



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIONES.**

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**“ANÁLISIS SISMO RESISTENTE CON LA APLICACIÓN DE LA NORMA NEC-SE-DS
2014: ESTUDIO DE CASO EDIFICIO MULTIFAMILIAR JUAN ALVAREZ; EN EL
SECTOR MACHÁNGARA”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

ISMAEL ALBERTO ARAY MONTENEGRO

ING. M.SC. JUAN MEDARDO SOLÁ QUINTUÑA

2016

DECLARACIÓN

Yo, Ismael Alberto Aray Montenegro, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Ismael Alberto Aray Montenegro

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ismael Alberto Aray Montenegro, bajo mi supervisión.

Ing. M.Sc. Juan Medardo Solá Quintuña

DIRECTOR

DEDICATORIA

Con mucho afecto dedico a mi madre que siempre me ha apoyado incondicionalmente y ha sido un pilar fundamental en mi vida ya que con su gran amor me ha enseñado a siempre salir adelante y confiar en Dios en todo momento.

A mi familia en especial a mis hermanos que siempre están pendientes y apoyándome de manera incondicional.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por todas sus bendiciones recibidas y por estar presente en mi familia.

Agradecer de manera muy especial al Sr. Ing. Juan Solá Quintuña por sus tutorías inculcadas para el desarrollo del trabajo de tesis guiándome y asesorándome para lograr los resultados propuestos.

Finalmente Agradecer de gran manera a la Ilustre Universidad Católica de Cuenca en especial a la Facultad de Ingeniería Civil, como también a nuestros queridos docentes por compartir sus conocimientos que durante estos 5 años han sido de gran ayuda para poder desempeñarse profesionalmente en el campo de la ingeniería.

ÍNDICE

DECLARACIÓN.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABLAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. ASPECTOS GENERALES	XII
1.1 INTRODUCCIÓN	XII
1.2 OBJETIVOS.	XIII
1.3 JUSTIFICACIÓN.	XIV
1.4 MARCO TEÓRICO.	15
1.4.1 Análisis Sismo Resistente NEC 2014: Diseño Basado en Fuerzas (DBF).	15
1.4.1.1 Requisitos Generales	15
1.4.1.1.1 Condiciones de Aplicación	15
1.4.1.1.2 Objetivos Generales y Requisitos.	15
1.4.1.1.2.1 Filosofía de diseño sismo resistente.	16
1.4.1.1.2.2 Límites permisibles de las derivas de los pisos.	17
1.4.1.1.3 Límites del DBF	17
1.4.1.1.4 Requisitos R_{DBF} : Fuerzas internas (solicitaciones mecánicas).	18
1.4.1.1.5 Requisitos R_{DBF} : derivas de piso.	18
1.4.1.1.6 Modelación Estructural.	18
1.4.1.1.7 Carga sísmica reactiva W.	19
1.4.1.1.8 Zonificación sísmica y factor de zona Z.	20
1.4.1.2 Métodos de Análisis para el DBF.	21
1.4.1.2.1 Procedimiento estático.	22
1.4.1.2.2 Procedimientos dinámicos de cálculos de fuerzas sísmicas.	22
1.4.1.2.2.1 Procedimientos y condiciones de aplicación.	22
1.4.1.2.2.2 Ajuste del corte basal de los resultados obtenidos por el análisis dinámico.	34
1.4.1.2.2.3 Representación y determinación de la carga sísmica horizontal.	35
1.4.1.2.2.4 Modelo Matemático.	35
1.4.1.3 Procedimiento de Cálculo del DBF.	35
1.4.1.3.1 Pasos del método.	35
1.4.1.3.2 Cortante basal de diseño V.	36
1.4.1.3.3 Determinación del período de vibración T.	36
1.4.1.3.4 Ductilidad y factor de reducción de resistencia sísmica R.	38
1.4.1.3.5 Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales.	40

1.4.1.3.6 Distribución horizontal del cortante.	41
1.4.1.3.7 Momentos torsionales horizontales y torsión accidental.	41
1.4.1.3.8 Efectos de segundo orden P- Δ e índice de estabilidad Q_i .	41
1.4.1.3.9 Control de la deriva de piso (Deriva máxima inelástica de piso ΔM).	42
2. ANÁLISIS SISMO RESISTENTE DEL EDIFICIO EN EL SECTOR DE MACHÁNGARA.	44
2.1 Determinación de la zona.	44
2.2 Determinación de los componentes del suelo.	44
2.3 Determinación del peso de la estructura de la Vivienda.	45
2.3.1 Pre dimensionamiento de las Losas.	45
2.3.1.2 Áreas de Aportación.	61
2.3.1.3 Resultados del pre dimensionamiento de losa.	62
2.3.2 Pre dimensionamiento de Columnas	62
2.3.3 Pre dimensionamiento de Vigas	66
2.3.4 Pre dimensionamiento de Cubierta.	66
2.4 Aplicación Sismo Resistente con la Norma NEC 2014	67
2.4.1 Determinación del cortante Basal	67
3. MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA EN SAP 2000.	70
3.1 Análisis Estático.	70
3.1.1 Cálculo de la función del espectro sísmico elástico de aceleraciones en función del periodo de vibración.	70
3.2 Modelamiento Pseudo-dinámico.	72
3.2.1 Características de los materiales.	72
3.2.2 Combinaciones de Carga Consideradas.	72
3.2.3.2 Cargas vivas	74
3.2.4 Idealización de la estructura para el modelado.	74
3.2.5 Generación de materiales.	76
3.2.6 Creación de patrones de carga y combinaciones.	84
3.2.7 Análisis Espectral de la Estructura.	86
3.2.8 Determinación de momentos torsionales y derivas de piso.	93
3.3 Análisis de Resultados.	99
3.3.1 Análisis de Vigas.	100
3.3.2 Análisis de Columnas.	104
3.3.3 Análisis de Losas.	107
3.3.4 Análisis de Escaleras.	110
3.3.5 Análisis de Zapatas.	112
3.3.6 Análisis de muro de pantalla.	116
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	122
5. REFERENCIAS	124

6. ANEXOS	126
6.1 RESULTADOS DE SAP 2000	126
6.2 PLANOS ARQUITECTONICOS Y ESTRUCTURALES.	137

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ECUADOR, ZONAS SÍSMICAS PARA PROPÓSITOS DE DISEÑO Y VALOR DEL FACTOR DE ZONA Z (NEC-SE-DS).	20
FIGURA 2: ESPECTRO SÍSMICO ELÁSTICO DE ACELERACIONES QUE REPRESENTA EL SISMO DE DISEÑO (NEC-SE-DS).	22
FIGURA 3: UBICACIÓN DE LA ZONA (GOOGLE EARTH).	44
FIGURA 4: ÁREAS DE APORTACIÓN DE LA EDIFICACIÓN POR PLANTA.	62
FIGURA 5: PRE DISEÑO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO (ARGIMIRO CASTILLO GANDICA).	66
FIGURA 6: DISTRIBUCIÓN DE CORTANTE BASAL Y CARGA TOTAL SÍSMICA REACTIVA (W).	69
FIGURA 7: ESPECTRO DE RESPUESTA ELÁSTICO DE ACELERACIONES DE LA EDIFICACIÓN EN FUNCIÓN DEL PERIODO DE VIBRACIÓN.	71
FIGURA 8: IDEALIZACIÓN PLANTA BAJA, PRIMERA PLANTA Y SEGUNDA PLANTA.	74
FIGURA 9: IDEALIZACIÓN TERCERA PLANTA, BUHARDILLA Y CUBIERTA.	75
FIGURA 10: VISTA DE ELEMENTOS IDEALIZADOS EN SAP 2000.	75
FIGURA 11: VISTA IDEALIZADA XZ DE LOS ELEMENTOS CONFORMANTES.	76
FIGURA 12: VISTA DEL PÓRTICO EN SENTIDO YZ.	76
FIGURA 13: CREACIÓN DE ACERO ESTRUCTURAL Y HORMIGÓN ARMADO CON RESISTENCIA DE $f'c=240$.	77
FIGURA 14: PROPIEDADES DEL HORMIGÓN ARMADO.	77
FIGURA 15: PROPIEDADES DEL ACERO ESTRUCTURAL.	78
FIGURA 16: CREACIÓN DE SECCIONES QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA.	78
FIGURA 17: PROPIEDADES DE COLUMNA 45x35CM.	79
FIGURA 18: PROPIEDADES DE COLUMNA 45x30CM.	79
FIGURA 19: PROPIEDADES DE COLUMNA 35x35CM.	80
FIGURA 20: PROPIEDADES COLUMNA 30x30CM.	80
FIGURA 21: PROPIEDADES DE VIGA 30x20CM.	81
FIGURA 22: PROPIEDADES VIGA 40x30CM.	81
FIGURA 23: PROPIEDADES DE LA SECCIÓN DE LA LOSA EQUIVALENTE.	83
FIGURA 24: PROPIEDADES CUBIERTA METÁLICA.	84
FIGURA 25: PROPIEDADES PERFIL METÁLICO I.	84
FIGURA 26: PATRONES DE CARGA.	85
FIGURA 27: CONFIGURACIÓN DE LA CARGA DE SISMO PARA EL MODELAMIENTO.	85
FIGURA 28: GENERACIÓN DE LAS COMBINACIONES DE CARGAS.	86
FIGURA 29: ASIGNACIÓN DE MASAS TRASLACIONALES Y ROTACIONALES EN LA BUHARDILLA.	87
FIGURA 30: ESPECTRO DE RESPUESTA SÍSMICO DE CUENCA.	88
FIGURA 31: CASOS DE CARGA ESTABLECIDOS.	88
FIGURA 32: ESCALA DEL ESPECTRO DE RESPUESTA DINÁMICO.	89
FIGURA 33: ESPECTRO ELÁSTICO Y REDUCIDO EN FUNCIÓN DEL PERIODO FUNDAMENTAL (T).	93
FIGURA 34: IDEALIZACIÓN COMPLETA DE LA ESTRUCTURA CON TODOS LOS ELEMENTOS ASIGNADOS.	93
FIGURA 35: CONFIGURACIÓN PARA MOSTRAR EL DIAGRAMA DE MOMENTOS SEGÚN ENVOLVENTE X.	94
FIGURA 36: DIAGRAMA DE MOMENTOS SENTIDO X.	94
FIGURA 37: DIAGRAMA DE CORTANTES SENTIDO X.	95
FIGURA 38: DEFORMACIÓN POR SISMO SENTIDO X.	95
FIGURA 39: DIAGRAMA DE MOMENTOS SENTIDO Y.	96
FIGURA 40: DIAGRAMA DE CORTANTES SENTIDO Y.	96
FIGURA 41: DEFLEXIÓN MÁXIMA EN EL PUNTO SUPERIOR DERECHO (PUNTO 153).	96
FIGURA 42: PUNTOS CRÍTICOS DE DEFLEXIONES EN LA ESTRUCTURA.	97

FIGURA 43: PÓRTICO ZX, Y=3.00M	100
FIGURA 44: DIAGRAMA DE MOMENTOS Y CORTANTES MÁXIMOS DE LA VIGA PANEL 110.	101
FIGURA 45: ARMADO VIGA 30x40CM.	102
FIGURA 46: DIAGRAMA DE MOMENTOS Y CORTANTES MÁXIMOS DE LA COLUMNA PANEL 110.	104
FIGURA 47: ARMADO DE SECCIÓN DE COLUMNA 45x35CM.	107
FIGURA 48: LOSA ALIVIANADA UBICADA EN EL NIVEL +2.90M.	107
FIGURA 49: NIVEL DE GRADAS SEGUNDA PLANTA.	110
FIGURA 50: MOMENTOS DE DISEÑO ESCALERA DE DOS TRAMOS.	111
FIGURA 51: ARMADO GRADA DE DOS TRAMOS.	112
FIGURA 52: ARMADO ZAPATA CUADRADA DE 2.20x2.20M.	116
FIGURA 53: VALORES DEL COEFICIENTE DE LA PRESIÓN ACTIVA DE TIERRA (Ka). (BRAJA M DAS, 1999).	117
FIGURA 54: FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA (BRAJA.M. DAS, 1999).	119
FIGURA 55: ARMADO MURO DE PANTALLA.	121

