áreas y especificaciones técnicas

Tabla LXX Resumen de las áreas usadas

Área total	13324.50 m ²
Área residencial	5200.00 m ²
Área verde	5029.50 m ²
Área peatonal	2877.50 m ²
Área de parqueo	217.50 m ²

Fuente: Propia

Áreas verdes: Las áreas verdes del conjunto residencial estarán compuestas por: parque como espacio recreativo, contorno del parterre y veredas de las viviendas.

Áreas peatonales: están destinada a la movilidad de los habitantes del complejo y personas que requieran de un espacio de armonía con el ambiente en el parque.

5.7. Resultados de las actividades en los medios analizados

Tabla LXXI Resumen los impactos de las actividades

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIÓTICOS						MEDIO BIÓTICO				FACTORES SOCIOECONÓMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUP.	SUB.		RUIDO	POLVO	GAS	ACUÁT.	TERR.	ACUÁT.	TERR.		
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA			X		X			X		X	X	
	OBRAS PROVISIONALES	X	X	X	X	X			X		X	X	
	EXCAVACIÓN PARA CIMENTOS	X	X	X	X	X			X		X	X	
	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL IMPORTADO	X		X	X	X			X		X	X	
	CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS	X		X	X	X			X		X	X	
	TRANSPORTE DE MATERIALES				X	X			X			X	
	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	X	X	X	X	X			X		X	X	X
	DESALOJO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS			X	X	X			X		X	X	X
	DISEÑO DE VÍA	X	X	X	X	X			X		X	X	X
USO Y MANTENIMIENTO	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	X		X			X				X	X	X
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES EXTERNAS	X		X			X				X	X	X
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS	X		X			X				X	X	X
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS EXTERNAS	X		X			X				X	X	X

Fuente: Propia

Tabla LXXII Matriz de magnitud de impacto

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIÓTICOS						MEDIO BIÓTICO				FACTORES SOCIOECONÓMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	-4.6	0	-2.8	0	0	-4.6	0	-6.4	4.6	0
	OBRAS PROVISIONALES	-4	-2.2	-5.2	-5.2	-4	0	0	-4	0	-4	4.6	0
	EXCAVACIÓN PARA CIMENTOS	-2.8	-1.6	-5.2	-2.8	-4	0	0	-3.4	0	-2.8	5.2	0
	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL IMPORTADO	-4.6	0	-5.2	-5.2	-5.8	0	0	-3.4	0	-3.4	4.6	0
	CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS	-2.8	0	-4	-4.6	-4.6	0	0	-3.4	0	-3.4	5.2	0
	TRANSPORTE DE MATERIALES	0	0	0	-5.8	-5.2	0	0	-3.4	0	0	5.2	0
	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	-4.6	-1	-3.4	-5.8	-4	0	0	-3.4	0	-4	5.2	5.8
	DESALOJO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS	0	0	-3.4	-4.6	-4	0	0	-3.4	0	-3.4	5.2	6.4
DISEÑO DE VÍA	-5.2	-2.2	-6.4	-6.4	-5.2	0	0	-3.4	0	-2.8	5.2	5.2	
USO Y MANTENIMIENTO	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	-1.6	0	-2.2	0	0	-4	0	0	0	-1.9	5.2	4
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES EXTERNAS	-1.6	0	-2.2	0	0	-4	0	0	0	-1.9	4.6	3.4
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS	-1.6	0	-2.2	0	0	-4.6	0	0	0	-2.5	5.2	4
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DISEÑOS SÓLIDOS EXTERNAS	-1.6	0	-2.2	0	0	-4.6	0	0	0	-2.5	4.6	3.4

Fuente: Propia

Tabla LXXIII Matriz de valoración de impacto ambiental

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIÓTICOS						MEDIO BIÓTICO				FACTORES SOCIOECONÓMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0.00	0.00	5.39	0.00	4.28	0.00	0.00	5.39	0.00	6.42	5.39	0.00
	OBRAS PROVISIONALES	5.03	3.88	5.74	5.74	5.03	0.00	0.00	5.03	0.00	5.03	5.39	0.00
	EXCAVACIÓN PARA CIMENTOS	4.28	3.46	5.74	4.28	5.03	0.00	0.00	4.66	0.00	4.28	5.74	0.00
	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL IMPORTADO	5.39	0.00	5.74	5.74	6.08	0.00	0.00	4.66	0.00	4.66	5.39	0.00
	CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS	4.28	0.00	5.03	5.39	5.39	0.00	0.00	4.66	0.00	4.66	5.74	0.00
	TRANSPORTE DE MATERIALES	0.00	0.00	0.00	6.08	5.74	0.00	0.00	4.66	0.00	0.00	5.74	0.00
	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	5.39	3.00	4.66	6.08	5.03	0.00	0.00	4.66	0.00	5.03	5.74	6.08
	DESALOJO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS	0.00	0.00	4.66	5.39	5.03	0.00	0.00	4.66	0.00	4.66	5.74	6.42
DISEÑO DE VÍA	5.74	3.88	6.42	6.42	5.74	0.00	0.00	4.66	0.00	4.28	5.74	5.74	
USO Y MANTENIMIENTO	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	3.46	0.00	3.88	0.00	0.00	5.03	0.00	0.00	0.00	3.67	5.74	5.03
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES EXTERNAS	3.46	0.00	3.88	0.00	0.00	5.03	0.00	0.00	0.00	3.67	5.39	4.66
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS	3.46	0.00	3.88	0.00	0.00	5.39	0.00	0.00	0.00	4.08	5.74	5.03
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DISEÑOS SÓLIDOS EXTERNAS	3.46	0.00	3.88	0.00	0.00	5.39	0.00	0.00	0.00	4.08	5.39	4.66

Fuente: Propia

De las tablas anteriores se puede concluir:

- Diseño de una vía es la actividad que más afecta a los medios analizados (medios abióticos y bióticos), pero genera un impacto positivo en el factor socio económico en el sector.
- Construcción de viviendas genera un impacto negativo en el medio ambiente, pero el impacto positivo como fuente de empleo y la regeneración de un área verde mitigan el impacto, y se lo puede considerar como un beneficio para la comunidad.
- El uso y mantenimiento en la producción y captación de las aguas residuales domésticas evitan la contaminación del meandro ubicado a pocos metros de la urbanización y la proliferación de las enfermedades.

En síntesis, al aumentar casa a la urbanización se generará impactos negativos leves, los cuales serán compensados por otros factores, tales como: viviendas sismo resistentes, espacio de recreación, contacto con la naturaleza y disminuciones del dióxido de carbono por implantar árboles endémicos del medio.

5.8. Plan de manejo ambiental

5.8.1.1. Plan de gestión de desechos solidos

Fuente: Cada una de las actividades realizadas tendrán varios escombros de hormigón, madera, pedazos de metal, pedazos de plásticos, restos de aditivos, desechos en la limpieza del mixe.

También se generará desechos por en el momento del desbroce y desperdicios de las máquinas de trabajo.

Cantidad: Esta obra se necesitan una cantidad considerable de trabajadores, por lo tanto, esta cantidad es proporcional a la cantidad de desechos sólidos que se generen y la cantidad también dependerá de cuantas actividades se realicen en el día y cuantas horas trabajen.

Tipo de desechos: Los desechos que se generan son no peligrosos, por lo tanto, solo se necesitará una recolección básica.

Almacenamiento: Los desperdicios no peligrosos son recolectados en un centro de acopio en contenedores que deberán estar alejados de drenajes y localizados en zonas planas para evitar el derrame de lixiviados.

Destino Final: Se deberá solicitar al departamento encargado del aseo y recolección de desperdicio la debida recolección y disposición final, llevando los desechos no peligrosos a un relleno sanitario.

Minimizar: Se tratará de reutilizar los desechos como madera, metal y si se puede el hormigón como agregado, lo cual reducirá sustancialmente los desechos.

5.8.2. Plan de monitoreo ambiental

Ruido: Se deberá monitorear con frecuencia moderada y generar un informe técnico con recomendaciones técnicas y medidas de control pensando en la salud de los afectados directa o indirectamente, los que tendrán que estar acorde con los reglamentos vigentes.

Recurso aire: Para un adecuado monitoreo se necesitará elaborar un informe técnico con medidas de control y recomendaciones, tomando en cuenta las normativas actuales que existan. También es importante hacer evaluaciones continuas de la calidad del aire durante la etapa de construcción con ayuda de equipos especializados en estos estudios.

Este monitoreo se recomienda que se haga con una frecuencia.

Recurso Agua: Es importante evaluar el agua de consumo que se tenga, mediante monitoreo, junto a esto se deberá efectuar un control adecuado para las aguas residuales y dar un informe técnico con medidas de control y recomendaciones, uno de estos controles será la cantidad de cloro que se use, coliformes fecales y totales de cada mes, para así compararlos con la normativa.

Fauna y Flora: Se necesitará monitorear frecuentemente la fauna y flora que se mantiene durante la construcción, ya que se verá afectada, para esto se deberá emitir un informe técnico con medidas de control y recomendaciones, para disminuir la afectación y dar soluciones donde se pueda dar otra opción de área para estas especies no se vean totalmente afectadas en su habitat.

5.8.3. Plan de contingencias

Se detallarán algunos eventos que tendrán probabilidad de ocurrencia directa con la etapa de construcción del proyecto.

Accidentes laborales: Durante toda la actividad del proyecto se tendrá que contar con todos los equipos necesarios para la seguridad de las personas implicadas, sea para actividades manuales o en la ocupación de los vehículos de transporte y maquinaria pesada que sean usadas en

la etapa de construcción. Se deberá dar un adecuado y frecuente mantenimiento a maquinaria y la debida capacitación al personal adecuado. La capacitación a todo el personal que se encuentre presente en esta etapa de construcción se deberá capacitar, para así evitar accidentes personales y proteger la vida.