LISTA DE TABLAS

TABLA 1: VALORES DE ΔM MÁXIMOS, EXPRESADOS COMO FRACCIÓN DE LA ALTURA DE PISO (NEC-SE-DS).	17
TABLA 2: SÍNTESIS DE LA FILOSOFÍA DE DISEÑO (NEC-SE-DS).	17
TABLA 3: VALORES DEL FACTOR Z EN FUNCIÓN DE LA ZONA SÍSMICA ADOPTADA (NEC-SE-DS).	21
TABLA 4: CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO (NEC-SE-DS).	25
TABLA 5: TIPO DE SUELO Y FACTORES DE SITIO F_a (NEC-SE-DS).	25
TABLA 6: TIPO DE SUELO Y FACTORES DE SITIO F_d (NEC-SE-DS).	26
TABLA 7: TIPO DE SUELO Y FACTORES DEL COMPORTAMIENTO INELÁSTICO DEL SUBSUELO F_s (NEC-SE-DS).	26
TABLA 8: TIPO DE USO, DESTINO E IMPORTANCIA DE LA ESTRUCTURA (NEC-SE-DS).	27
TABLA 9: CONFIGURACIONES ESTRUCTURALES RECOMENDADAS (NEC-SE-DS).	28
TABLA 10: CONFIGURACIONES ESTRUCTURALES NO RECOMENDADAS (NEC-SE-DS).	29
TABLA 11: COEFICIENTES DE IRREGULARIDAD EN PLANTA (NEC-SE-DS).	30
TABLA 12: COEFICIENTES DE IRREGULARIDAD EN ELEVACIÓN (NEC-SE-DS).	31
TABLA 13: COEFICIENTE DEPENDIENTE DEL TIPO DE EDIFICIO Y VALOR DE ALFA (NEC-SE-DS).	37
TABLA 14: COEFICIENTE R PARA SISTEMAS ESTRUCTURALES DÚCTILES (NEC-SE-DS).	39
TABLA 15: COEFICIENTE R PARA SISTEMAS ESTRUCTURALES DE DUCTILIDAD LIMITADA (NEC-SE-DS).	39
TABLA 16: COEFICIENTE RELACIONADO CON EL PERÍODO DE VIBRACIÓN DE LA ESTRUCTURA, (NEC-SE-DS).	40
TABLA 17: ALTURAS O ESPESORES MÍNIMOS DE LOSAS ARMADAS EN UNA DIRECCIÓN (ACI 318-99).	46
TABLA 18: DIRECCIÓN DE TRABAJO TABLEROS DE SÓTANO (AUTORÍA PROPIA).	48
TABLA 19: ALTURA O PERALTE MÍNIMO PARA PLANTA DE SÓTANO (AUTORÍA PROPIA).	49
TABLA 20: CARGA TOTAL DE PLANTA DE SÓTANO (AUTORÍA PROPIA).	50
TABLA 21: DIRECCIÓN DE TRABAJO TABLEROS DE PLANTA BAJA (AUTORÍA PROPIA).	51
TABLA 22: ALTURA O PERALTE MÍNIMO PARA PLANTA BAJA (AUTORÍA PROPIA).	52
TABLA 23: CARGA TOTAL DE PLANTA BAJA (AUTORÍA PROPIA).	52
TABLA 24: CARGA TOTAL VOLADO PLANTA BAJA (AUTORÍA PROPIA).	53
TABLA 25: DIRECCIÓN DE TRABAJO TABLEROS DE PRIMERA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	54
TABLA 26: ALTURA O PERALTE MÍNIMO PRIMERA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	54
TABLA 27: CARGA TOTAL PRIMERA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	55
TABLA 28: CARGA TOTAL VOLADO 1 PRIMERA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	55
TABLA 29: CARGA TOTAL VOLADO 2 PRIMERA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	56
TABLA 30: DIRECCIÓN DE TRABAJO SEGUNDA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	57
TABLA 31: ALTURA O PERALTE MÍNIMO SEGUNDA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	57
TABLA 32: CARGA TOTAL SEGUNDA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	57
TABLA 33: CARGA TOTAL VOLADO 1 SEGUNDA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	58
TABLA 34: CARGA TOTAL VOLADO 2 SEGUNDA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	58
TABLA 35: CARGA TOTAL VOLADO 3 SEGUNDA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	59

TABLA 36: DIRECCIÓN DE TRABAJO TERCERA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	59
TABLA 37: ALTURA O PERALTE MÍNIMO TERCERA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	60
TABLA 38: CARGA TOTAL TERCERA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	60
TABLA 39: DIRECCIÓN DE TRABAJO BUHARDILLA (AUTORÍA PROPIA).	60
TABLA 40: ALTURA O PERALTE MÍNIMO BUHARDILLA (AUTORÍA PROPIA).	61
TABLA 41: CARGA TOTAL BUHARDILLA (AUTORÍA PROPIA).	61
TABLA 42: VALORES DE (N) PARA EL PRE DIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS (DR. GENNER VILLAREAL CASTRO, 2013).	63
TABLA 43: PRE DISEÑO COLUMNAS PLANTA BAJA (AUTORÍA PROPIA).	63
TABLA 44: PRE DISEÑO COLUMNAS PRIMERA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	64
TABLA 45: PRE DISEÑO COLUMNAS SEGUNDA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	64
TABLA 46: PRE DISEÑO COLUMNAS TERCERA PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	65
TABLA 47: PRE DISEÑO COLUMNAS BUHARDILLA (AUTORÍA PROPIA).	65
TABLA 48: DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL DE LA CORTANTE BASAL (AUTORÍA PROPIA).	69
TABLA 49: VALORES DEL ESPECTRO SÍSMICO ELÁSTICO EN FUNCIÓN DEL PERÍODO (T).	71
TABLA 50: MASAS TRASLACIONALES Y ROTACIONALES POR PLANTA (AUTORÍA PROPIA).	86
TABLA 51: PARTICIPACIÓN DE MASAS RESULTADOS DEL SAP 2000.	89
TABLA 52: RESULTADOS CORTANTE BASAL DINÁMICA SAP 2000.	90
TABLA 53: RELACIÓN ENTRE EL CORTANTE BASAL DINÁMICO Y ESTÁTICO.	91
TABLA 54: VALORES DEL ESPECTRO SÍSMICO DINÁMICO Y ESTÁTICO (AUTORÍA PROPIA).	92
TABLA 55: DESPLAZAMIENTOS OBTENIDOS DEL SAP2000 PARA EL PÓRTICO DE LA FIGURA 36 (AUTORÍA PROPIA).	98
TABLA 56: DERIVAS DE PISO PARA EL PÓRTICO DE LA FIGURA 36 (AUTORÍA PROPIA).	99
TABLA 57: FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VOLTEO (AUTORÍA PROPIA).	117

RESUMEN

El diseño sísmico de edificaciones es parte de la ingeniería sismo resistente que estudia el comportamiento de las edificaciones ante la acción sísmica e investiga los métodos de cálculo, que garantizan un buen comportamiento y seguridad estructural ante los sismos. (Villareal Castro, G. 2015).

Para este diseño se partió primeramente de planos arquitectónicos elaborados previamente; analizando cada planta arquitectónica y respetando los criterios arquitectónicos se realizó un pre dimensionamiento de la estructura considerando cada elemento estructural con sus respectivas cargas actuantes.

Posteriormente se aplicó las Normas establecidas en la NEC-SE-DS “Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente” para llegar a tener un estudio estructural aplicando el método de Diseño de Fuerzas.

Una vez aplicado el diseño sismo resistente se procedió al modelamiento de la estructura por medio del software SAP 2000 versión 17.3 y finalmente su respectiva comprobación de elementos estructurales y obtención de resultados.

Palabras clave: DISEÑO SISMO RESISTENTE, CORTANTE BASAL, MODELAMIENTO DINÁMICO-ESTÁTICO, DERIVAS DE PISO.

ABSTRACT

The seismic design of buildings is part of the strong earthquake that studies the behavior of the buildings before the seismic action and investigates the calculation methods which guarantee good behavior and structural engineering safety to earthquakes. (Villareal Castro, G. 2015).

For this design broke first architectural plans previously developed; Analyzing each architectural plan and respecting the architectural criteria pre sizing of the structure was made considering each structural element with their respective acting loads.

Then the rules established by the NEC-SE-DS "Seismic Hazard Earthquake Resistant Design" in order to have a structural study using the method of design was applied forces.

Once applied the design earthquake resistant proceeded to the modeling of the structure through the SAP 2000 version 17.3 and finally their respective verification of structural elements and obtaining results software.

Keywords: EARTHQUAKE RESISTANT DESIGN, BASE SHEAR, MODELING, DRIFTS FLOOR.

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 INTRODUCCIÓN

La mayor parte de la región de Latinoamérica se encuentra ubicada en zonas de riesgo sísmico alto grado; siendo Ecuador uno de aquellos países. Los terremotos representan uno de los mayores problemas que deben considerar los ingenieros dedicados a la construcción.

La vulnerabilidad de las estructuras depende de los posibles daños que puedan sufrir sus elementos estructurales más importantes ante un sismo, lo cual repercute en el comportamiento de todo el sistema.

En el diseño sísmo resistente de edificaciones se ejecuta procesos constructivos con elementos estructurales, distribuidos de manera previa a la aplicación de principios básicos como la simetría, resistencia, simplicidad, rigidez y continuidad de obras; que les permite resistir los usos y cargas sísmicas a las que estarán soportando en su vida útil.

Es importante realizar construcciones de calidad que cumplan con las especificaciones de diseño y resistencia óptima de los materiales. La falta de control de calidad en la construcción y la ausencia de supervisión técnica en la obra son la causa principal de daños y colapsos estructurales.

1.2 OBJETIVOS.

Objetivo General.

Analizar en forma sismo resistente el edificio ubicado en el sector Machángara con la aplicación de la NEC 2014.

Objetivos específicos.

- Investigar y estudiar el método de diseño basado en fuerzas (DBF) para aplicación sismo resistente de acuerdo con la norma NEC-SE-DS 2014.
- Analizar de manera estructural el edificio “Multifamiliar Juan Álvarez” proporcionando un diseño que aporte seguridad y funcionamiento.
- Modelar el edificio con la aplicación del software estructural SAP 2000.

1.3 JUSTIFICACIÓN.

Por lo general para la construcción de una vivienda los propietarios y en gran parte los profesionales de la arquitectura no estiman necesario el análisis y diseño de ingeniero capacitado debido al costo que esto implica que en relación a la seguridad de la obra no es alto.

Otro factor importante es la creencia que con la experiencia de los albañiles (empírica) es suficiente para la seguridad de la vivienda. Además, creen que les favorece ahorrarse ese dinero, lo cual es un grave error, debido a que es un porcentaje mínimo al costo total del proyecto y su seguridad.

La norma NEC es un reglamento que rige en el país y es de suma importancia aplicar los instructivos y pasos a seguir al momento de realizar una construcción. Este trabajo pretende establecer una guía práctica para el caso particular de un diseño sismo resistente de un edificio por lo que resulta un proyecto viable para el tiempo que se tiene establecido.

1.4 MARCO TEÓRICO.

1.4.1 Análisis Sismo Resistente NEC 2014: Diseño Basado en Fuerzas (DBF).

1.4.1.1 Requisitos Generales

1.4.1.1.1 Condiciones de Aplicación

Los métodos estático y dinámico son obligatorios en todo tipo de estructuras, excepto en estructuras totalmente regulares; es decir en sistemas que se caracterizan por su configuración simétrica y carecen de discontinuidad en cuanto a rigidez o resistencia.

La NEC en el capítulo “Peligro Sísmico- Diseño Sismo Resistente” sección 6.1.1 establece que el método DBF (Diseño basado en fuerzas) es obligatorio para todo tipo de estructuras; mientras que el DBD (Diseño Directo Basado en Desplazamientos) constituye una alternativa al DBF.

1.4.1.1.2 Objetivos Generales y Requisitos.

Las estructuras además de diseñarse a la resistencia, estabilidad y rigidez se deben diseñarse para resistir fuerzas sísmicas provenientes de las combinaciones de las fuerzas horizontales actuantes para determinar los efectos relacionados. Es decir, debe asumirse que las fuerzas sísmicas de diseño actúan de manera no concurrente en la dirección de cada eje principal de la estructura para luego ser combinadas de acuerdo a la combinación de las componentes horizontales.

Se podrán calcular los efectos ortogonales de la siguiente manera:

$$(1.1) \quad Eh = \pm \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$$

Dónde:

E= Efectos del sismo

Eh= Componente horizontal de la fuerza sísmica.

Ex= Componente horizontal de la fuerza sísmica según el axis x.

Ey= Componente horizontal de la fuerza sísmica de dirección perpendicular a Ex.

Los objetivos principales del método DBF según la NEC son:

- Seguir la filosofía de diseño sismo resistente
- Determinar las fuerzas sísmicas de diseño (fuerza lateral equivalente).

- Factor de reducción de resistencia sísmica del DBF (R_{DBF}): verificar que los efectos del sismo en los elementos sean menores o igual a la resistencia de diseño $E \leq R_d$; R_d se calculará de acuerdo con las normas NEC- SE-HM (para estructuras de hormigón armado), NEC-SE-AC (para estructuras de acero), NEC-SE-MP (para estructuras de mampostería estructural), NEC-SE-MD (para estructuras de madera). Usando modelos elásticos lineales.
- Carga muerta total de la estructura del DBF (D_{DBF}): verificar las deformaciones, en particular las derivadas máximas de la estructura.

1.4.1.1.2.1 Filosofía de diseño sismo resistente.

Nos permite comprobar el nivel de seguridad de vida. El diseño estructural se hace para el sismo de diseño, con la probabilidad de ser excedido el 10% en 50 años es decir un periodo de retorno de 475 años.

El sismo de diseño se determina de dos maneras:

- A partir de un análisis de peligrosidad sísmica del sitio de emplazamiento de la estructura.
- A partir de un mapa de peligro sísmico.

Los efectos de diseño sísmico se pueden modelar mediante un espectro de respuesta para diseño como el espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones que es aplicado en la norma NEC.

También se puede caracterizar un sismo utilizando un grupo de acelerogramas con propiedades dinámicas representativas de los ambientes tectónicos, geológicos y geotécnicos del sitio, conforme lo establecido en la geología local.

Para estructuras de ocupación normal el objetivo de diseño es:

- Prevenir daños ante terremotos que pueden ocurrir durante la vida útil de elementos estructurales y no estructurales.
- Prevenir daños estructurales graves y controlar daños no estructurales, ante terremotos que puedan ocurrir durante la vida útil.
- Evitar el fracaso de la estructura ante terremotos severos procurando salvaguardar la vida de los ocupantes.

1.4.1.1.2.2 Límites permisibles de las derivas de los pisos.

La deriva de piso es un desplazamiento lateral de un piso por la acción de una fuerza horizontal con respecto al piso consecutivo.

La deriva máxima para cualquier piso no excederá los límites de la deriva inelástica según la siguiente tabla:

Estructura de:	Δ_M máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Tabla 1: Valores de ΔM máximos, expresados como fracción de la altura de piso (NEC-SE-DS).

La filosofía de diseño sismo resistente se sintetiza como sigue:

Nivel de desempeño estructural (prevención)	Elementos estructurales	Elementos no estructurales	Tasa anual de excedencia
Servicio	Ningún daño	Ningún daño	0.023
Daño	Ningún daño	Daños	0.01389
Colapso	Cierto grado de daño	Daños considerables	0.00211

Tabla 2: Síntesis de la filosofía de diseño (NEC-SE-DS).

1.4.1.1.3 Límites del DBF

El DBF presenta ciertas deficiencias:

- Utiliza factores de reducción de resistencia sísmica constantes para cada tipología estructural lo cual implica una demanda de ductilidad y la sobre resistencia son iguales para todos los edificios dentro de una misma categoría.
- Asume que la rigidez es independiente de la resistencia, es decir se puede estimar el periodo y la rigidez antes que se conozca el esfuerzo en secciones de hormigón o elementos de acero.

1.4.1.1.4 Requisitos R_{DBF} : Fuerzas internas (solicitaciones mecánicas).

El requisito fundamental es el cálculo de las fuerzas internas que actúan en cada elemento estructural. Estas se basan en las solicitaciones mecánicas (NEC- SE-HM, NEC-SE-AC, NEC-SE-MP, NEC-SE-MD). Todos los resultados de análisis deberán incluir:

- Deflexiones,
- Derivas,
- Fuerza en los pisos, y en los elementos,
- Momentos,
- Cortantes de piso,
- Cortante en la base.

1.4.1.1.5 Requisitos R_{DBF} : derivas de piso.

Con la misma metodología expuesta de los límites del DBF las deformaciones generadas por fuerzas sísmicas se calcularán de acuerdo al tipo de material y estructura.

1.4.1.1.6 Modelación Estructural.

El modelo matemático de la estructura incluirá todos los elementos que conforman en sistema estructural y su distribución espacial de masas y rigideces. Para el análisis se utiliza un modelo tridimensional y las aproximaciones deben ser las más cercanas al comportamiento dinámico de la estructura.

Inercia de las secciones agrietadas

Para el cálculo de la rigidez y de las derivas máximas en estructuras de hormigón armado y mampostería se deberán tomar los valores de las inercias agrietadas de los elementos estructurales y de manera similar para el cálculo estático de fuerzas sísmicas.

Estructuras de hormigón armado

Los valores de las inercias agrietadas se utilizarán de la siguiente manera:

- 0.5 I_g para vigas (considerando la contribución de las losas, cuando fuera aplicable).
- 0.8 I_g para columnas.
- 0.6 I_g para muros estructurales:
 - Para estructuras sin subsuelos, se aplicarán únicamente en los dos primeros pisos de la edificación.

- Para estructuras con subsuelos, se aplicarán en los dos primeros pisos y en el primer subsuelo.
- En ningún caso se aplicarán en una altura menor que la longitud en planta del muro.
- Para el resto de pisos la inercia agrietada del muro estructural puede considerarse igual a la inercia no agrietada.

Dónde:

I_g : Inercia no agrietada de la sección transversal al elemento.

En el caso de las vigas, el valor de la inercia de la sección transversal total debe considerar la contribución de la losa de piso a la rigidez de la misma, siempre que la losa se encuentre homogéneamente unida a la viga.

En el caso de losas armadas unidireccionalmente, la participación de la losa se deberá considerar únicamente en la dirección de la armadura principal.

En el caso de los muros estructurales, los valores de inercia agrietada se aplican únicamente en los pisos en los cuales se esperaría que se forme una rótula plástica por efectos de cargas sísmicas severas.

Estructuras de mampostería.

Los valores de las inercias agrietadas serán:

- $0.5 I_g$ para muros con relación altura total/longitud > 3
- Para muros con relación altura/longitud menor a 1.5, no se necesita utilizar valores de inercia agrietada.
- Para muros con relación altura/longitud entre 1.5 y 3, puede obtenerse el factor multiplicativo de I_g por interpolación, entre 1 y 0.5.

1.4.1.1.7 Carga sísmica reactiva W .

Esta carga representa la carga reactiva por sismo independientemente del método de análisis se utilizará la siguiente carga sísmica W .

Caso general

$$W=D$$

Dónde:

D: carga muerta total de la estructura.

Casos especiales Bodegas y almacenaje

$$W= D+ 0.25Li$$

Dónde:

D: carga muerta total de la estructura

Li: carga viva del piso i

1.4.1.1.8 Zonificación sísmica y factor de zona Z.

Para edificios de uso normal se usa el valor de Z que representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño. El Ecuador presenta seis zonas sísmicas y dependiendo del sitio donde se construirá se elegirá el valor Z de acuerdo al mapa de zonas sísmicas establecida en la NEC.

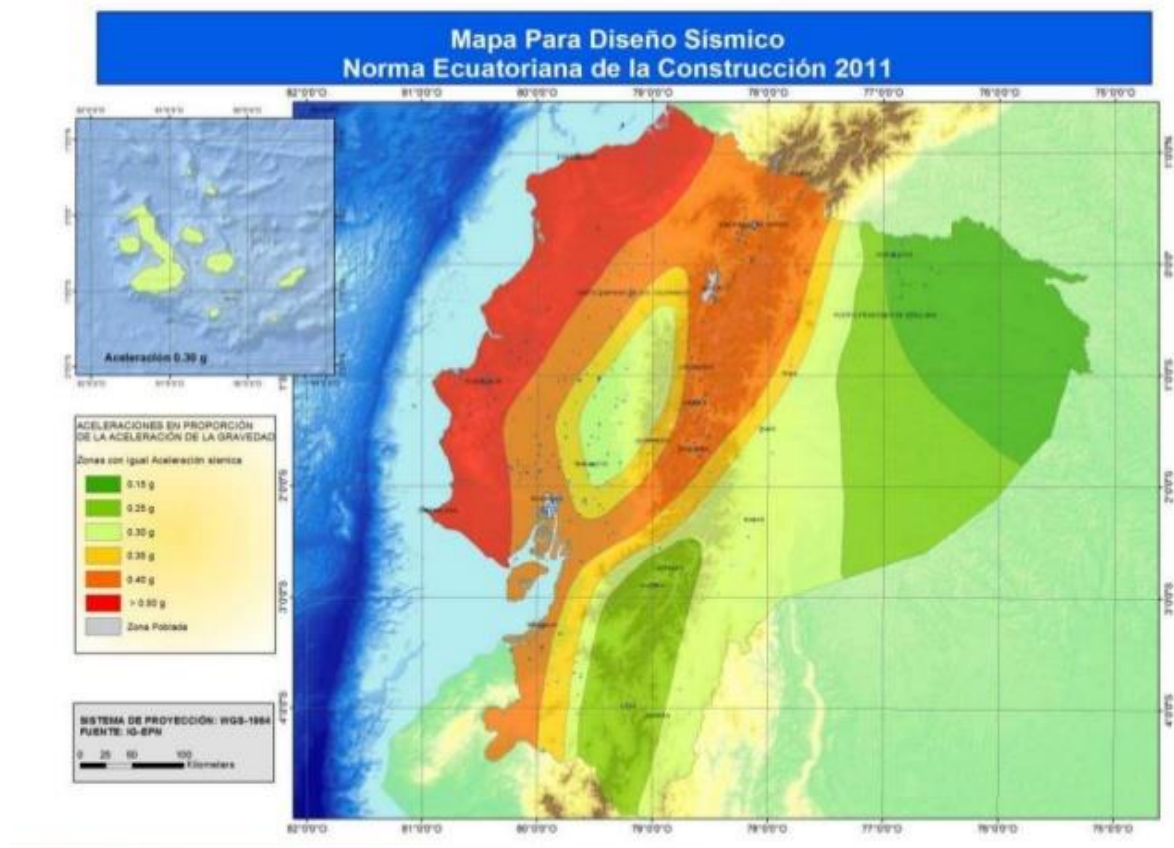


Figura 1: Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z (NEC-SE-DS).

El mapa de zonificación sísmica del resultado del estudio de peligro sísmico para un 10% de excedencia en 50 años; es decir para un período de retorno de 475 años.

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Tabla 3: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada (NEC-SE-DS).

Todo el territorio ecuatoriano es considerado como amenaza sísmica alta excepto las zonas del Nororiente que presenta amenaza sísmica intermedia, y la zona litoral con amenaza sísmica muy alta.

Determinación

Para determinar brevemente el valor adecuado del factor Z la NEC proporciona un listado de las poblaciones ecuatorianas y su respectivo valor del factor Z. Si se ha de diseñar una estructura en una zona o población que no conste en el listado se recomienda referenciarse según el mapa de zonas sísmicas y escoger el valor de la población más cercana.

1.4.1.2 Métodos de Análisis para el DBF.

El Diseño Basado en Fuerzas (DBF) presenta 3 métodos de análisis con la misma metodología.

1. Método estático
2. Análisis dinámico espectral
3. Análisis dinámico paso a paso en el tiempo

Se procederá a determinar el espectro de diseño en aceleración **Sa (T)**; es decir el espectro de respuesta elástico de aceleraciones definido por una fracción de amortiguamiento que depende del periodo o modo de vibración de la estructura. Se determinará a partir de la aceleración sísmica máxima en el terreno (PGA).

Los métodos mencionados son obligatorios para todo tipo de estructuras, con excepción de las estructuras totalmente regulares.

1.4.1.2.1 Procedimiento estático.

Condiciones de aplicación: este método es el requisito mínimo a aplicar para todo tipo de estructura.

El factor Z definido según la zona sísmica se utilizará para determinar la PGA y el espectro en aceleración **Sa (T)**.

1.4.1.2.2 Procedimientos dinámicos de cálculos de fuerzas sísmicas.

1.4.1.2.2.1 Procedimientos y condiciones de aplicación.

1.4.1.2.2.1.1 Análisis espectral

Se aplicará el espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones o se construirá el espectro mediante las curvas de peligro sísmico obligatoriamente para estructuras irregulares.

El espectro sísmico de respuesta elástico en aceleraciones, que dependerá de factores como:

El factor de zona sísmica Z, el tipo de suelo del sitio de emplazamiento de la estructura, consideración de los valores de los coeficientes de amplificación del suelo F_a , F_d , F_s .

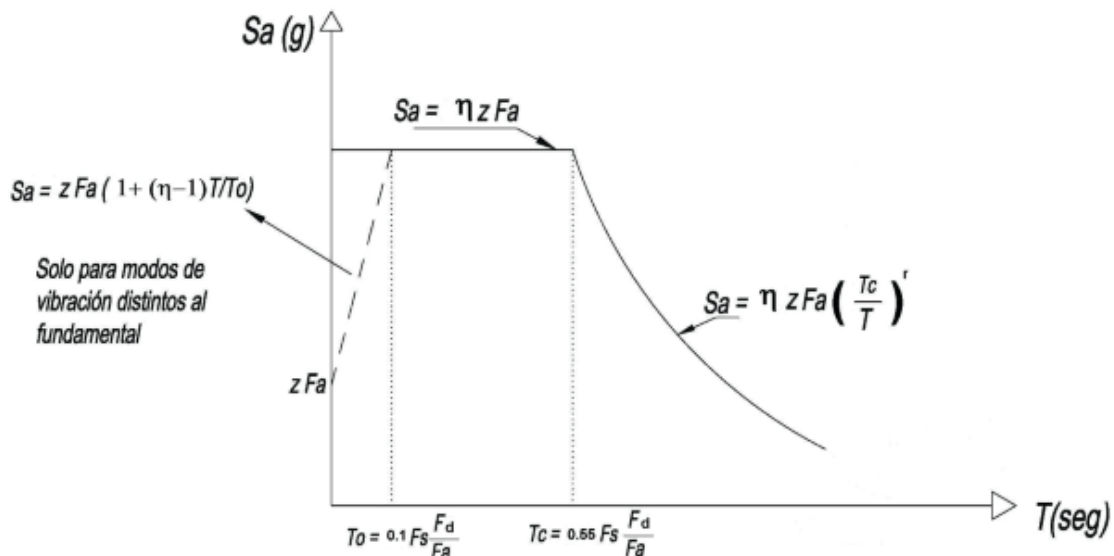


Figura 2: Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño (NEC-SE-DS).

Dónde:

η : Razón entre la aceleración espectral **S_a** ($T=0.1s$) y el PGA para el periodo de retorno seleccionado.

F_a : Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período cortó. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.

F_d : Coeficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.

F_s : Coeficiente de amplificación de suelo. Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos.

S_a : Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del período o modo de vibración de la estructura.

T : Período fundamental de vibración de la estructura.

T_o : Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

T_c : Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

Z : Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g .

El espectro elástico sísmico se obtiene mediante las siguientes ecuaciones, válidas para períodos de vibración estructural **T** pertenecientes a 2 rangos:

$$(1.2) \quad S_a = \eta Z F_a \quad \text{para } 0 \leq T \leq T_c$$

$$(1.3) \quad S_a = \eta Z F_a \left(\frac{T_c}{T} \right)^r \quad \text{para } T > T_c$$

Dónde:

r : Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto

$r=1$ para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E.

$r=1.5$ para tipo de suelo E.

La norma NEC normaliza los valores de la relación de amplificación espectral, η (S_a/Z , en roca) que varían dependiendo de la región del Ecuador, estableciendo los siguientes valores:

$\eta=1.80$: Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas),

$\eta=2.48$: Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos.

$\eta=2.60$: Provincias del Oriente.

Los límites para el período de vibración T_c y TL se definen mediante las siguientes ecuaciones:

$$(1.4) \quad T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a}$$

$$(1.5) \quad TL = 2.4 F_d$$

Dónde:

TL: Periodo límite de vibración utilizado para la definición de espectro de respuesta en desplazamientos. Para los tipos de suelo D y E se adoptará un valor máximo de 4 segundos.