El estudio de estos riesgos se deberá llevar un control con una persona profesional en este tema, que sea capaz de tomar las medidas necesarias para prevenir y controlar a corto y largo plazo cada proceso de control.

Se contará con el respectivo botiquín de emergencia.

Incendios: Para la prevención de incendios en la etapa de construcción se necesitará capacitación específica con este problema, para que cada personal pueda tener una respuesta rápida y comunicación adecuada con brigadas especializadas más cercanas al sector del proyecto.

Sismos: Debido a que Ecuador se encuentra en una zona sísmica alta, y en la ciudad donde se realizará el proyecto también se encuentra cerca de las zonas más vulnerables, será necesario entrenar al personal para una adecuada respuesta ante un fenómeno de esta magnitud, y ser

capaces de tener una comunicación inmediata a brigadas de emergencias si es necesario.

5.8.4. Plan de educación ambiental

Dentro de la obra: Se capacitará al personal para la debida utilización y colocación de los equipos de protección, así como la adecuada utilización de las herramientas y equipos de trabajo.

La capacitación necesaria a los operadores de maquinarias de construcción para que se produzca lo mínimo en impactos ambientales, como polvo, ruido, entre otros.

Señalética: Se instruirá a todo el personal sobre el significado de los diferentes colores y símbolos de las señales.

Se colocará señales en cada uno de los lugares donde se deberá depositar cada uno de los desechos tanto peligrosos como no peligrosos, así como las diferentes salidas de emergencia para alguna catástrofe natural o tecnológica, emergencia que se produzca en el lugar.

Fuera de la obra

Se deberá establecer las zonas donde se depositarán los desperdicios que no se reutilizaran, así como los lugares donde se colocara el material que se extrajo de la obra. También se deberá realizar capacitaciones a los moradores para cualquier tipo de emergencia que se produzca en el lugar, y comunicar a las personas cercanas al lugar los beneficios que la obra les traerá a ellos en el momento que esté operando, así como los beneficios que se le dará en la fase de construcción.

5.8.5. Medidas de mitigación

- Construcción de centro provisional para algún accidente o emergencia que se genere y dar los primeros controles en el sitio.
- Compra de medicina e implementos médicos para emergencias.
- Disponer de áreas adecuadas para la evacuación en caso de sismos.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El proyecto está ubicado en una gran planicie que se inunda frecuentemente. Chone es una de las poblaciones más afectadas cuando ocurren fuertes precipitaciones.
- Debido a que se trata de un gran depósito de suelos en un área rodeada de elevaciones presenta un comportamiento sísmico que tiende a destruir las edificaciones allí existentes. Esta situación se evidenció en los eventos sísmicos ocurridos en abril del 2016.
- En área elegida para el proyecto está ubicada en los bordes y es uno de los muy pocos terrenos que no sufre inundaciones, por lo que posee condiciones especiales y que se considera que deben ser aprovechables en un proyecto de vivienda.
- El criterio fundamental que se aplica en el presente proyecto es determinar la mayor cantidad posible de soluciones habitacionales, seguras, que sean posibles de construir en condiciones económicas factibles.

- Para determinar la alternativa más conveniente se analizaron varios tipos de vivienda considerando una y dos plantas.
- Las alternativas que se proponen los siguientes materiales de construcción:
 - Hormigón
 - Acero
 - Mixta (hormigón y acero)
- Debido al análisis de precios unitarios, el diseño de viviendas de acero no se escogió como la alternativa más óptima, adjunto a eso, se desaprovecha la capacidad del acero por el cual son usualmente empeladas (edificaciones con grandes luces). Al mismo tiempo, este tipo de estructura necesita un mantenimiento por corrosión, verificación de conexiones, entre otras y eso lo debe realizar personas capacitadas en el tema (profesionales).
- El costo de las alternativas, la rigidez de la estructura de hormigón en un evento telúrico, y la actividad social que puede producir las construcciones, se utilizó como justificación para escoger el material de construcción (hormigón armado).

- Se empleó el hormigón armado como material de construcción para las nuevas viviendas de la urbanización.
- La finalidad de aumentar casas para la urbanización, se dió para generar un impacto positivo, por esta razón se propuso un diseño de un parque que permita la integración de las familias.
- En el análisis de la distribución de las casas, dio un total de 50 departamentos independientes, donde se utilizaron los 3 diseños de casas.
- Los diseños estructurales de cada casa se enfocaron en las necesidades actuales de la comunidad, para aprovechar al máximo el espacio de estudio el predio 2, consta de dos departamentos individuales, es decir, que en un terreno que usualmente vive una familia, se aprovechara con dos familias. Si no es de agrado la idea anterior se propuso el predio 1, el cual solo es una casa de una planta (unifamiliar); el predio 3 al igual que el predio 1 es unifamiliar, con la diferencia que está diseñado para personas discapacitadas (uso de silla de ruedas).
- En este trabajo se visitó la Parroquia Ricaurte, y se dialogó con el presidente de la Junta Parroquial, en la actualidad el proyecto que se necesita es la creación de casas y la única alternativa de construcción por parte del GAD es el área propuesta en este estudio. Debido a lo mencionado se

presentará el trabajo finalizado (cálculos, diseños y planos) como una alternativa, para que este proyecto sea un ejemplo de análisis que se deben seguir cuando se requiera construir una casa con propiedades sismo resistentes.

RECOMENDACIONES

- Para el diseño se consideró una capacidad admisible de suelo de 25T/m², siendo este valor escogido de acuerdo a las características físicas del terreno y además se tiene una formación geológica, porque no se consiguió un estudio completo, por esta razón se recomienda realizar un estudio de suelo para determinar características físicas y geológicas, en caso de ser necesario recalcular los diseños con datos obtenidos en el estudio de campo.
- Se recomienda poner una malla electrosoldada de 150x150x10 mm en las paredes internas de las casas para obtener un sistema más resistente, es decir, un muro que absorberá en mayor magnitud la fuerza sísmica. El espesor del enlucido debe ser aproximadamente 3 cm.
- En caso de construir todas las viviendas, es recomendable usar paredes portantes porque se puede construir en serie varias viviendas reutilizando el encofrado. Además, aceleran el tiempo de construcción, mayor resistencia sísmica por tener paredes y losas monolíticas, entre otras.

- Si el proyecto llega a la fase constructiva, se recomienda seleccionar como mano de obra a personas con experiencia en este tipo de construcciones (dado preferencia a residentes de la parroquia) para cada actividad específica, y así poder concluir con un proyecto de calidad.

ANEXOS

ANEXO A CÁLCULO Y DISEÑO DE PREDIO EN HORMIGÓN ARMADO



Figura Secciones de elementos estructurales Viga (NIVEL+3.00 m).

Losa de steel panel: espesor de hormigón 5.0 cm, placa colaborante 1mm

Fuente: Propia



Figura Secciones de elementos estructurales Viga (NIVEL+6.00 m).
 Losa de steel panel: espesor de hormigón 5.0 cm, placa colaborante 1mm
Fuente: Propia

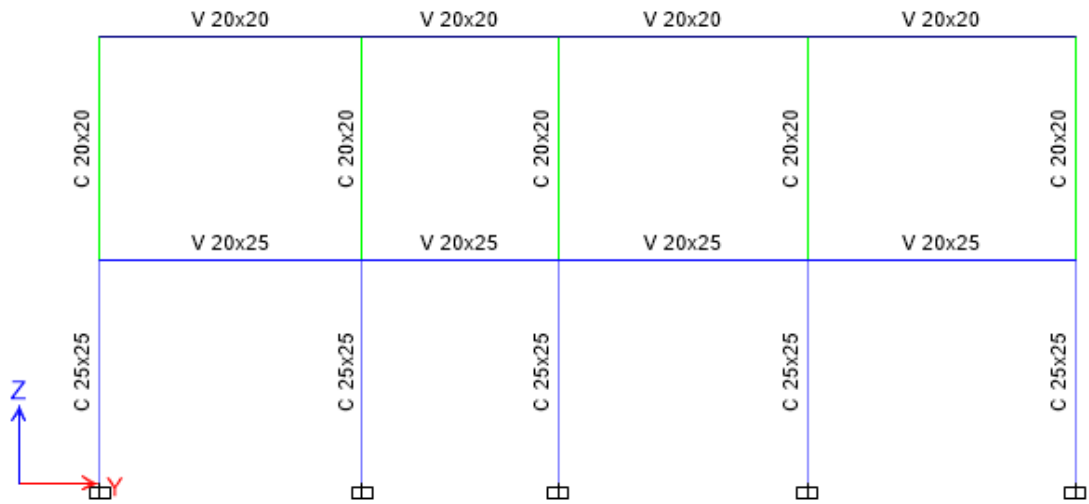


Figura Secciones de elementos estructurales Columnas (EJE A,B,C).
Fuente: Propia

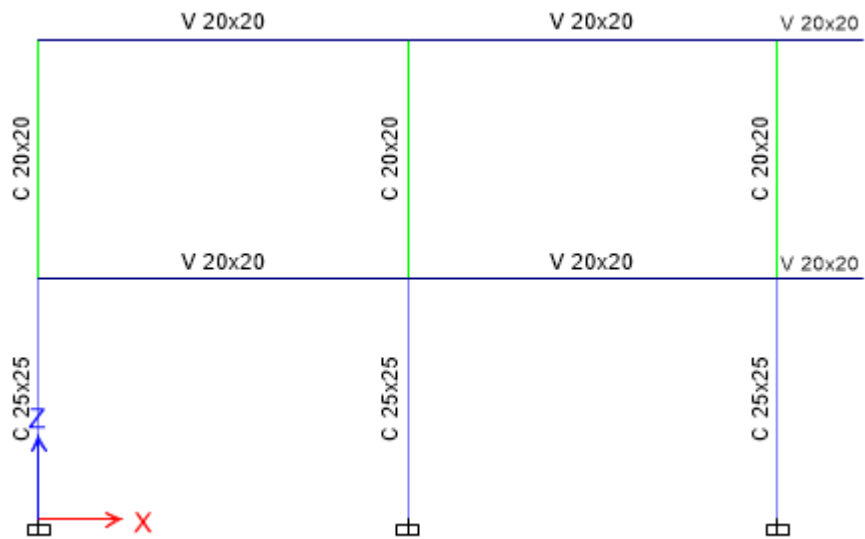


Figura Secciones de elementos estructurales Columnas (EJE 1,2,3,4,5).
Fuente: Propia