Para valores de periodos de vibración menores a T_o el valor de S_a debe evaluarse con la siguiente ecuación:

$$(1.6) \quad S_a = Z F_a \left[1 + (n - 1) \frac{T}{T_o} \right] \quad \text{para } T \leq T_o$$

$$(1.7) \quad T_o = 0.10 F_s \frac{F_d}{F_a}$$

La NEC-SE-DS establece que para zonas con más de 100 000 habitantes deben disponer de estudios de microzonificación sísmica y geotécnica en su territorio. Estableciendo que se puede utilizar los factores **Fa**, **Fd**, **Fs** y de **Sa** de dicho estudio o mediante las expresiones anteriores.

Para los modos superiores al fundamental se debe considerar el ramal izquierdo del espectro en la zona de períodos cortos.

Para diferentes periodos de retorno la norma establece una determinación del espectro elástico siempre y cuando el valor de la aceleración sísmica máxima en el terreno (**PGA**) obtenido este entre el rango de 0.15g a 0.5g.

Se determinará los coeficientes **Fa**, **Fs**, y **Fd** mediante las siguientes tablas establecidas en la norma NEC “Peligro Sísmico” sección 3.2.2:

Tipo de Perfil	Descripción	Definición
A	Roca competente	$V_s \geq 1500\text{m/s}$
B	Roca de rigidez media	$1500\text{m/s} > V_s \geq 760\text{m/s}$
C	Suelos muy densos o roca blanda	$760\text{m/s} > V_s \geq 360\text{m/s}$
	Perfiles q cumplan culaquiera de las dos condiciones	$N \geq 50,0$ $S_u \geq 100\text{KPa}$
D	Suelos rígidos	$360\text{m/s} > V_s \geq 180\text{m/s}$
	Perfiles q cumplan culaquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15$ $100\text{KPa} > S_u \geq 50\text{KPa}$
E	Perfil que cumpla con el criterio de veloci da de la onda cortante (V_s)	$V_s < 180\text{m/s}$
	perfil con espesor H mayor de 3m de arcillas blandas	$IP > 20$
		$w \geq 40\%$ $S_u < 50\text{KPa}$
F	Este tipo de suelos requieren una evaluación geotécnica en el sitio, se distinguen las siguientes subclases:	
	F1: Suelos propensos a fallas o colapsos tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o debilmente cmentados, etc	
	F2: Turba y arcillas órganicas y muy órganicas ($H > 3\text{m}$ para turba o arcillas órganicas y muy órganicas.	
	F3: Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7,5\text{m}$ con Índice de Plásticidad $IP > 75$)	
	F4: Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 30\text{m}$)	
	F5: Suelos con contrastes de resistencia aparente o ocurriendo dentro de los 30m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos con rocas blandas y variaciones bruscas de (V_s).	
	F6: Rellenos colocados sin control ingenieril	

Tabla 4: Clasificación de los perfiles de suelo (NEC-SE-DS).

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	$\geq 0,50$
A	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
B	1	1	1	1	1	1
C	1,4	1,3	1,25	1,23	1,2	1,18
D	1,6	1,4	1,3	1,25	1,2	1,12
E	1,8	1,4	1,25	1,1	1,0	0,85
F	Ver tabla de clasifcación de perfiles de suelo y realizar investigaciones geotécnicas					

Tabla 5: Tipo de suelo y factores de sitio F_a (NEC-SE-DS).

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	≥0,50
A	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
B	1	1	1	1	1	1
C	1,36	1,28	1,19	1,15	1,11	1,06
D	1,62	1,45	1,36	1,28	1,19	1,11
E	2,1	1,75	1,7	1,65	1,6	1,5
F	Ver tabla de clasificación de perfiles de suelo y realizar investigaciones geotécnicas					

Tabla 6: Tipo de suelo y Factores de sitio F_d (NEC-SE-DS).

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	≥0,50
A	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
B	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
C	0,85	0,94	1,02	1,06	1,11	1,23
D	1,02	1,06	1,11	1,19	1,28	1,4
E	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
F	Ver tabla de clasificación de perfiles de suelo y realizar investigaciones geotécnicas					

Tabla 7: Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo F_s (NEC-SE-DS).

Número de modos.

Para el análisis la norma NEC-SE-DS considera en la sección 6.2.2 literal e, todos los modos de vibración que involucren a la respuesta total de la estructura, por medio de los periodos de vibración.

También los modos que ocupen un porcentaje de la masa modal de al menos el 90% del total de la estructura involucrando en cada una de las direcciones horizontales consideradas.

Reducción de las fuerzas dinámicas de respuesta elástica para diseño.

No se reducirá los parámetros de respuesta elástica a valores tales que el cortante basal de diseño reducido sea menor que el cortante basal de respuesta elástica dividido por el factor de reducción sísmica.

Se podrá aplicar el factor de reducción sísmica (**R**) en el cortante basal cuando la estructura sea diseñada para cumplir todos los requisitos de diseño sismo resistente.

Las fuerzas dinámicas obtenidas deberán ser modificadas por factores como:

- (I) Factor importancia
- $\emptyset_{Ei}$ y $\emptyset_{Pi}$ (factores de configuración estructural en planta y en elevación).

- **Factor Importancia**

La norma NEC-SE-DS establece en el capítulo 4.1 que el propósito del factor (I) es incrementar la necesidad de diseñar de manera sismo resistente todas las estructuras en general; debido a que estas deben permanecer operativas y los daños causados después de la ocurrencia de un sismo de diseño deben ser mínimos.

La NEC-SE-DS clasifica las estructuras a construirse por categorías para adoptar un factor (I) según el caso.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, centros de salud o de emergencia sanitaria, Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1,5
Estructuras de ocupación esencial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan mas de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieran operar continuamente.	1,3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores.	1

Tabla 8: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura (NEC-SE-DS).

Solo para estructuras con factor de importancia mayor que 1.0 deberán cumplir con los requisitos establecidos en la sección 4.3 “Estructuras de ocupación especial y esencial”

- **Regularidad/ configuración estructural.**

Por lo general se procura que la configuración de la estructura sea simple y regular para un adecuado desempeño sísmico. La NEC-SE-DS establece en la sección 5.2 las configuraciones recomendadas.

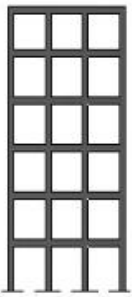
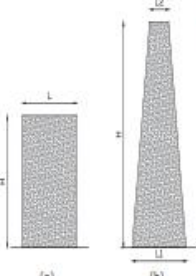
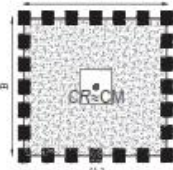
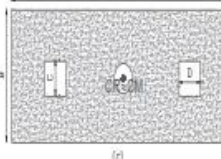
CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN $\phi_E=1$		CONFIGURACIÓN EN PLANTA $\phi_P=1$	
La altura de entrepiso y la configuración vertical de sistemas aporticados, es constante en todos los niveles. $\phi_E=1$		La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro de Rigidez es semejante al Centro de Masa. $\phi_P=1$	
La dimensión del muro permanece constante a lo largo de su altura o varía de forma proporcional. $\phi_E=1$			
			

Tabla 9: Configuraciones estructurales recomendadas (NEC-SE-DS).

Se debe evitar cambios abruptos de rigidez y resistencia; evitando la acumulación de daños de algunos componentes en deterioro de la ductilidad global del sistema; por lo tanto, no se recomienda las siguientes configuraciones estructurales.

IRREGULARIDADES EN ELEVACIÓN		IRREGULARIDADES EN PLANTA
Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas. La estructura se considera irregular no recomendada cuando existen desplazamientos en el alineamiento de elementos verticales del sistema resistente, dentro del mismo plano en el que se encuentran, y estos desplazamientos son mayores que la dimensión horizontal del elemento.		Desplazamiento de los planos de acción de elementos vertical. Una estructura se considera irregular no recomendada cuando existen discontinuidades en los ejes verticales, tales como desplazamientos del plano de acción de elementos verticales del sistema resistente.
Piso débil-Discontinuidad en la resistencia. La estructura se considera irregular no recomendada cuando la resistencia del piso es menor que el 70% de la resistencia del piso inmediatamente superior, (entendiéndose por resistencia del piso la suma de las resistencias de todos los elementos que comparten el cortante del piso para la dirección considerada).		
Columna corta Se debe evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras.		

Tabla 10: Configuraciones estructurales no recomendadas (NEC-SE-DS).

- **Irregularidades y coeficientes de configuración estructural.**

En caso de estructuras irregulares tanto en planta como en elevación, la NEC-SE-DS establece que se usaran los coeficientes de configuración estructural que penalizan al diseño con el fin de evitar daños mayores que afectan el comportamiento estructural ante la ocurrencia de un sismo.

Los coeficientes de configuración estructural incrementan el valor del cortante de diseño, con la finalidad de aumentar la resistencia a la estructura, pero no asegura un comportamiento sísmico óptimo de una edificación por lo que se debe evitar al máximo la presencia de estas irregularidades.

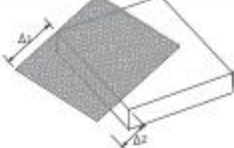
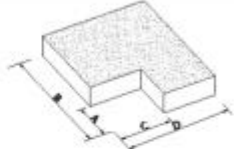
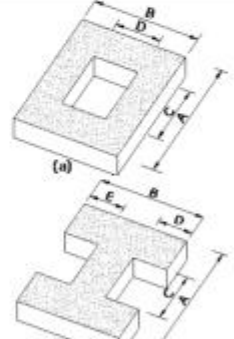
Tipo 1 - Irregularidad torsional $\phi_{tr}=0.9$ $\Delta > 1.2 \frac{(\Delta 1 + \Delta 2)}{2}$ Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia. La torsión accidental se define en el numeral 6.4.2 del presente código.	
Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas $\phi_{tr}=0.9$ $A > 0.15B$ y $C > 0.15D$ La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.	
Tipo 3 - Discontinuidades en el sistema de piso $\phi_{tr}=0.9$ a) $CxD > 0.5Ax B$ b) $[CxD + CxE] > 0.5Ax B$ La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.	
Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos $\phi_{tr}=0.9$ La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.	
Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.	

Tabla 11: Coeficientes de irregularidad en planta (NEC-SE-DS).

Tipo 1 - Piso flexible $\phi_{ei}=0.9$ Rigidez $K_i < 0.70$ Rigidez K_0 $Rigidez < 0.80 \frac{(K_{i-1} + K_i + K_{i+1})}{3}$ La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.	
Tipo 2 - Distribución de masa $\phi_{ei}=0.9$ $m_D > 1.50 m_E$ ó $m_D > 1.50 m_C$ La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.	
Tipo 3 - Irregularidad geométrica $\phi_{ei}=0.9$ $a > 1.3 b$ La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.	
Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.	

Tabla 12: Coeficientes de irregularidad en elevación (NEC-SE-DS).

Se dice que una estructura es regular cuando no presenta ninguna de las condiciones de irregularidad mencionadas en la tabla 10 y tabla 11.

• Coeficiente de regularidad en planta ϕ_P

La NEC-SE-DS en el capítulo 5.2.3 inciso a, establece que la manera de estimar el coeficiente ϕ_P es a partir del análisis descrito en la tabla 12; y se utilizará la siguiente expresión:

$$(1.8) \phi_P = (\phi_{PA}) * (\phi_{PB})$$

ϕ_{PA} = Mínimo valor de ϕ_{Pi} de cada piso i de la estructura en el caso de irregularidades tipo 1, 2 y/o 3.

$\emptyset_{PB}$ = Mínimo valor de $\emptyset_{Pi}$ de cada piso i de la estructura en el caso de irregularidades tipo 4.

$\emptyset_{Pi}$ = Coeficiente de configuración en planta.

Si una estructura carece de ningún tipo de irregularidades mencionadas en la tabla 9 en ninguno de sus pisos $\emptyset_P$ tomará el valor de 1 y se considerará como regular en planta.

• **Coeficiente de regularidad en elevación $\emptyset_E$**

La NEC-SE-DS en el capítulo 5.2.3 inciso b, establece que la manera de estimar el coeficiente $\emptyset_P$ es a partir del análisis descrito en la tabla 13; y se utilizará la siguiente expresión:

$$(1.9) \quad \emptyset_E = (\emptyset_{EA}) * (\emptyset_{EB})$$

Dónde:

$\emptyset_E$ = Coeficiente de regularidad en elevación

$\emptyset_{EA}$ = Mínimo valor de $\emptyset_{Ei}$ de cada piso i de la estructura en el caso de irregularidades tipo 1; $\emptyset_{Ei}$ en cada piso se calcula como el mínimo valor expresado por la tabla para la irregularidad tipo 1.

$\emptyset_{EB}$ = Mínimo valor de $\emptyset_{Ei}$ de cada piso i de la estructura en el caso de irregularidades tipo 1; $\emptyset_{Ei}$ en cada piso se calcula como el mínimo valor expresado por la tabla para la irregularidad tipo 2 y/o 3.

$\emptyset_{Ei}$ = Coeficiente de configuración en elevación.

Si una estructura carece de ningún tipo de irregularidades mencionadas en las tablas 12 y 13 en ninguno de sus niveles, $\emptyset_E = 1$ se le considerará como regular en elevación. También se considerará $\emptyset_E = 1$ para estructuras tipo pórtico especial sismo resistente con muros estructurales (sistemas duales).

Si $\Delta_{Mi} < 1.30 * \Delta_{Mi+1}$ se considera que no existen irregularidades de los tipos 1,2, ó 3.

Dónde:

Δ_{Mi} = Deriva máxima de cualquier piso.

Δ_{Mi+1} = Deriva máxima del piso superior.

Combinación de las 3 componentes de la fuerza sísmica.

Se deben tomar en cuenta los efectos direccionales de las componentes horizontales de los sismos conforme a la combinación de las componentes horizontales.

En presencia de voladizos horizontales, el efecto de la componente vertical de los sismos debe considerarse como lo establece la NEC-SE-DS en la sección 3.4.4:

- **Elementos que exceden los límites de las plantas de los pisos.**

Un claro ejemplo de elementos que exceden los límites de planta de los pisos son los voladizos horizontales y para consideración de los efectos de la componente vertical de los sismos se diseñaran para una fuerza neta vertical reversible F_{rev} expresada por:

$$(1.10) F_{rev} = \frac{2}{3} I (\eta Z F_a) W_p$$

Dónde:

W_p = Peso que actúa en el voladizo.

I = Coeficiente de importancia

Torsión

Se considerará los efectos torsionales, incluyendo los momentos torsionales horizontales y torsión accidental. La NE-SE-DS establece que, si se utiliza modelos tridimensionales en el análisis, los efectos de la torsión accidental deben considerarse mediante una apropiada re-localización de las masas.

1.4.1.2.2.2.2 Análisis paso a paso en el tiempo.

Este método aplicado obligatoriamente para estructuras con disipadores de energía. Consiste en la utilización de acelerogramas para el sitio específico cumpliendo con los requisitos específicos de respuesta dinámica establecidos en la sección 10.5.4 de la NEC-SE-DS y de la geología local.

Se establece que los análisis se deben construir modelos matemáticos de las estructuras, se debe definir la acción sísmica, número de modos y definir los factores de reducción de los parámetros elásticos de respuesta a efectos de diseño.

Casos de aplicación, y revisión del diseño por un profesional según NEC-SE-DS.

El procedimiento a seguir consiste en realizar un análisis no lineal paso a paso con la finalidad de justificar un diseño estructural q no pueda ser justificado por el método estático o lineal espectral. Dicho análisis será realizado por un profesional con experiencia en métodos de análisis sísmicos inelásticos.

La revisión del diseño estructural no deberá restringirse de los siguientes pasos:

- Revisión de los criterios aplicados para la obtención de un espectro para el sitio de emplazamiento o para la generación de acelerogramas.

- Revisión del diseño preliminar y final de la estructura y todos los criterios de análisis aplicados.

-La memoria de cálculo contendrá los planos de detalle, cálculos realizados y un escrito firmado por un profesional independiente que realizó la revisión certificando q todas las revisiones descritas se han realizado.

Registros de aceleración.

- **Acelerogramas**

La NEC-SE-DS establece que se realizaran los análisis utilizando las componentes verticales y horizontales apropiadamente seleccionados y escalados a partir de los registros que se presenten con un mínimo de 3 eventos sísmicos.

Los acelerogramas deben cumplir algunas características de magnitud, distancia a la falla, mecanismo de la falla y efectos del suelo.

Si se realiza el análisis para 3 pares de registro se tomará el valor máximo para el análisis del diseño. Para 7 o más registros se realizará un promedio de los valores y será dicho resultado el q se tome para el análisis.

- **Acelerogramas artificiales.**

Este tipo de acelerogramas se utiliza cuando no se dispone de al menos 3 eventos sísmicos para poder generar el número de registros.

- **Componentes de los acelerogramas.**

La NEC-SE-DS establece que para cada par de componentes horizontales se debe realizar la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los espectros característicos del sitio, para una fracción de amortiguamiento respecto al crítico de 5.00% para periodos del 0.2T y 1.5T.

Estas componentes deben aplicarse al modelo de forma simultánea para considerar los efectos torsionales

1.4.1.2.2.2 Ajuste del corte basal de los resultados obtenidos por el análisis dinámico.

El movimiento sísmico del suelo que se transmite a una edificación como es el caso de un edificio hace que la base de la misma tienda a seguir el movimiento del suelo, mientras que debido a su inercia la masa del edificio se opone a ser desplazada dinámicamente siguiendo el movimiento de su base.

La NEC establece parámetros que deben cumplirse del cortante dinámico total en la base con relación al cortante basal sin importar el método de análisis dinámico que se utilice no debe ser:

< 80% del cortante basal (V) obtenido por el método estático para estructuras regulares

< 85% del cortante basal (V) obtenido por el método estático para estructuras irregulares.

1.4.1.2.2.3 Representación y determinación de la carga sísmica horizontal.

La acción sísmica actuando sobre una estructura debe representar como mínimo un periodo de retorno de 475 años sin la aplicación del factor de reducción (**R**), puede ser una d las siguientes:

- El espectro de respuesta elástico de aceleraciones (**S_a**).
- Un espectro de respuesta elástico de aceleraciones para el sitio específico basado en la geología, tectónica, sismología y características del suelo cumpliendo con lo establecido en la sección 10.5.3 y 10.5.4 de la NEC “Peligro Sísmico”; Necesidad de estudios de microzonificación sísmica y Requisitos específicos de respuesta para los suelos tipo F. El espectro debe desarrollarse para una fracción de amortiguamiento respecto al crítico de 0.05 a menos que la utilización de otros valores sea justificada de acuerdo a la intensidad del sismo establecido para el sitio.
- Acelerogramas desarrollados que sean representativos de los terremotos reales en el sitio cumpliendo los requisitos específicos de respuesta para los tipos de suelo tipo F.

La componente vertical del sismo se puede determinar por medio de la componente horizontal de aceleración; mediante un escalamiento por un factor mínimo de 2/3 con respecto a la relación vertical sobre la horizontal.

1.4.1.2.2.4 Modelo Matemático.

Para la aplicación la estructura incluirá los siguientes parámetros:

- Todos los elementos que conforman el sistema estructural resistente,
- La rigidez de la estructura y distribución espacial de masas con aproximaciones significativas para poder capturar las características esenciales del comportamiento dinámico.
- Para estructuras irregulares se utilizará un modelo tridimensional para el análisis dinámico.
- Para estructuras de hormigón armado y de mampostería en el cálculo de rigideces y derivas máximas se deberá utilizar los valores de las inercias agrietadas de los elementos estructurales.

1.4.1.3 Procedimiento de Cálculo del DBF.

1.4.1.3.1 Pasos del método.

La NEC-SE-DS sección 6.3 establece los siguientes pasos a seguir:

- Determinar el espectro de diseño **Sa (T)**.
- Cálculo aproximado del periodo fundamental de vibración (**Ta**).
- Determinación del cortante de base (**V**).
- Determinación de las distribuciones horizontales y verticales de la cortante de base.

1.4.1.3.2 Cortante basal de diseño V.

Definido como la fuerza total de diseño por cargas laterales aplicada en la base de la estructura en una dirección especificada, se determinará según la NEC-SE-DS mediante la siguiente expresión:

$$(1.11) V = \frac{I Sa(Ta)}{R \phi_P \phi_E} W$$

Dónde:

$Sa(Ta)$ = Espectro de diseño en aceleración.

ϕ_P y ϕ_E = coeficientes de configuración en planta y elevación.

I = Coeficiente de importancia.

R = Factor de reducción de resistencia sísmica.

V = Cortante basal total de diseño.

W = Carga sísmica reactiva.

Ta = Período de vibración.

Aplicación del espectro de diseño según NEC-SE-DS.

- Para estructuras de ocupación normal, la curva de espectro de diseño **Sa (T)** se diseñará mediante el factor de zona Z y zonificación sísmica.
- Para estructuras esenciales o de ocupación especial, los valores de aceleración se determinarán mediante las curvas de peligro sísmico establecido en la sección 3.1.2 de la NEC-SE-DS.
- Para estructuras construidas en suelos tipo F, la norma establece que se deberá desarrollar espectros y acelerogramas específicos al sitio de emplazamiento.

1.4.1.3.3 Determinación del período de vibración T.

La NEC-SE-DS establece 2 métodos para el cálculo de período de vibración, siendo este una estimación inicial razonable para el cálculo de las fuerzas sísmicas a aplicarse sobre la estructura.

- **Primer método.**

Para estructuras de edificación el periodo de vibración se calculará mediante la siguiente expresión:

$$(1.12) T = C_t h_n^\alpha$$

Dónde:

C_t = Coeficiente que depende del tipo de edificación

H_n = Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros.

T = Período de vibración

Para:

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0,072	0,8
Con arriostramientos	0,073	0,75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0,055	0,9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0,055	0,75

Tabla 13: Coeficiente dependiente del tipo de edificio y valor de alfa (NEC-SE-DS).

Para el caso de estructuras con muros de hormigón armado o mampostería estructural con ($\alpha=1$):

$$(1.13) C_t = \frac{0.0062}{\sqrt{C_w}} ; \quad (1.14) C_w = \frac{100}{AB} \sum_{i=1}^{n_w} \left[\left(\frac{h_n}{h_{wi}} \right)^2 \frac{A_{wi}}{1 + 0.83 \left(\frac{h_{wi}}{l_{wi}} \right)^2} \right]$$

Dónde:

AB = Área de la edificación en su base, en metros cuadrados.

n_w = Número de muros de la edificación diseñados para resistir las fuerzas sísmicas en la dirección de estudio.

h_{wi} = Altura del muro i medida desde la base, en metros.

A_{wi} = Área mínima de cortante de la sección de un muro estructural i, medida en un plano horizontal, en el primer nivel de la estructura y en la dirección de estudio, en metros cuadrados.

l_{wi} = Longitud medida horizontalmente, en metros, de un muro estructural i en el primer nivel de la estructura y en la dirección de estudio.

- **Segundo método.**

Se puede calcular el período de vibración utilizando las propiedades estructurales y las características de deformación de los elementos resistentes, se determinará mediante la siguiente expresión:

$$(1.15) \mathbf{T_a} = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i \delta_i^2}{g \sum_{i=1}^n f_i \delta_i}}$$

Dónde:

f_i = Cualquier distribución aproximada de las fuerzas laterales en el piso i u otra distribución racional.

δ_i = Deflexión elástica del piso i , calculada utilizando las fuerzas laterales f_i .

w_i = Peso asignado al piso o nivel i de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W .

Es importante verificar que si el valor T_a calculado por este método no debe ser mayor en un 30% al valor de T_a calculado por el primer método.

- **Interacciones**

La NEC-SE-DS indica que una vez dimensionado la estructura, se debe volver a recalcular los períodos fundamentales por medio del segundo método o mediante un análisis modal, de igual manera el cortante basal se verificara y este proceso se lo realizará en interacciones consecutivas hasta que la variación de los períodos sea menor o igual a 10%.

1.4.1.3.4 Ductilidad y factor de reducción de resistencia sísmica R.

Es permitido que se dé una reducción de las fuerzas sísmicas de diseño siempre y cuando todas las estructuras se desarrollen con un mecanismo de falla previsible y con una ductilidad adecuada para que el daño soportado se concentre en partes mediante rótulas plásticas.

La NEC-SE-DS se basa en diferentes normas extranjeras que en conjunto forman el reglamento mencionado, pero para el método DBF dicho factor (R) es una constante que depende del tipo de estructura, tipo de suelo, período de vibración considerado, factores de ductilidad, sobre resistencia, redundancia y amortiguamiento estructural en condiciones límites.

- **Grupos estructurales de acuerdo con R.**

La NEC-SE-DS divide en dos grupos estructurales a utilizarse para la edificación:

- 1) Sistemas estructurales dúctiles.**

Sistemas Estructurales Dúctiles		R
Sistemas Duales		
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras (sistemas duales).		8
Pórticos especiales sismo resistentes de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.		8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).		8
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.		7
Pórticos resistentes a momentos		
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.		8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.		8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.		8
Otros sistemas estructurales para edificaciones.		
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado		5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.		5

Tabla 14: Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles (NEC-SE-DS).

2) Sistemas estructurales de ductilidad limitada

La NEC establece que, en el caso de viviendas y edificaciones de baja altura diseñadas con este sistema, el valor de **R** se tomará siempre y cuando la estructura esté diseñada bajo los parámetros de la norma NEC-SE-VIVIENDA.

No se utilizará este sistema en número de pisos que rebasen los límites establecidos en las tablas 14 y 15; y cuando el factor de importancia (**I**) sea mayor que uno.

Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada		R
Pórticos resistentes a momento		
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros		3
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM con armadura electrosoldada de alta resistencia.		2.5
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.		2.5
Muros estructurales portantes		
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.		1
Mampostería no reforzada, limitada a 2 pisos.		3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.		3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.		3

Tabla 15: Coeficiente R para sistemas estructurales de ductilidad limitada (NEC-SE-DS).

- **Otros casos.**

Si los sistemas resultasen una combinación de los dos casos mencionados se deberá tomar el menor de los valores de **R** escogidos de las tablas.

Para estructuras diferentes a las de edificación la NEC-SE-DS establece guiarse en la sección 9 “Estructuras diferentes a las de edificaciones”.

1.4.1.3.5 Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales.

La distribución se lo realiza de manera lineal dependiendo del período fundamental de vibración **Ta**. Estas fuerzas deben ser distribuidas en la altura de la estructura y según la NEC-SE-DS establece las siguientes expresiones para el cálculo:

$$(1.16) V = \sum_{i=1}^n Fi ; \quad (1.17) Vx = \sum_{i=x}^n Fi ; \quad (1.18) Fx = \frac{wx h_x^k}{\sum_{i=1}^n wi h_i^k} V$$

Dónde:

V = Cortante en la base de la estructura.

Vx = Cortante total en el piso x de la estructura.

Fi = Fuerza lateral aplicada en el piso x de la estructura.