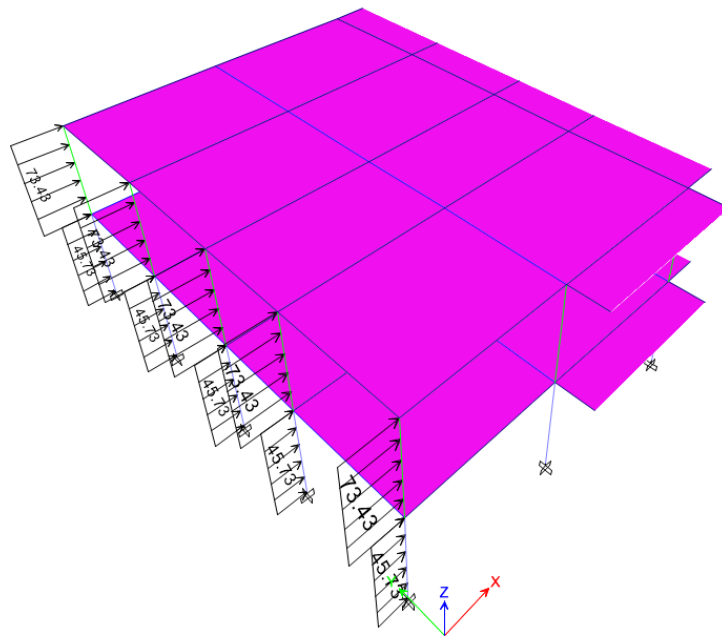


Figura Carga de viento, sentido Este
Fuente: Propia

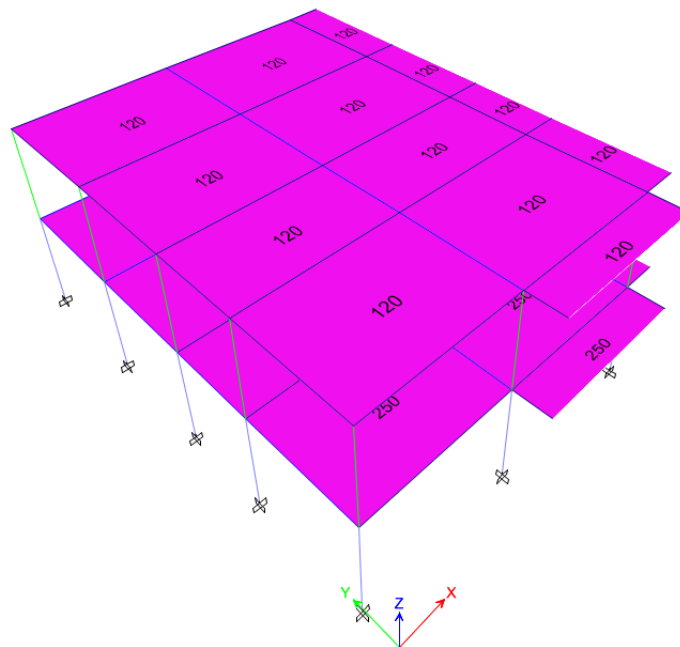


Figura Carga muerta distribuida en cada paño de losa
Fuente: Propia

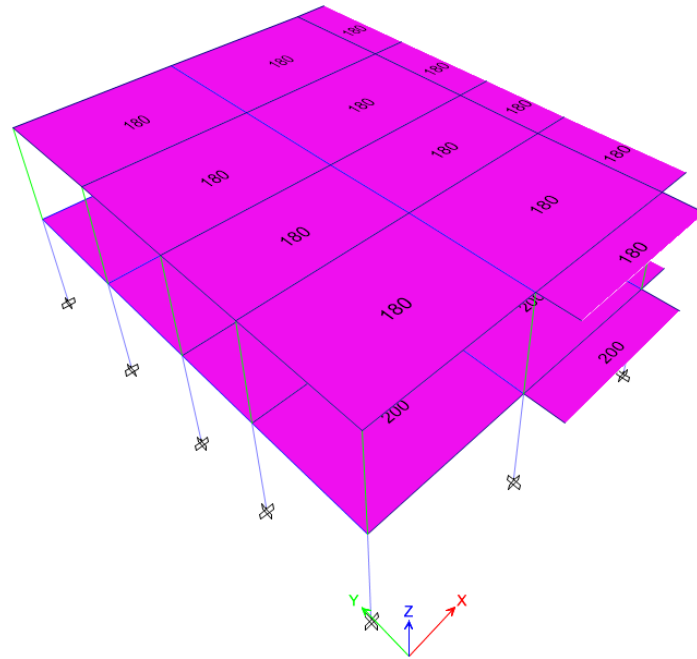


Figura Carga viva distribuida en cada paño de losa
Fuente: Propia

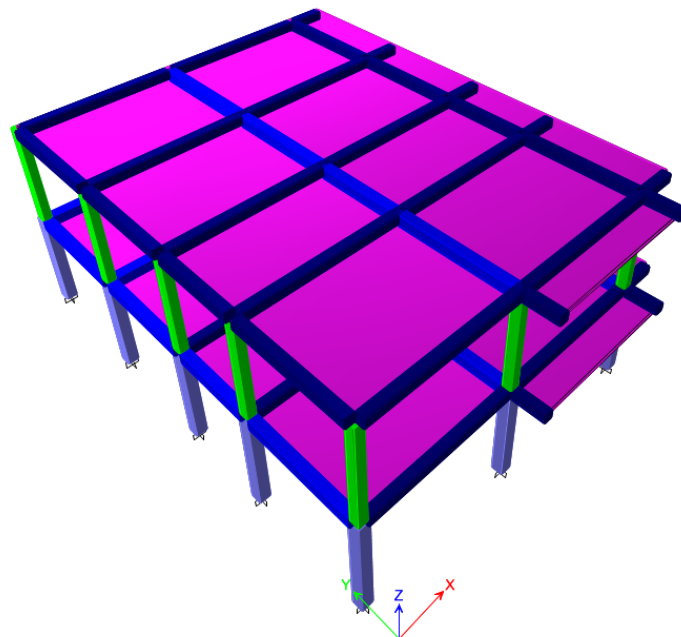


Figura Modelo del predio 2, sentido Sureste (3D).
Fuente: Propia

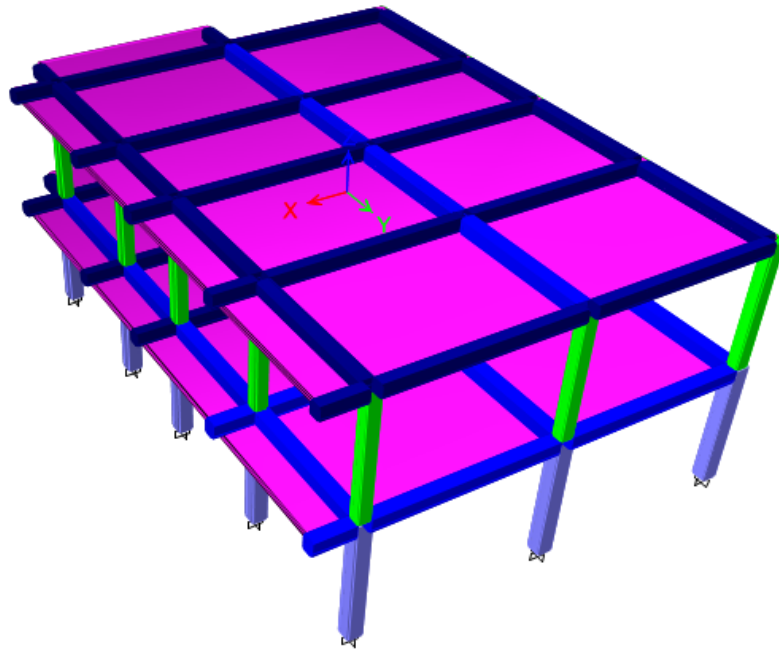


Figura Modelo del predio 2, sentido Noroeste (3D).