Fx = Fuerza lateral aplicada en el piso x de la estructura.

n = Número de pisos de la estructura.

wx = Peso asignado al piso o nivel x de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W (incluye la fracción de la carga viva correspondiente).

wi = Peso asignado al piso o nivel i de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W (incluye la fracción de la carga viva correspondiente).

hx = Altura del piso x de la estructura.

hi = Altura del piso i de la estructura.

K = Coeficiente relacionado con el período de vibración de la estructura T .

- **Determinación de K.**

Valores de T (s)	k
≤ 0.5	1
$0.5 < T \leq 2.5$	$0.75 + 0.5T$
> 2.5	2

Tabla 16: Coeficiente relacionado con el período de vibración de la estructura, (NEC-SE-DS).

1.4.1.3.6 Distribución horizontal del cortante.

Se deberá distribuir dicha cortante V_x entre todos los elementos que conforman el sistema estructural resistente a cargas laterales, considerando las rigideces de piso

1.4.1.3.7 Momentos torsionales horizontales y torsión accidental.

Según la ASCE 7-95 (Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles) Sección 4.2.3.5.2 el diseño de la estructura deberá incluir el momento torsional resultado de la ubicación de las masas del edificio y de los momentos torsionales accidentales provocados por los desplazamientos de cada masa y dirección por una distancia igual al 5% de la máxima dimensión del edificio perpendicular a la dirección de aplicación de las fuerzas bajo consideración.

La NEC-SE-DS indica que cuando existe irregularidad torsional los efectos deben ser considerados incrementando la torsión accidental en cada nivel mediante un factor de aplicación torsional A_x , cuya expresión es:

$$(1.19) A_x = \left(\frac{\delta_{m\acute{a}x}}{1.2\delta_{prom}} \right)^2$$

Dónde:

A_x = Factor de amplificación torsional

δ_{prom} = Promedio de desplazamientos de los puntos extremos de la estructura en el nivel x.

$\delta_{m\acute{a}x}$ = Valor del desplazamiento máximo en el nivel x.

Es importante recalcar que el valor de amplificación torsional (A_x) no deberá exceder el valor de 3.0 y se considerará la carga más severa para el diseño.

1.4.1.3.8 Efectos de segundo orden P- Δ e índice de estabilidad Q_i .

Cuando ocurre un sismo los edificios son expuestos a desplazamientos laterales de gran magnitud que son por lo general cuatro o cinco veces mayores a los normales que se considera cuando se diseña para cargas de viento, es por ello que en el análisis de efectos segundo orden se produce un incremento de las fuerzas internas, momentos y derivas de la estructura por lo que es necesario considerarse las propiedades agrietadas, el peso de la estructura de forma mayorizada, el factor de reducción deberá incluir para el cálculo de la rigidez lateral. (Horvilleur & Moore, 1993).

La NEC-SE-DS establece que para el cálculo del índice de estabilidad para el piso i y en la dirección bajo estudio se utilizará la siguiente expresión:

$$(1.20) \mathbf{Q_i} = \frac{P_i \Delta_i}{V_i h_i}$$

Dónde:

Q_i = Índice de estabilidad del piso i , es la relación entre el momento de segundo y primer orden.

P_i = Suma de la carga vertical total sin mayorar incluyendo el peso muerto y la sobrecarga viva del piso i y de todos los pisos localizados sobre este.

Δ_i = Deriva del piso i calculada en el centro de masas del piso.

V_i = Cortante sísmico del piso i

h_i = Altura del piso i considerado.

Es importante que el índice de estabilidad sea menor o igual que 0.30 cuando (Q_i) sobrepasa este valor se dice que es potencialmente inestable y debe rigidizarse.

Los efectos de segundo orden no necesitan ser considerados cuando Q_i es menor que 0.1

Si $0.1 < Q_i < 0.3$ se debe determinar un factor de mayoración que según la NEC-SE-DS establece la siguiente fórmula:

$$(1.21) f_{P-\Delta} = \frac{1}{1-Q_i}$$

Dónde:

$f_{P-\Delta}$ = Factor de mayoración.

1.4.1.3.9 Control de la deriva de piso (Deriva máxima inelástica de piso ΔM).

La NSR-98 (Norma Colombiana de diseño y construcción sismo resistente) en el capítulo A.13 define como deriva de piso a la diferencia entre los desplazamientos horizontales de los niveles entre los cuales está comprendido el piso.

La norma ecuatoriana NEC-SE-DS establece en la sección 6.3.9 algunos parámetros a tomar en cuenta para el control de derivas:

Se hará un control de deformaciones, comprobando que la estructura presente deformaciones inelásticas controlables. Para la revisión de las derivas se considerará que se utilizará secciones agrietadas y se trabajará con el valor de respuesta máxima inelástica en desplazamientos provocados por el sismo.

El cálculo de las derivas se lo realizará por cada piso e incluirá las deflexiones debidas a efectos traslacionales y torsionales e incluirá además los efectos de segundo orden.

La NEC-SE-DS establece la siguiente expresión para el cálculo de la deriva máxima inelástica:

$$(1.22) \Delta M = 0.75 R \Delta E$$

Dónde:

ΔM = Deriva máxima inelástica.

ΔE = Desplazamiento obtenido en la aplicación de las fuerzas laterales de diseño reducidas.

R = Factor de reducción de resistencia.

Se deberá verificar que ΔM sea menor que ΔM máxima según los límites permisibles de las derivas de piso (Tabla 1).

2. Análisis Sismo Resistente del Edificio en el Sector de Machángara.

2.1 Determinación de la zona.

El sitio en el cual se construirá la edificación se encuentra ubicado en la parroquia Machángara en la avenida González Suarez y Gustavo Ochoa.



Figura 3: Ubicación de la Zona (Google Earth).

Zona 17M

9680406.29 m S

726342.19 m E

2.2 Determinación de los componentes del suelo.

La provincia del Azuay geológicamente se caracteriza por formaciones casi ininterrumpidas que van desde el paleozoico hasta formaciones contemporáneas.

El austro ecuatoriano posee terrenos muy inestables en particular la zona del río Paute; la edificación al estar ubicada al Sureste de Cuenca se tiene que existe un predominio

de fuertes laderas de erosión como es el caso de la cuenca de Déleg, Sidcay. (Vélez Dávila, P. E. 20012).

Debido a la tipología de suelo en la zona de estudio se adoptó un suelo tipo B; es decir con un perfil de roca de rigidez media que se caracteriza por tener una velocidad de onda cortante del suelo (V_s) entre un rango de 1500 a 760m/s según lo establece la NEC-SE-DS en la sección 3.2.

La capacidad portante del suelo asumido para la zona de estudio es de 22500kg/m² criterio que está dentro del rango de capacidades portantes de suelos en la ciudad de cuenca. (Anexo 6.1 Tabla: Capacidad portante de suelos).

2.3 Determinación del peso de la estructura de la Vivienda.

Es muy importante un dimensionamiento previo de todos los elementos estructurales de una edificación, por lo que se propondrá secciones de elementos estructurales, para iniciar el proceso de diseño estructural. Verificando posteriormente si las mismas cumplen con los requisitos de funcionalidad establecidos por la norma ecuatoriana de la Construcción.

La edificación se divide en 6 plantas que incluye un sótano y una buhardilla en la parte superior del edificio; por lo q se analizará y pre dimensionará los elementos estructurales por cada planta.

Se analizará cada planta de forma particular para optimizar y escoger un peralte adecuado tanto para las losas y vigas de la estructura igualmente respetando los criterios arquitectónicos previamente establecidos se trabajará de igual manera con las secciones asignadas a las columnas, que posteriormente serán todos los elementos analizados y modelados dentro del software SAP 2000 versión 17.3.0

2.3.1 Pre dimensionamiento de las Losas.

Las losas al ser elementos estructurales planos bidimensionales donde las cargas actuantes son en dirección perpendicular a su plano. Las losas según su dirección de trabajo pueden ser Unidireccionales y Bidireccionales. Cuando el hormigón ocupa todo el espesor de la losa se llama losa maciza y cuando el volumen de la losa es ocupado por materiales más livianos se dice que la losa es alivianada, aligerada o nervada.

El “Código de diseño de hormigón estructural” (Código del diseño de Hormigón Basado en el ACI 318-99) en la sección 13.6.1.2 establece que si la razón entre los dos vanos (luz mayor /luz menor) excede de 2, la losa trabaja de forma unidireccional en el sentido más corto de la luz, caso contrario si la relación entre vanos es menor que 2 la losa trabaja bidireccionalmente.

Para losas Unidireccionales dependiendo del número de apoyos el cálculo del peralte se considerará según lo establecido en la sección 9.5.2.1 del (Código del diseño de Hormigón Basado en el ACI 318-99).

Miembros	Altura mínima h			
	Libremente Apoyados	Con un extremo Continuo	Ambos extremos continuos	En Voladizo
Losas macizas en una dirección	L/20	L/24	L/28	L/10
Vigas o losas nervadas en una Dirección	L/16	L/18.5	L/21	L/8

Tabla 17: Alturas o espesores mínimos de losas armadas en una dirección (ACI 318-99).

Dónde:

L_n = Luz de la losa en una dirección o proyección libre del voladizo.

Para losas bidireccionales en la sección 9.5.3.3.3 del (Código del diseño de Hormigón Basado en el ACI 318-99). establece la siguiente expresión para el cálculo del peralte de la losa.

$$(2.3.1) \quad h = \frac{L_n (800 + 0.071 f_y)}{36000}$$

Dónde:

h = Peralte de la losa.

L_n = Luz libre del lado mayor de la losa, medidas cara a cara entre los apoyos con o sin vigas.

f_y = Límite de fluencia especificada del acero estructural.

La mayoración (u) establecida según el Código del diseño de Hormigón Basado en el ACI 318-99 en la sección 9.2.4 para cualquier combinación de carga muerta, viva o cargas laterales se aplicará la siguiente expresión:

$$(2.3.2) \quad U = 1.4D + 1.7L$$

Dónde:

U= resistencia requerida para resistir las cargas mayoradas o esfuerzos internos correspondientes.

D= Cargas permanentes o esfuerzos internos correspondientes.

L= sobrecargas, o esfuerzos internos correspondientes.

Los pesos específicos establecidos por la NEC-SE-CG para los materiales a utilizar son los siguientes:

Hormigón simple= 2200kg/m^3

Hormigón Armado= 2400kg/m^3

Bloque hueco de hormigón alivianado= 800kg/m^3

Ladrillo Cerámico= 1800 kg/m^3

Cargas permanentes.

Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias: La NEC-SE-CG en la sección 3.1.2 establece que la distribución por m^2 se realizará según especificación del producto considerado. Por lo que se ha tomado pertinente un valor de 5kg/m^2 para instalaciones eléctricas y 5kg/m^2 para instalaciones hidrosanitarias.

Cielo raso: La NEC-SE-CG en la sección 4.1 “Carga muerta: peso de los materiales” establece que la distribución por m^2 para cielorraso de yeso sobre listones de madera (incluidos los listones) será de 20 kg/m^2 .

Malla electrosoldada: Se escogerá según las especificaciones y uso del fabricante, se aplicará la malla R-106 con las siguientes características según el fabricante “Novacero”:

Descripción	Diámetro de varilla mm	Apertura cm	Peso kg/unidad	Peso kg/m^2
R-106	4	15x15	19.81	1.72

Fuente: Catálogos Producto Novacero: Mallas Electrosoldada.

Rasante por piso: Se lo realizará con un recubrimiento de hormigón simple de 2200kg/m^3 y un espesor de 4cm. Dando una distribución de 88kg/m^2 .

- **Planta de Sótano.**

El sótano cuenta con 20 tableros separados por sus respectivos ejes. Ubicado en el nivel -2.90m. Se diseñará una losa maciza con las siguientes características:

Columnas.

Dimensiones (0.30 x 0.45m)

TABLERO	Lx	Ly	AREA LIBRE (m²)	luz mayor / luz menor	DIRECCION DE TRABAJO
1	4,76	3,06	10,6	1,56	L.BIDIRECCIONAL
2	5,06	3,06	12,0	1,65	L.BIDIRECCIONAL
3	2,7	3,06	5,7	1,13	L.BIDIRECCIONAL
4	2,8	3,06	5,9	1,09	L.BIDIRECCIONAL
5	4,05	3,06	9,3	1,32	L.BIDIRECCIONAL
6	7,96	3,17	19,5	2,51	L. UNIDIRECCIONAL
7	2,65	7,72	7,0	2,91	L. UNIDIRECCIONAL
8	4,76	7,25	30,3	1,52	L.BIDIRECCIONAL
9	5,06	7,25	32,4	1,43	L.BIDIRECCIONAL
10	2,7	7,25	16,3	2,69	L. UNIDIRECCIONAL
11	2,8	7,25	17,0	2,59	L. UNIDIRECCIONAL
12	3,43	7,28	23,3	2,12	L. UNIDIRECCIONAL
13	5,33	7,62	37,1	1,43	L.BIDIRECCIONAL
14	3,68	2,65	7,9	1,39	L.BIDIRECCIONAL
15	4,76	3,07	12,0	1,55	L.BIDIRECCIONAL
16	5,05	3,07	12,8	1,64	L.BIDIRECCIONAL
17	2,7	3,07	6,5	1,14	L.BIDIRECCIONAL
18	2,8	3,07	6,8	1,10	L.BIDIRECCIONAL
19	3,43	3,07	8,4	1,12	L.BIDIRECCIONAL
20	5,33	3,07	12,1	1,74	L.BIDIRECCIONAL

Tabla 18: Dirección de trabajo tableros de sótano (Autoría propia).

El Área libre se tomará en cuenta con la luz libre de cada tablero.

Lx, Ly = luz entre ejes en sentido horizontal y vertical respectivamente.

MAMPOSTERIA (m)			Lnx	Lny	h1	h2	h. adoptado (cm)
L	h	e					
			4,46	2,61	13,61	7,96	14
			4,76	2,61	14,52	7,96	15
			2,4	2,61	7,32	7,96	8
			2,5	2,61	7,63	7,96	8
			3,75	2,61	11,44	7,96	11
5,21	2,9	0,15	7,66	2,72	47,88	17,00	17
5,76	2,9	0,1	2,35	7,27	14,69	45,44	15
17,37	2,9	0,1	4,46	6,8	13,61	20,74	21
			4,76	6,8	14,52	20,74	21
			2,4	6,8	15,00	42,50	15
			2,5	6,8	15,63	42,50	16
			3,13	6,83	19,56	42,69	20
			5,03	7,17	15,34	21,87	22
			3,38	2,2	10,31	6,71	10
2,8	2,9	0,15	4,46	2,62	13,61	7,99	14
2,06	2,9	0,15	4,75	2,62	14,49	7,99	14
			2,4	2,62	7,32	7,99	8
			2,5	2,62	7,63	7,99	8
			3,13	2,62	9,55	7,99	10
			5,03	2,62	15,34	7,99	15
							14,1

Tabla 19: Altura o peralte mínimo para planta de sótano (Autoría propia).

Lnx, Lny= luz libre entre ejes en sentido horizontal y vertical respectivamente.

Los peraltes escogidos son calculados dependiendo la dirección de trabajo de la losa y se adopta un promedio general del peralte para todos los tableros de la planta de sótano; que para el caso es de 14cm con un recubrimiento de 2cm.

Volumen losa (m ³)	Peso losa (kg/m ²)	Peso Bloque (kg/m ²)	Peso Mamposteria (kg/m ²)	CARGA		
				D (MUERTA)	L (VIVA)	μ
1.48	336.00	0.00	0.00	455.72	200.00	978.01
1.69	336.00	0.00	0.00	455.72	200.00	978.01
0.79	336.00	0.00	0.00	455.72	200.00	978.01
0.83	336.00	0.00	0.00	455.72	200.00	978.01
1.30	336.00	0.00	0.00	455.72	200.00	978.01
2.73	336.00	0.00	209.27	664.99	200.00	1270.98
0.98	336.00	0.00	427.78	883.50	200.00	1576.91
4.25	336.00	0.00	298.97	754.69	200.00	1396.56
4.53	336.00	0.00	0.00	455.72	200.00	978.01
2.28	336.00	0.00	0.00	455.72	200.00	978.01
2.38	336.00	0.00	0.00	455.72	200.00	978.01
3.27	336.00	0.00	0.00	455.72	200.00	978.01
5.19	336.00	0.00	0.00	455.72	200.00	978.01
1.10	336.00	0.00	0.00	455.72	200.00	978.01
1.69	336.00	0.00	182.06	637.78	200.00	1232.90
1.80	336.00	0.00	125.77	581.49	200.00	1154.08
0.91	336.00	0.00	0.00	455.72	200.00	978.01
0.95	336.00	0.00	0.00	455.72	200.00	978.01
1.18	336.00	0.00	0.00	455.72	200.00	978.01
1.70	336.00	0.00	0.00	455.72	200.00	978.01
CARGA TOTAL LOSA						21301.55

Tabla 20: Carga Total de planta de sótano (Autoría propia).

El sótano al ser una zona destinada para parqueadero de vehículos particulares se asume como carga viga 200kg/m² para zona de garaje, establecido en la NEC-SE-CG sección 4.2.1 “Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas y concentradas”. La losa del sótano soporta una carga de 21301.55kg/m².

- **Planta de Baja.**

La planta baja está conformada por 15 tableros separados por sus ejes respectivos y un volado diseñado de forma maciza. Esta planta se encuentra ubicado en el nivel +0.00 a nivel del suelo; la losa a diseñarse será alivianada conformada con casetones y bloques e igual columnas con las siguientes características:

Columnas.

Dimensiones (0.30 x 0.45m)

Casetones

Dimensiones (0.4 x 0.4m)

Bloques

Dimensiones (0.40 x 0.20m)

TABLERO	Lx	Ly	AREA LIBRE (m²)	luz mayor / luz menor	DIRECCION DE TRABAJO
1	3,8	3,24	10,79	1,17	L.BIDIRECCIONAL
2	5,06	3,06	12,8	1,65	L.BIDIRECCIONAL
3	2,7	3,06			
4	2,8	3,06	6,72	1,09	L.BIDIRECCIONAL
5	4,06	3,06	10,10	1,33	L.BIDIRECCIONAL
6	3,26	7,42	8,69	2,28	L. UNIDIRECCIONAL
7	7	4,12	27,44	1,70	L.BIDIRECCIONAL
8	5,06	6,97	29,76	1,38	L.BIDIRECCIONAL
9	2,7	6,97	11,21	2,58	L. UNIDIRECCIONAL
10	2,8	6,97	16,30	2,49	L. UNIDIRECCIONAL
11	3,42	7	22,37	2,05	L. UNIDIRECCIONAL
12	4,16	3,07	10,42	1,36	L.BIDIRECCIONAL
13	1,9	3,07	4,73	1,62	L.BIDIRECCIONAL
14	2,16	3,07	6,47	1,42	L.BIDIRECCIONAL
15	2,81	3,07	6,7	1,09	L.BIDIRECCIONAL

Tabla 21: Dirección de trabajo tableros de planta Baja (Autoría propia).

# CASETONES	# BLOQUES	MAMPOSTERIA			Lnx	Lny	h1	h2	h. adoptado (cm)
		L	h	e					
13	30	2,69	2,9	0,1	3,5	2,79	10,68	8,51	11,00
15	15				4,76	2,61	14,52	7,96	15,00
9	14,5				2,5	2,61	7,63	7,96	8,00
15	15				3,76	2,61	11,47	7,96	11,00
11	13	1,7	2,9	0,15	2,96	6,97	18,50	43,56	31,03
50	10	10,66	2,9	0,15	6,7	3,67	20,44	11,20	11,00
52	27	7,05	2,9	0,15	4,76	6,52	14,52	19,89	15,00
15	23	7,32	2,9	0,15	2,4	6,52	15,00	40,75	27,88
27	13,5	2,25	2,9	0,1	2,5	6,52	15,63	40,75	28,19
40	12	2,7	2,9	0,1	3,12	6,55	19,50	40,94	20,00
15	20,5	2,7	2,9	0,1	3,86	2,62	11,78	7,99	8,00
6	11,5				1,6	2,62	4,88	7,99	5,00
9	14,5	5	2,9	0,1	1,86	2,62	5,67	7,99	8,00
9	14,5				2,51	2,62	7,66	7,99	8,00

Tabla 22: Altura o peralte mínimo para planta baja (Autoría propia).

El peralte de pre diseño adoptado es de 30cm con un recubrimiento de 5cm. Con un total de 286 casetones y 234 bloques.

Volumen losa (m³)	V. Caseton (m³)	V. Bloque (m³)	Peso losa (kg/m²)	Peso Bloque (kg/m²)	Peso Mamposteria (kg/m²)	CARGA		
						D (MUERTA)	L (VIVA)	μ (kg/m²)
3,24	1,17	0,60	326,30	44,49	130,14	620,64	200,00	1208,90
3,83	1,35	0,30	410,14	18,78	0,00	548,64	200,00	1108,10
						119,72		
2,02	0,81	0,29	327,14	34,52	0,00	481,39	200,00	1013,94
3,03	1,35	0,30	327,92	23,76	0,00	471,40	200,00	999,96
2,61	0,99	0,26	374,78	23,94	153,18	671,61	200,00	1280,25
8,23	4,50	0,20	308,92	5,83	304,18	738,66	200,00	1374,12
8,93	4,68	0,54	299,03	14,52	185,49	618,76	200,00	1206,26
3,36	1,35	0,46	332,49	32,83	511,29	996,33	200,00	1734,86
4,89	2,43	0,27	322,45	13,25	72,06	527,48	200,00	1078,47
6,71	3,60	0,24	308,02	8,58	63,00	499,33	200,00	1039,06
3,13	1,35	0,41	314,63	31,48	135,26	601,08	200,00	1181,52
1,42	0,54	0,23	329,30	38,90	0,00	487,92	200,00	1023,09
1,94	0,81	0,29	311,96	35,86	403,40	870,94	200,00	1559,32
2,02	0,81	0,29	327,14	34,52	0,00	481,39	200,00	1013,94
						CARGA TOTAL LOSA		16821,79

Tabla 23: Carga total de planta baja (Autoría propia).

El cálculo del volumen de la losa es calculado por metro cuadrado de sección; que descontado los volúmenes de casetones y bloques y multiplicado por su densidad específica dan como resultado el peso de losa.

El peso de mampostería se calculó tomando en cuenta la longitud y espesores de mampostería de ladrillo ubicada en los tableros correspondientes. La carga viva para

esta planta será de 200kg/m^2 según lo establece la NEC-SE-CG para viviendas unifamiliares y bifamiliares; como resultado la carga mayorizada de la losa de planta Baja es de 16821.79 kg/m^2 .

Diseño del Volado.

Se diseñará con una losa de forma maciza con acartelamiento. La dirección de trabajo será unidireccional. La carga viva a utilizarse será de según lo establece las NEC-SE-CG de 400kg/m^2 .

VOLADO		
Luz mayor=	5,42	
Luz menor=	1,25	
L mayor/ L menor=	4,336	
Direccion de Trabajo=	L. UNIDIRECCIONAL	
Area Libre=	3,2	
Volumen Hº Armado=	1,16	m^3
Peso Hº Armado=	869,55	kg/m^2
Peso malla R-84=	1,72	kg/m^2
P. Piso=	88	kg/m^2
Instalaciones=	10	kg/m^2
Cielo raso=	20	kg/m^2
Total=	989,27	kg/m^2
carga viva=	400	kg/m^2
U=	2064,978	kg/m^2

Tabla 24: Carga total volado planta baja (Autoría propia).

La carga mayorizada total para este elemento estructural será de 2064.98kg/m^2 .

- **Primera Planta.**

El diseño de esta losa está conformado por 11 tableros y dos volados a cada lado de la planta que se encuentra ubicada en el nivel $+2.90\text{m}$ con respecto del suelo. La losa calculada será de forma alivianada conformada por casetones y bloques e igual columnas con características similares a las losas de plantas anteriores.

TABLERO	Lx	Ly	AREA LIBRE (m ²)	luz mayor / luz menor	DIRECCION DE TRABAJO
1	3,18	7,4	18,8	2,33	L. UNIDIRECCIONAL
2	1,68	7,4	17,06	4,40	L. UNIDIRECCIONAL
3	5,06	6,97	31,0	1,38	L.BIDIRECCIONAL
4	2,7	3,96	5,64	1,47	L.BIDIRECCIONAL
5	2,8	6,97	16,30	2,49	L. UNIDIRECCIONAL
6	3,42	7	22,4	2,05	L. UNIDIRECCIONAL
7	4,13	3,27	11,97	1,26	L.BIDIRECCIONAL
8	1,87	3,07	4,63	1,64	L.BIDIRECCIONAL
9	2,7	3,07	6,89	1,14	L.BIDIRECCIONAL
10	2,8	3,07	6,8	1,10	L.BIDIRECCIONAL
11	2,5	3,22	7,5	1,29	L.BIDIRECCIONAL

Tabla 25: Dirección de trabajo tableros de primera planta (Autoría propia).

# CASETONES	# BLOQUES	MAMPOSTERIA			Lnx	Lny	h1	h2	h. adoptado (cm)
		L	h	e					
25,00	33,00	5,97	2,90	0,10	2,88	6,95	18,00	43,44	31,00
27,00	13,50	8,86	2,90	0,10	1,38	6,95	8,63	43,44	26,00
54,00	27,00	3,81	2,90	0,10	4,76	6,52	14,52	19,89	20,00
6,00	19,00	2,67	2,90	0,15	2,40	3,51	7,32	10,71	11,00
27,00	13,50	1,71	2,90	0,15	2,50	6,52	15,63	40,75	28,00
39,00	13,50	8,28	2,90	0,15	3,12	6,55	19,50	40,94	30,00
14,00	35,00	3,30	2,90	0,10	3,83	2,82	11,68	8,60	9,00
6,00	11,50				1,57	2,62	4,79	7,99	8,00
9,00	14,50				2,40	2,62	7,32	7,99	8,00
9,00	14,50	4,68	2,90	0,10	2,50	2,62	15,63	16,38	16,00
10,00	14,50				2,20	2,77	13,75	17,31	14,00

Tabla 26: Altura o peralte mínimo primera planta (Autoría propia).

El peralte de pre diseño adoptado es de 30cm con un recubrimiento de 5cm. Con un total de 226 casetones y 209.5 bloques.

Volumen losa (m³)	V. Caseton (m³)	V. Bloque (m³)	Peso losa (kg/m²)	Peso Bloque (kg/m²)	Peso Mampostería (kg/m²)	CARGA		
						D (MUERTA)	L (VIVA)	μ (kg/m²)
5,64	2,25	0,66	348,71	28,07	165,67	662,17	200,00	1267,04
5,12	2,43	0,27	340,16	12,66	271,10	743,64	200,00	1381,10
9,30	4,86	0,54	301,94	13,94	64,16	499,75	200,00	1039,65
1,69	0,54	0,38	328,51	53,90	370,68	872,81	200,00	1561,93
4,89	2,43	0,27	322,45	13,25	82,14	537,57	200,00	1092,60
6,71	3,51	0,27	314,28	9,66	289,95	733,60	200,00	1367,05
3,59	1,26	0,70	327,02	46,78	143,91	637,43	200,00	1232,40
1,39	0,54	0,23	320,86	39,74	0,00	480,32	200,00	1012,45
2,07	0,81	0,29	336,84	33,67	0,00	490,23	200,00	1026,32
2,03	0,81	0,29	328,89	34,37	361,92	844,90	200,00	1522,86
2,25	0,90	0,29	339,20	30,93	0,00	489,85	200,00	1025,79
CARGA TOTAL LOSA								13529,19

Tabla 27: Carga total primera planta (Autoría propia).