Fuente: Propia

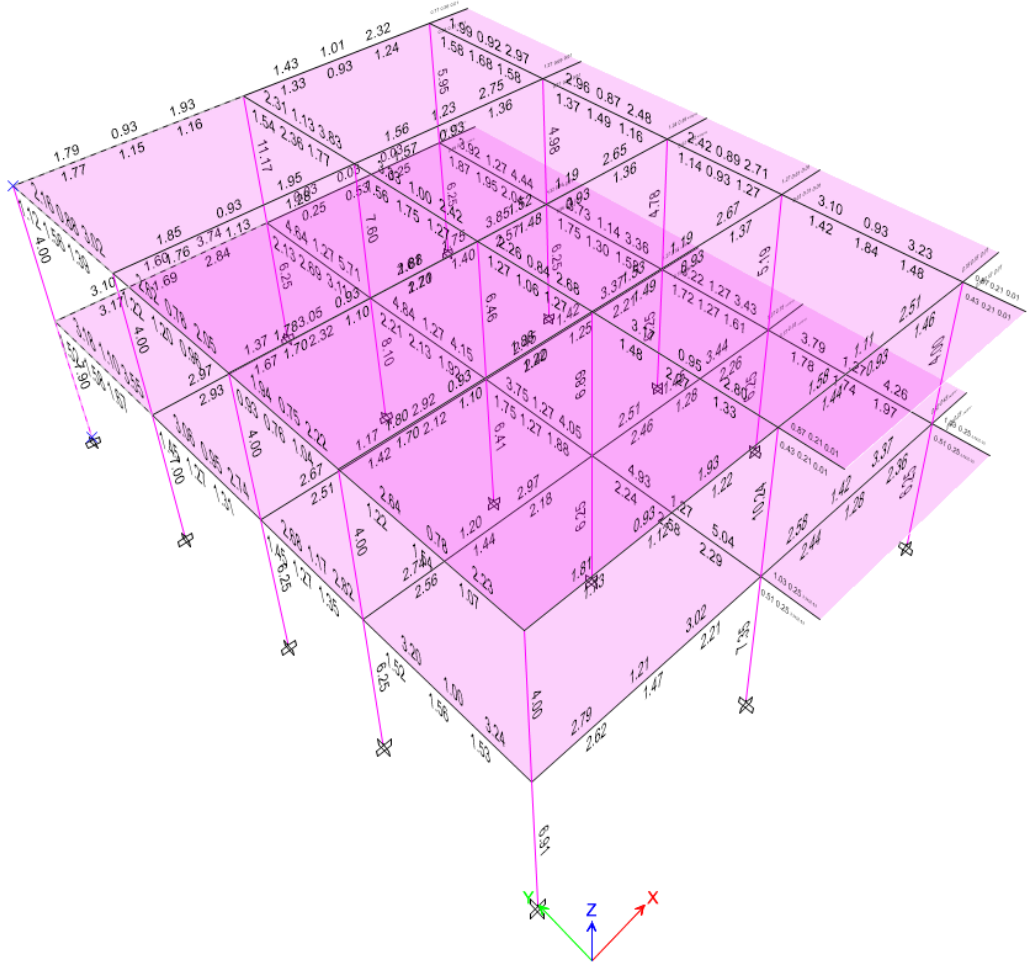


Figura Estructura sin sobreesfuerzo
Fuente: Propia

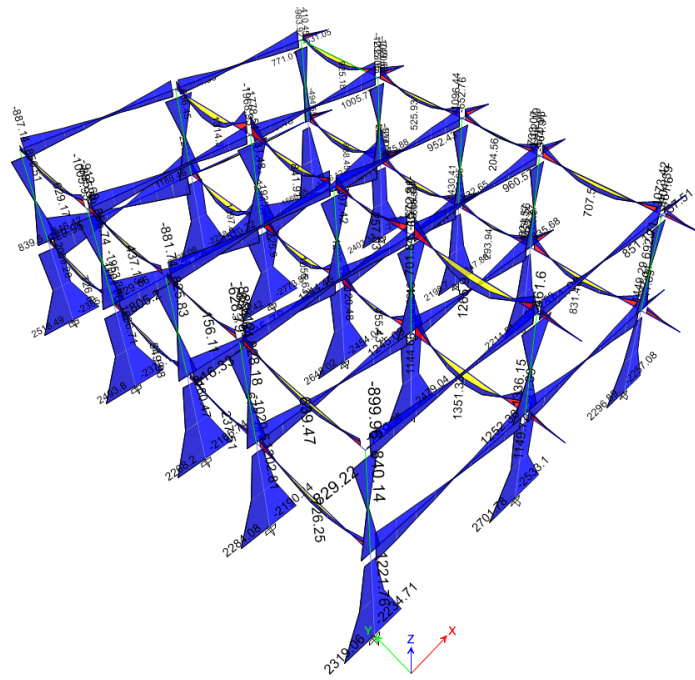


Figura Momentos flectores
Fuente: Propia

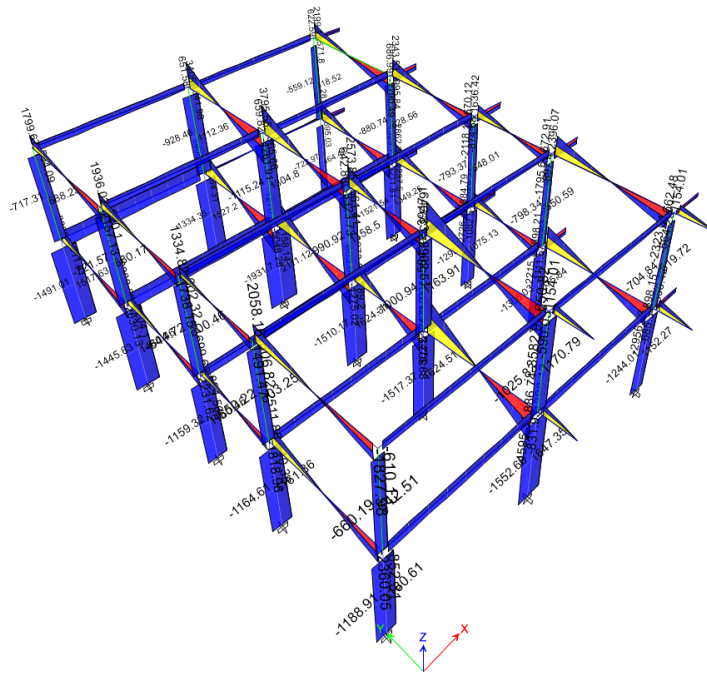


Figura Fuerza cortante
Fuente: Propia

ANEXO B CÁLCULO Y DISEÑO DE PREDIO EN ACERO ESTRUCTURAL

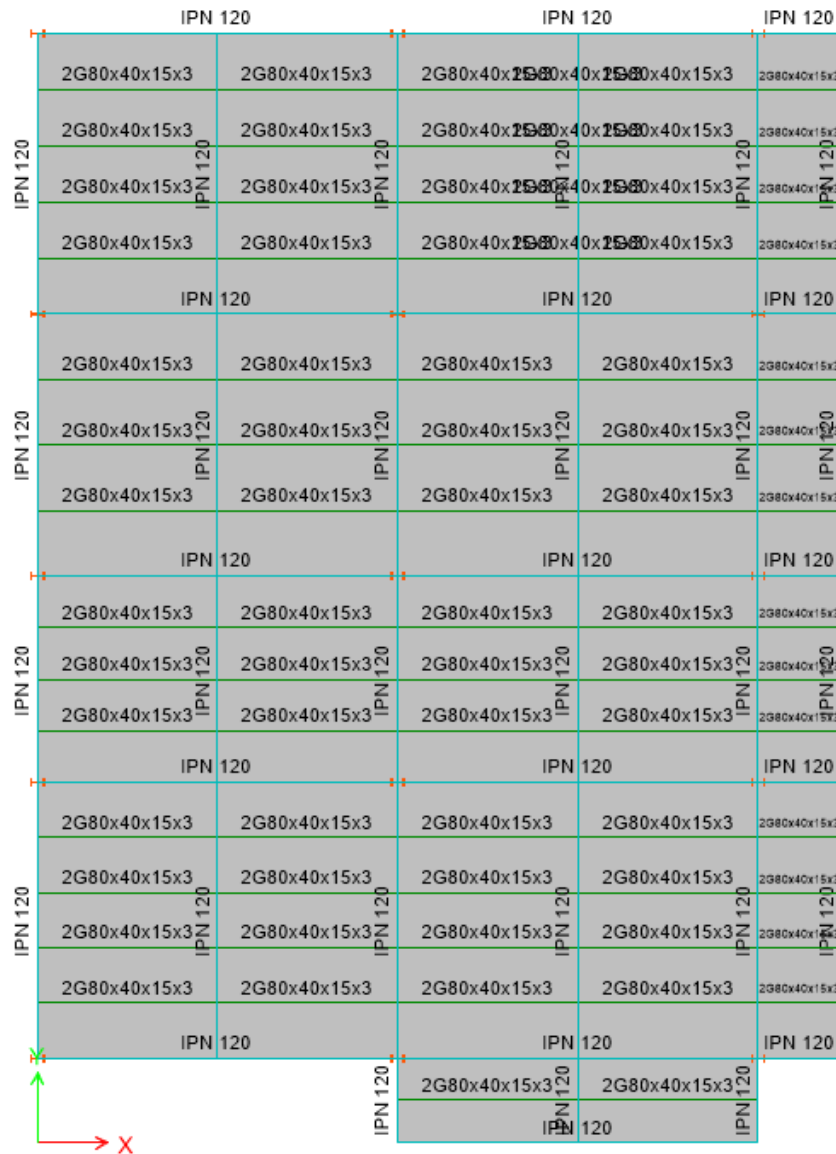


Figura Secciones de elementos estructurales Viga (NIVEL+3.00 m).
Losa de fibrolit: espesor 22 mm.

Fuente: Propia

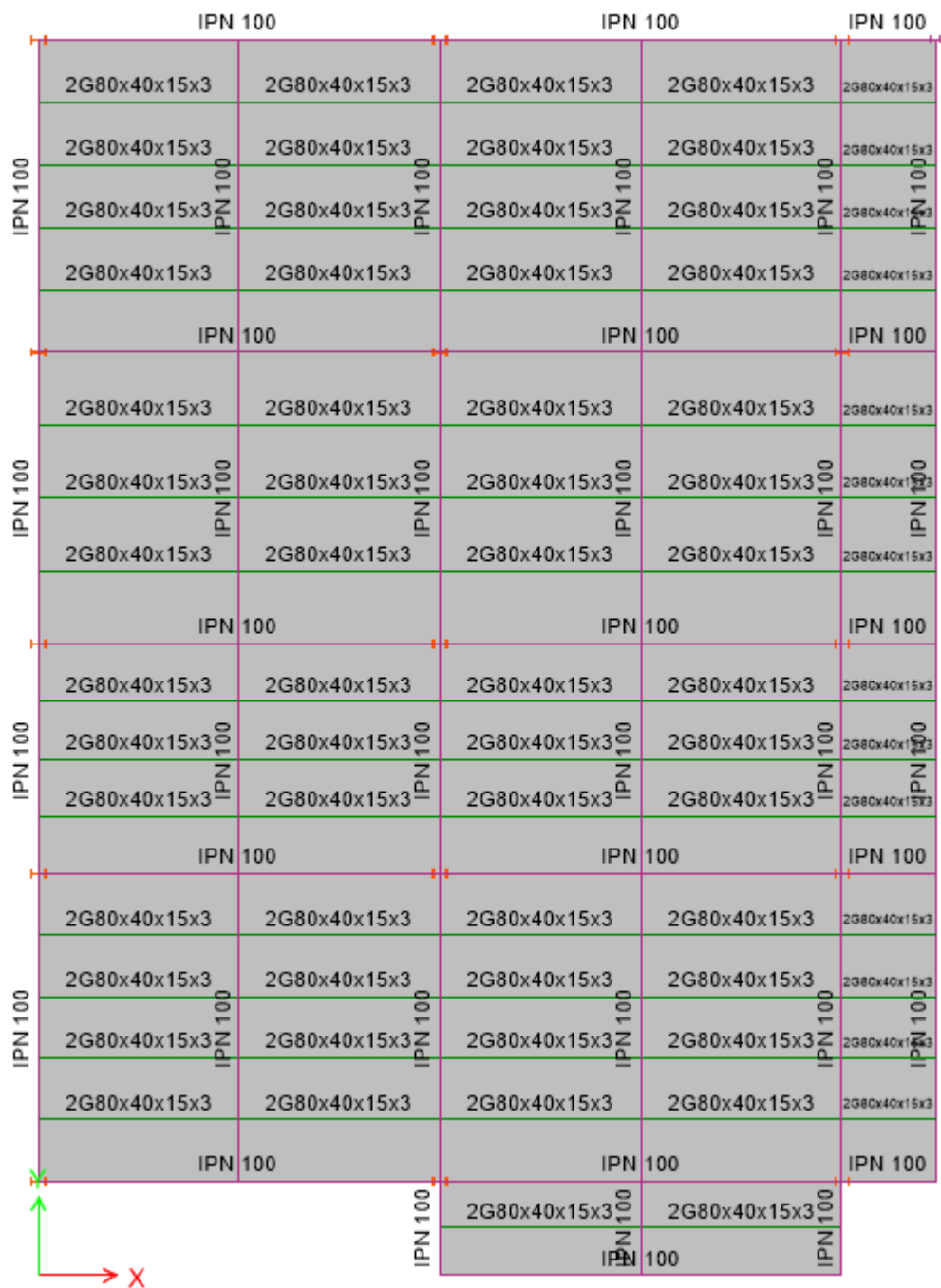


Figura Secciones de elementos estructurales Viga (NIVEL+6.00 m).
 Losa de fibrolit: espesor 22 mmm.
Fuente: Propia

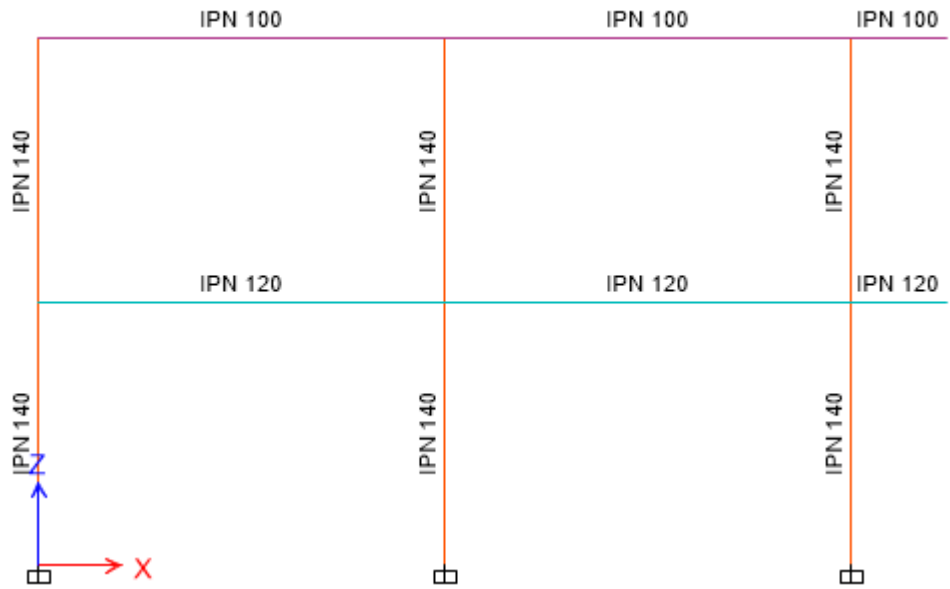


Figura Secciones de elementos estructurales Columnas (EJE A,B,C).
Fuente: Propia

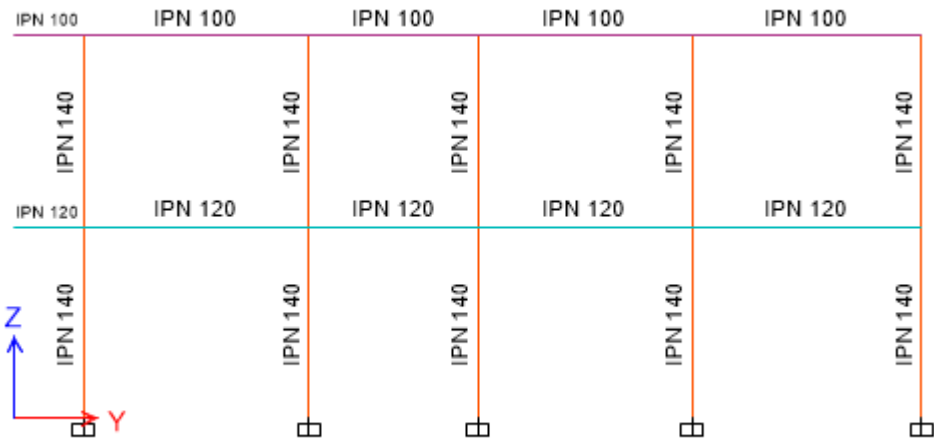


Figura Secciones de elementos estructurales Columnas (EJE 1,2,3,4,5).
Fuente: Propia

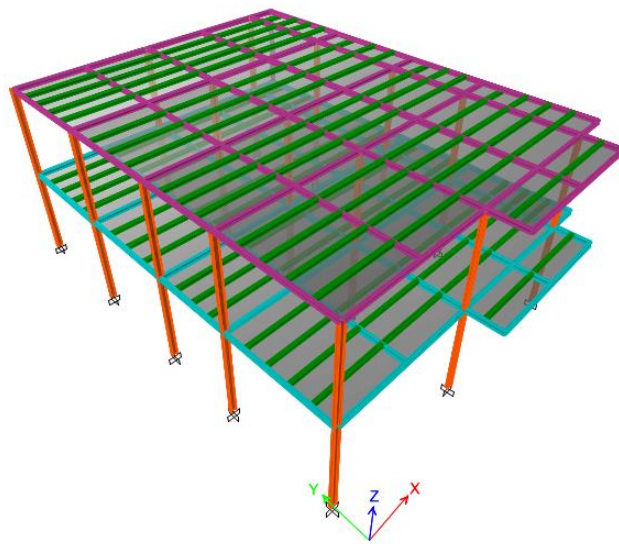


Figura Modelo del predio 2, sentido Sureste (3D).
Fuente: Propia

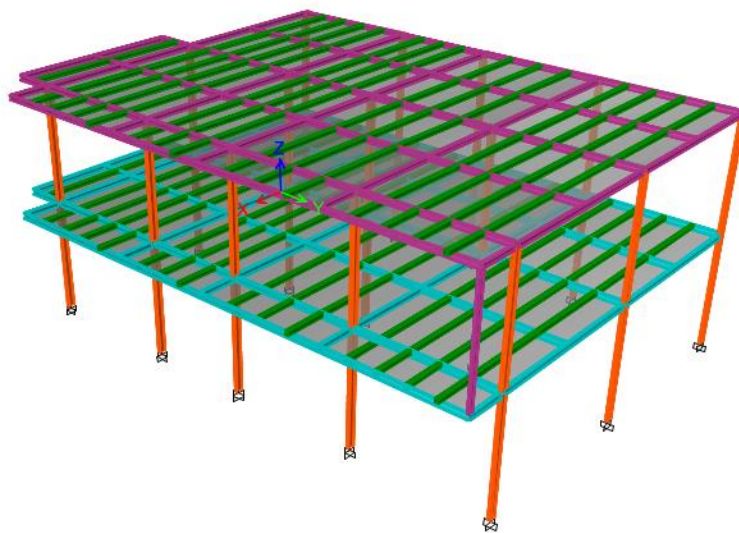


Figura Modelo del predio 2, sentido Noroeste (3D).
Fuente: Propia

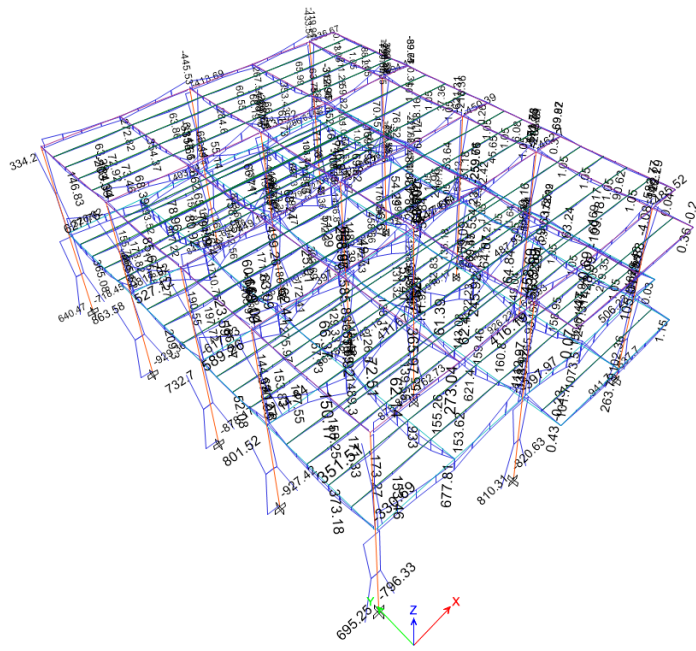


Figura Momentos flectores
Fuente: Propia

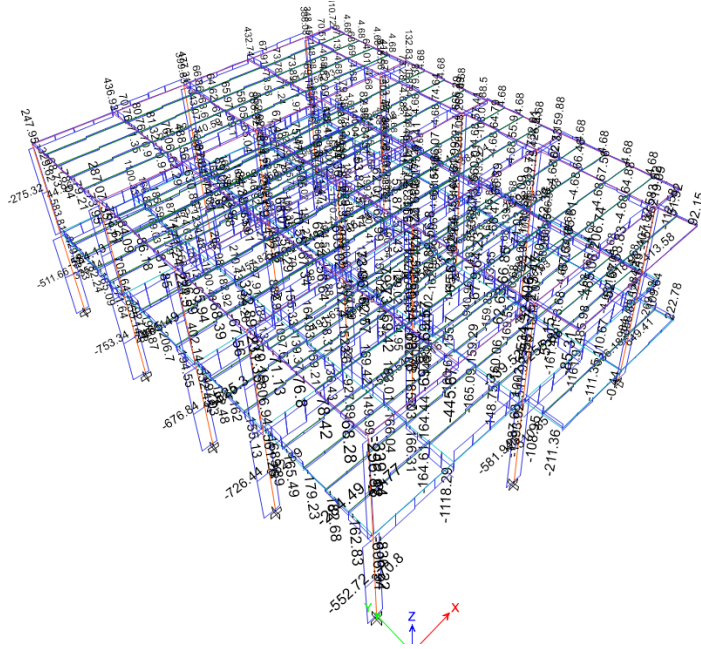


Figura Fuerza cortante
Fuente: Propia

ANEXO C CÁLCULO Y DISEÑO DE PREDIO CON HORMIGÓN ARMADO Y ACERO ESTRUCTURAL

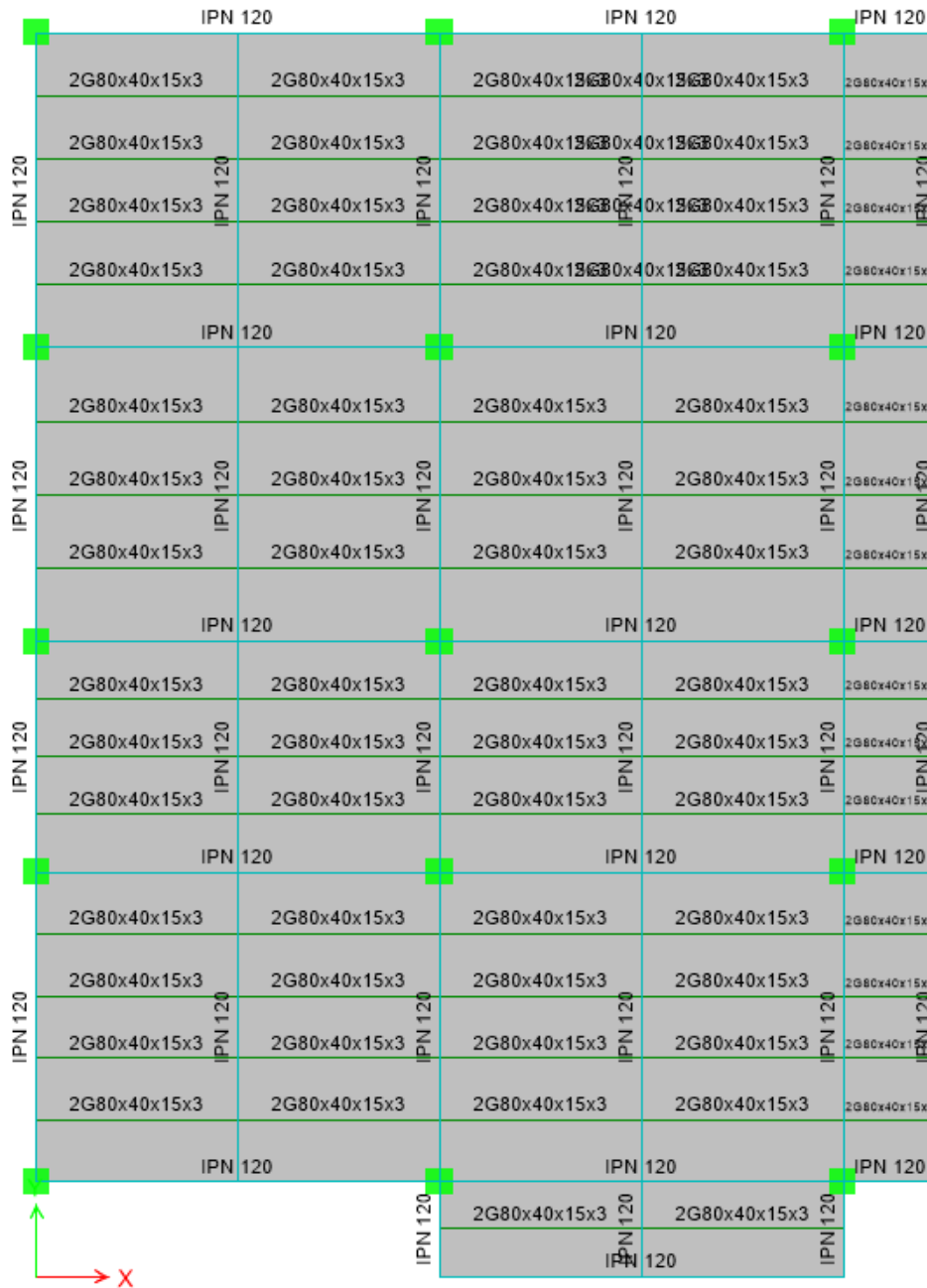


Figura Secciones de elementos estructurales Viga (NIVEL+3.00 m).
 Losa de fibrolit: espesor 22 mmm.
Fuente: Propia

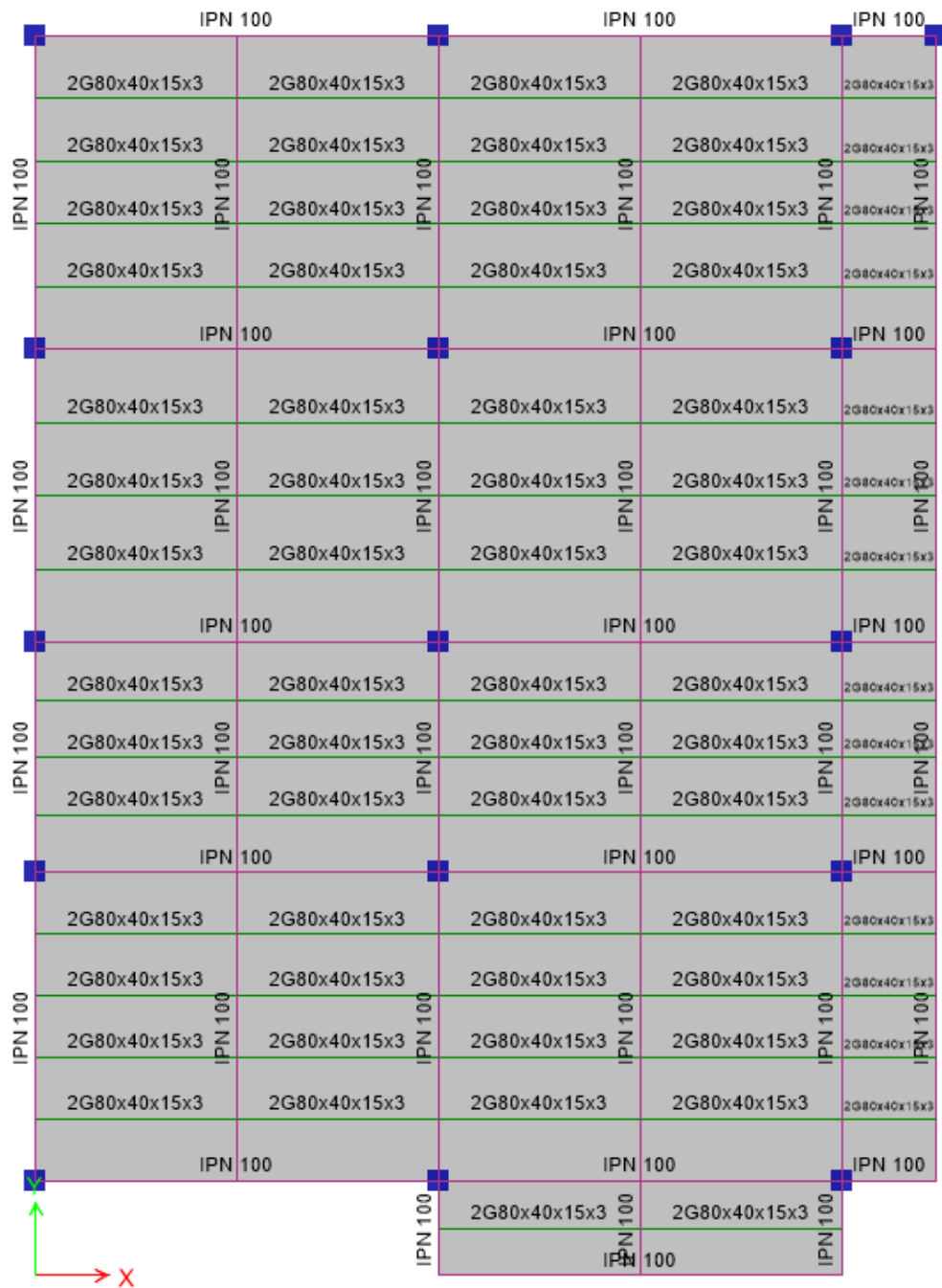


Figura Secciones de elementos estructurales Viga (NIVEL+6.00 m).
 Losa de fibrolit: espesor 22 mm.
Fuente: Propia

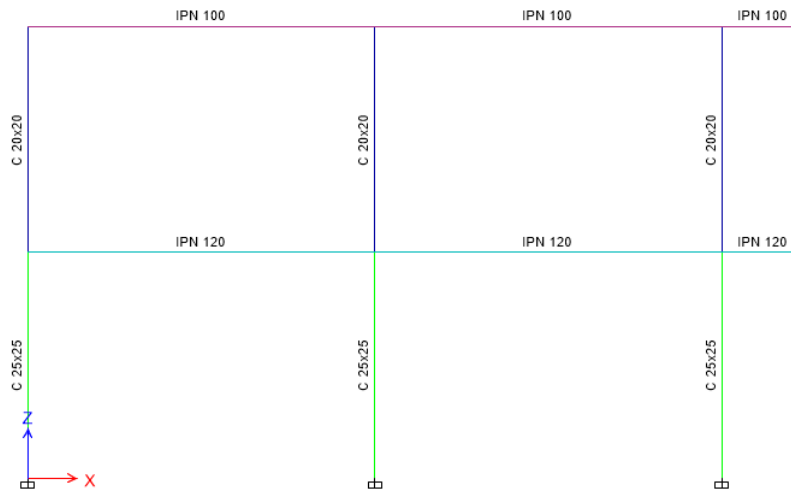


Figura Secciones de elementos estructurales Columnas (EJE A,B,C).
Fuente: Propia

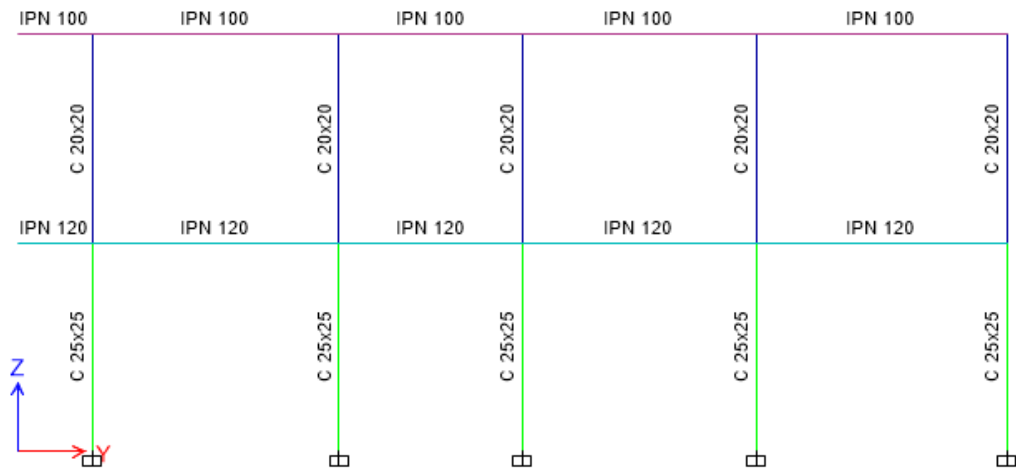


Figura Secciones de elementos estructurales Columnas (EJE 1,2,3,4,5).
Fuente: Propia

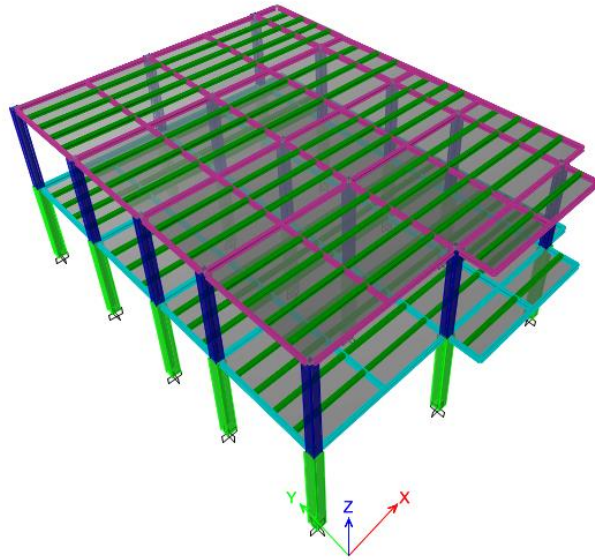


Figura Modelo del predio 2, sentido Sureste (3D).
Fuente: Propia

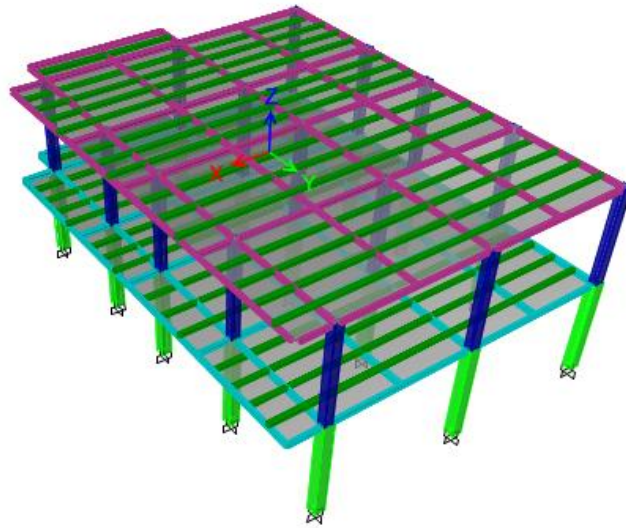


Figura Modelo del predio 2, sentido Noroeste (3D).
Fuente: Propia

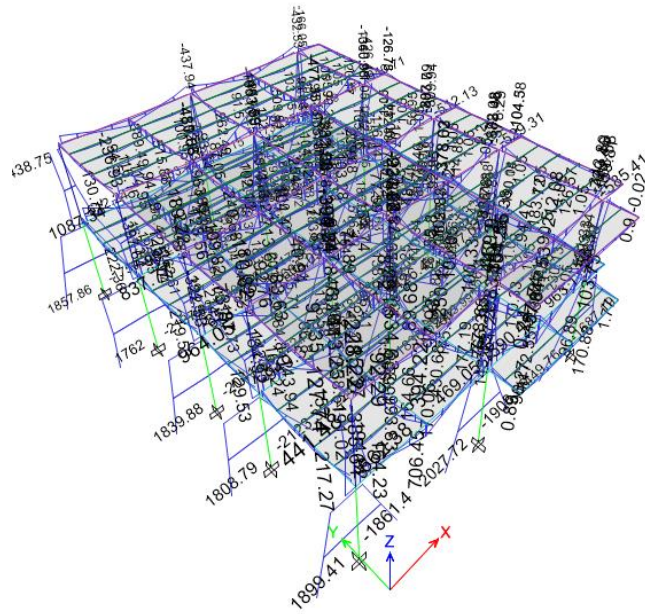


Figura Momentos flectores
Fuente: Propia

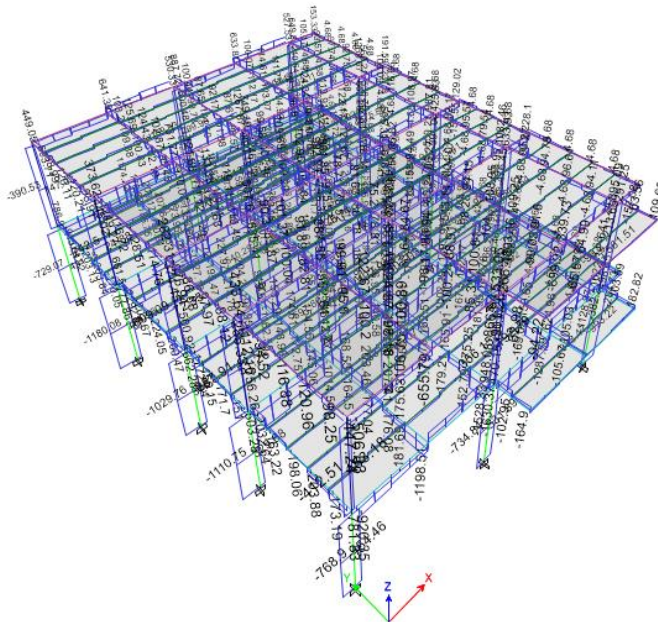


Figura Fuerza cortante
Fuente: Propia

ANEXOS D ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

Tabla Matriz intensidad (E.I.A.)

MATRIZ INTENSIDAD													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIÓTICOS						MEDIO BIÓTICO				FACTORES SOCIOECONÓMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	7	0	2	0	0	5	0	8	5	0
	OBRAS PROVISIONALES	6	3	8	6	4	0	0	4	0	4	5	0
	EXCAVACIÓN PARA CIMENTOS	4	2	8	2	4	0	0	3	0	2	6	0
	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL IMPORTADO	5	0	8	6	7	0	0	3	0	3	5	0
	CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS	4	0	6	5	5	0	0	3	0	3	6	0
	TRANSPORTE DE MATERIALES	0	0	0	7	6	0	0	3	0	0	6	0
	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	5	1	5	7	4	0	0	3	0	4	6	7
	DESALOJO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS	0	0	3	5	4	0	0	3	0	3	6	8
	DISEÑO DE VÍA	6	3	8	8	6	0	0	3	0	2	6	6
USO Y MANTENIMIENTO	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	2	0	3	0	0	4	0	0	0	3	6	4
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES EXTERNAS	2	0	3	0	0	4	0	0	0	3	5	3
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS	2	0	3	0	0	5	0	0	0	4	6	4
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DISEÑOS SÓLIDOS EXTERNAS	2	0	3	0	0	5	0	0	0	4	5	3

Fuente: Propia

Tabla Matriz intensidad (E.I.A.)

MATRIZ EXTENSIÓN													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIÓTICOS						MEDIO BIÓTICO				FACTORES SOCIOECONÓMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	1	0	5	0	0	5	0	5	5	0
	OBRAS PROVISIONALES	1	1	1	5	5	0	0	5	0	5	5	0
	EXCAVACIÓN PARA CIMENTOS	1	1	1	5	5	0	0	5	0	5	5	0
	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL IMPORTADO	5	0	1	5	5	0	0	5	0	5	5	0
	CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS	1	0	1	5	5	0	0	5	0	5	5	0
	TRANSPORTE DE MATERIALES	0	0	0	5	5	0	0	5	0	5	5	0
	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	5	1	1	5	5	0	0	5	0	5	5	5
	DESALOJO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS	0	0	5	5	5	0	0	5	0	5	5	5
	DISEÑO DE VÍA	5	1	5	5	5	0	0	5	0	5	5	5
USO Y MANTENIMIENTO	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	1	0	1	0	0	5	0	0	0	0	5	5
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES EXTERNAS	1	0	1	0	0	5	0	0	0	0	5	5
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS	1	0	1	0	0	5	0	0	0	0	5	5
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DISEÑOS SÓLIDOS EXTERNAS	1	0	1	0	0	5	0	0	0	0	5	5

Fuente: Propia

Tabla Matriz intensidad (E.I.A.)

MATRIZ DURACIÓN													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIÓTICOS						MEDIO BIÓTICO				FACTORES SOCIOECONÓMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
	OBRAS PROVISIONALES	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
	EXCAVACIÓN PARA CIMENTOS	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL IMPORTADO	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
	CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
	TRANSPORTE DE MATERIALES	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
	DESALOJO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
DESALOJO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	
USO Y MANTENIMIENTO	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES ETERNAS	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS ETERNAS	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1

Fuente: Propia

Tabla Matriz intensidad (E.I.A.)

MATRIZ SIGNO													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIÓTICOS						MEDIO BIÓTICO				FACTORES SOCIOECONÓMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	-1	0	-1	0	0	-1	0	-1	1	0
	OBRAS PROVISIONALES	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-1	1	0
	EXCAVACIÓN PARA CIMENTOS	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-1	1	0
	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL IMPORTADO	-1	0	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-1	1	0
	CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS	-1	0	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-1	1	0
	TRANSPORTE DE MATERIALES	0	0	0	-1	-1	0	0	-1	0	0	1	0
	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-1	1	1
	DESALOJO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS	0	0	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-1	1	1
DESALOJO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-1	1	1	
USO Y MANTENIMIENTO	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	-1	0	-1	0	0	-1	0	0	0	-1	1	1
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES EXTERNAS	-1	0	-1	0	0	-1	0	0	0	-1	1	1
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS	-1	0	-1	0	0	-1	0	0	0	-1	1	1
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS EXTERNAS	-1	0	-1	0	0	-1	0	0	0	-1	1	1

Fuente: Propia

Tabla Matriz intensidad (E.I.A.)

MATRIZ REVERSIBILIDAD													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIÓTICOS						MEDIO BIÓTICO				FACTORES SOCIOECONÓMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
	OBRAS PROVISIONALES	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
	EXCAVACIÓN PARA CIMENTOS	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL IMPORTADO	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
	CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
	TRANSPORTE DE MATERIALES	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
	DESALOJO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
	DISEÑO DE VÍA	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
USO Y MANTENIMIENTO	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES EXTERNAS	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DISEÑOS SÓLIDOS EXTERNAS	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1

Fuente: Propia

Tabla Matriz intensidad (E.I.A.)

MATRIZ RIESGO													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIÓTICOS						MEDIO BIÓTICO				FACTORES SOCIOECONÓMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
	OBRAS PROVISIONALES	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
	EXCAVACIÓN PARA CIMENTOS	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL IMPORTADO	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
	CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
	TRANSPORTE DE MATERIALES	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
	DESALOJO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
	DISEÑO DE VÍA	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
USO Y MANTENIMIENTO	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES EXTERNAS	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1
	PRODUCCIÓN Y CAPTACIÓN FINAL DE DISEÑOS SÓLIDOS EXTERNAS	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1

Fuente: Propia

ANEXOS E PLANOS ARQUITECTÓNICOS

Predio 1



Figura Fachada frontal
Fuente: Propia



Figura Fachada lateral 1
Fuente: Propia



Figura Fachada lateral 2
Fuente: Propia



Figura Fachada lateral 3
Fuente: Propia

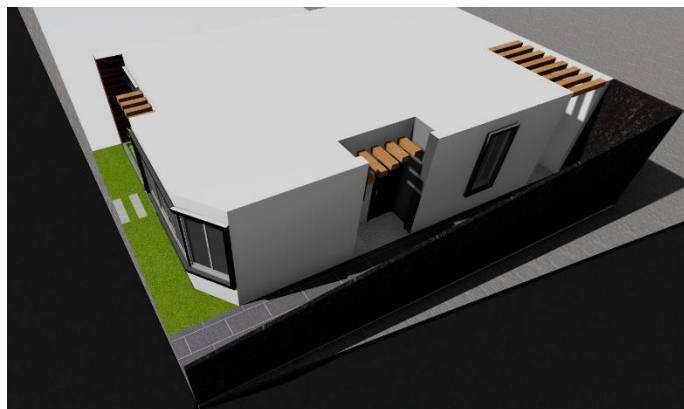


Figura Fachada superior
Fuente: Propia



Figura Distribución interna
Fuente: Propia

Predio 2



Figura Fachada frontal
Fuente: Propia



Figura Fachada frontal 2
Fuente: Propia



Figura Fachada lateral
Fuente: Propia



Figura Fachada lateral 2
Fuente: Propia



Figura Distribución interna planta baja
Fuente: Propia



Figura Distribución interna planta baja
Fuente: Propia

Predio 3



Figura Fachada frontal 1
Fuente: Propia



Figura Fachada lateral 1
Fuente: Propia



Figura Fachada lateral 2
Fuente: Propia



Figura Distribución interna
Fuente: Propia

Urbanización



Figura URBANIZACIÓN 1
Fuente: Propia



Figura URBANIZACIÓN 2
Fuente: Propia



Figura URBANIZACIÓN 3
Fuente: Propia



Figura URBANIZACIÓN 4
Fuente: Propia



Figura URBANIZACIÓN 5
Fuente: Propia



Figura URBANIZACIÓN 6
Fuente: Propia



Figura URBANIZACIÓN 7
Fuente: Propia



Figura URBANIZACIÓN 8
Fuente: Propia



Figura URBANIZACIÓN 9
Fuente: Propia



Figura URBANIZACIÓN 10
Fuente: Propia



Figura URBANIZACIÓN 11
Fuente: Propia



Figura URBANIZACIÓN 12
Fuente: Propia



Figura URBANIZACIÓN 13
Fuente: Propia



Figura URBANIZACIÓN 14
Fuente: Propia



Figura URBANIZACIÓN 15
Fuente: Propia



Figura URBANIZACIÓN 16
Fuente: Propia

BIBLIOGRAFÍA

- Constitución de la República del Ecuador . (2011). Elementos constitutivos del Estado, derechos , garantías constitucionales. *Constitución de la República del Ecuador*(449), 13,23,19-21.
- Cortés Pérez , C. (2008). *Análisis del Método de Hunter y actualización del Método de Cálculo para instalaciones Hidráulicas en Edificios*. Mexico D.F: Instituto Politécnico Nacional .
- Google Earth. (2015). *Google Earth*. Obtenido de Google Earth: <https://www.google.com.ec/maps/@-0.5797707,-80.0416093,1458m/data=!3m1!1e3>
- Guevara Anzules, M. (2008). *Cimentaciones superficiales*. Guayaquil : Universidad de Guayaquil .
- IEE. (2015). *Geología*. Chone: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia rural Ricaurte,Geología.
- IEE. (2015). *Relieves*. Chone : Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia rural Ricaurte.
- IEEE. (2015). *Climas de Ricaurte* . Chone: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia rural Ricaurte.
- Ministerio de Salud Pública . (1997). Reglamento de "Manejo de desechos sólidos en los establecimientos de salud de la República del Ecuador. *Ministerio de Salud Pública*(106), 1-2.
- Singaicho J. et al. (2016). *OBSERVACIONES DEL SISMO DEL 16 DE ABRIL DE 2016 DE MAGNITUD MW 7.8. INTENSIDADES Y ACELERACIONES*. Quito, Ecuador: Instituto Geofísico de la Escuela Politecnica Nacional.
- TULSMA. (2003). Libro VI, De La Calidad Ambiental. *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente*(2).