La carga mayorizada para la losa de la primera planta es de 13529.19kg/m².

Diseño de volados.

Volado 1

Se encuentra ubicado en la parte lateral izquierda de la primera planta, la losa se diseñará de forma maciza con acartelamiento; la dirección de trabajo es unidireccionalmente con carga viva de 400kg/m² y tiene las siguientes características:

VOLADO 1		
Luz mayor=	6,61	
Luz menor=	1,01	
L mayor/ L menor=	6,54	
Dirección de Trabajo=	L. UNIDIRECCIONAL	
Área Libre=	7,13	
Volumen Hº Armado=	1,11	m³
Peso Hº Armado=	374,01	kg/m²
Peso malla R-84=	1,72	kg/m²
P. Piso=	88	kg/m²
Instalaciones=	10	kg/m²
Cielo raso=	20	kg/m²
Total=	493,73	kg/m²
carga viva=	400	kg/m²
U=	1371,22	kg/m²

Tabla 28: Carga total volado 1 primera planta (Autoría propia).

La carga mayorizada del volado 1 es de 1371.22kg/m².

Volado 2.

Se encuentra ubicado en la parte lateral derecha, está diseñado con una losa alivianada compuesta por casetones y bloques. La dirección de trabajo es unidireccionalmente con carga viva de 400kg/m² y presenta las siguientes características:

VOLADO 2		
Luz mayor=	7	
Luz menor=	2,24	
L mayor/ L menor=	3,125	
Dirección de Trabajo=	L. UNIDIRECCIONAL	
Area Libre=	17,84	m ²
Volumen Hº Armado=	5,35	m ³
V. Casetones=	2,43	
V. Bloques=	0,21	
Peso. mamposteria=	364,84	kg/m ²
Peso Bloque=	9,42	kg/m ²
Peso malla R-84=	1,72	kg/m ²
P. Piso=	88	kg/m ²
Instalaciones=	10	kg/m ²
Cielo raso=	20	kg/m ²
Total=	129,14	kg/m ²
carga viva=	400	kg/m ²
U=	860,79	kg/m ²

Tabla 29: Carga total volado 2 primera planta (Autoría propia).

El volado 2 está conformado por 27 casetones y 10.5 bloques con una carga mayorizada total de 860.79kg/m².

- **Segunda Planta**

Esta planta está estructurada por 6 tableros y 3 volados respectivamente se encuentra ubicado en el nivel +5.80m. Se diseñará una losa alivianada de igual manera con bloques y casetones respectivamente.

TABLERO	Lx	Ly	AREA LIBRE (m ²)	luz mayor / luz menor	DIRECCION DE TRABAJO
1	2,48	7,4	6,21	2,98	L. UNIDIRECCIONAL
2	1,68	6,97	8,95	4,15	L. UNIDIRECCIONAL
3	5,06	6,97	31,0	1,38	L.BIDIRECCIONAL
4	2,70	3,95	5,49	1,46	L.BIDIRECCIONAL
5	2,81	6,97	16,30	2,48	L. UNIDIRECCIONAL
6	3,42	7,00	22,43	2,05	L. UNIDIRECCIONAL

Tabla 30: Dirección de trabajo segunda planta (Autoría propia).

# CASETONES	# BLOQUES	MAMPOSTERIA (m)			Lnx	Lny	h1	h2	h. adoptado (cm)
		L	h	e					
7,00	13,50	0,74	2,90	0,10	2,18	6,95	13,63	43,44	29,00
18,00		1,37	2,90	0,10	1,38	6,52	8,63	40,75	25,00
54,00	27,00	3,40	2,90	0,10	4,76	6,52	14,52	19,89	20,00
6,00	16,00	3,19	2,90	0,10	2,40	3,50	7,32	10,68	11,00
27,00	13,50	1,14	2,90	0,10	2,51	6,52	7,66	19,89	20,00
39,00	14,50	7,87	2,90	0,10	3,12	6,55	19,50	40,94	30,00

Tabla 31: Altura o peralte mínimo segunda planta (Autoría propia).

El peralte de pre diseño adoptado es de 33cm con un recubrimiento de 5cm. Con un total de 151 casetones y 84.5 bloques.

Volumen losa (m ³)	V. Caseton (m ³)	V. Bloque (m ³)	Peso losa (kg/m ²)	Peso Bloque (kg/m ²)	Peso Mamposteria (kg/m ²)	CARGA		
						D (MUERTA)	L (VIVA)	μ (kg/m ²)
2,05	0,71	0,30	402,43	38,96	62,20	623,31	200,00	1212,64
2,95	1,81	0,00	305,46	0,00	79,90	505,08	200,00	1047,11
10,23	5,44	0,60	323,92	15,60	57,23	516,47	200,00	1063,06
1,81	0,60	0,36	370,93	52,23	303,31	846,19	200,00	1524,66
5,38	2,72	0,30	346,75	14,84	36,51	517,82	200,00	1064,95
7,40	3,93	0,32	336,61	11,58	183,15	651,07	200,00	1251,50
CARGA TOTAL LOSA								7163,92

Tabla 32: Carga total segunda planta (Autoría propia).

La carga mayorizada para la losa de la segunda planta es de 7163.92kg/m².

Diseño de volados.

Volado 1 y 2

Estos volados son similares con losa maciza la dirección de trabajo será de forma unidireccional con carga viva de 400kg/m² y presentará las siguientes características de cálculo:

VOLADO 1		
Luz mayor=	2,73	
Luz menor=	0,92	
L mayor/ L menor=	2,97	
Direccion de Trabajo=	L. UNIDIRECCIONAL	
Area Libre=	1,18	
Volumen Hº Armado=	0,35	m³
Peso Hº Armado=	707,09	kg/m²
Peso malla R-84=	1,72	kg/m²
P. Piso=	88	kg/m²
Instalaciones=	10	kg/m²
Cielo raso=	20	kg/m²
Total=	826,81	kg/m²
carga viva=	400	kg/m²
U=	1837,54	kg/m²

Tabla 33: Carga total volado 1 segunda planta (Autoría propia).

VOLADO 2		
Luz mayor=	2,73	
Luz menor=	0,92	
L mayor/ L menor=	2,97	
Direccion de Trabajo=	L. UNIDIRECCIONAL	
Area Libre=	1,18	
Volumen Hº Armado=	0,35	m³
Peso Hº Armado=	707,09	kg/m²
Peso malla R-84=	1,72	kg/m²
P. Piso=	88	kg/m²
Instalaciones=	10	kg/m²
Cielo raso=	20	kg/m²
Total=	826,81	kg/m²
carga viva=	400	kg/m²
U=	1837,54	kg/m²

Tabla 34: Carga total volado 2 segunda planta (Autoría propia).

La losa de volado está conformada por 18 casetones y 37.5 bloques y la carga mayorizada total será de 1837.54kg/m².

Volado 3

El diseño de este volado será con una losa alivianada debido al tablero crítico que ocupa. La dirección de trabajo será unidireccionalmente con una carga viva de 400kg/m² y presenta las siguientes características de cálculo:

VOLADO 3		
Luz mayor=	7	
Luz menor=	2,14	
L mayor/ L menor=	3,27	
Direccion de Trabajo=	L. UNIDIRECCIONAL	
Area Libre=	17,1	m ²
Volumen Hº Armado=	5,13	m ³
V. Casetones=	1,81	
V. Bloques=	0,84	
Peso. mamposteria=	347,45	kg/m ²
Peso Bloque=	39,30	kg/m ²
Peso malla R-84=	1,72	kg/m ²
P. Piso=	88	kg/m ²
Instalaciones=	10	kg/m ²
Cielo raso=	20	kg/m ²
Total=	159,02	kg/m ²
carga viva=	400	kg/m ²
U=	902,63	kg/m ²

Tabla 35: Carga total volado 3 segunda planta (Autoría propia).

La carga mayorizada actuante para este volado será de 902.63kg/m².

- **Tercera Planta**

Está conformado por 6 tableros con un tipo de losa alivianada se encuentra en el nivel +8.70m. Esta planta tiene un volado en la parte lateral derecha; los alivianamientos serán de igual manera con bloques y casetones de características similares a las plantas de niveles inferiores.

TABLERO	Lx	Ly	AREA LIBRE (m ²)	luz mayor / luz menor	DIRECCION DE TRABAJO
1	2,48	7,40	6,21	2,98	L. UNIDIRECCIONAL
2	1,68	6,97	8,95	4,15	L. UNIDIRECCIONAL
3	5,06	6,97	26,09	1,38	L.BIDIRECCIONAL
4	2,70	3,95	7,77	1,46	L.BIDIRECCIONAL
5	2,81	6,97	16,30	2,48	L. UNIDIRECCIONAL
6	3,42	7,00	22,43	2,05	L. UNIDIRECCIONAL

Tabla 36: Dirección de trabajo tercera planta (Autoría propia).

# CASETON	# BLOQUES	MAMPOSTERIA (m)			Lnx	Lny	h1	h2	h. adoptado (cm)
		L	h	e					
7,00	13,00				2,18	6,95	13,63	43,44	29,00
18,00					1,38	6,52	8,63	40,75	25,00
42,00	32,50	3,65	2,90	0,10	4,76	6,52	14,52	19,89	20,00
8,00	25,50	4,84	2,90	0,10	2,40	3,50	7,32	10,68	11,00
27,00	13,50	2,20	2,90	0,10	2,51	6,52	7,66	19,89	20,00
39,00	13,50	4,54	2,90	0,10	3,12	6,55	19,50	40,94	30,00

Tabla 37: Altura o peralte mínimo tercera planta (Autoría propia).

El peralte de pre diseño adoptado es de 33cm con un recubrimiento de 5cm. Con un total de 141 casetones y 98 bloques.

Volumen losa (m³)	V. Caseton (m³)	V. Bloque (m³)	Peso losa (kg/m²)	Peso Bloque (kg/m²)	Peso Mamposteria (kg/m²)	CARGA		
						D (MUERTA)	L (VIVA)	μ (kg/m²)
2,05	0,71	0,29	406,76	37,51	0,00	564,00	200,00	1129,60
2,95	1,81	0,00	305,46	0,00	0,00	425,18	200,00	935,25
8,61	4,23	0,73	335,59	22,32	73,03	550,66	200,00	1110,92
2,56	0,81	0,57	366,49	58,81	325,16	870,18	200,00	1558,25
5,38	2,72	0,30	346,75	14,84	70,45	551,76	200,00	1112,47
7,40	3,93	0,30	339,01	10,79	105,66	575,17	200,00	1145,24
						CARGA TOTAL LOSA		6991,72

Tabla 38: Carga total tercera planta (Autoría propia).

- **Buhardilla**

Está conformado por 5 tableros es la última planta ubicado en el nivel +11.60m igualmente se diseñará con losas alivianadas.

TABLERO	Lx	Ly	AREA LIBRE (m²)	luz mayor / luz menor	DIRECCION DE TRABAJO
1	5.06	6.97	26.81	1.38	L.BIDIRECCIONAL
2	5.5	6.97	33.86	1.27	L.BIDIRECCIONAL
3	2.21	6.97	12.45	3.15	L. UNIDIRECCIONAL
4	1.75	7.4	17.05	4.23	L. UNIDIRECCIONAL
5	3.91	6.97	23.51	1.78	L. BIDIRECCIONAL

Tabla 39: Dirección de trabajo buhardilla (Autoría propia).

# CASETONES	# BLOQUES	MAMPOSTERIA			Ln _x	Ln _y	h ₁	h ₂	h. adoptado (cm)
		L	h	e					
43	33	12.6	2.9	0.10	4.76	6.52	14.5206444	19.8896222	17
63	13.5	4.29	2.9	0.10	5.2	6.52	15.8628889	19.8896222	18
18	27	0	0	0.00	1.91	6.52	11.9375	40.75	26
28	10	0	0	0.00	1.45	6.95	9.0625	43.4375	26
45	0	0	0	0.00	3.61	6.52	11.0125056	19.8896222	15

Tabla 40: Altura o peralte mínimo buhardilla (Autoría propia).

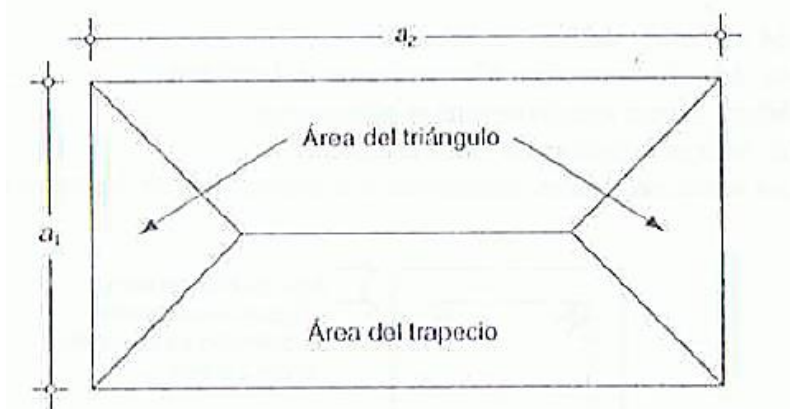
El peralte de pre diseño es de 29cm con un recubrimiento de 5cm. El número total de casetones es de 197 y 83.5 bloques.

Volumen losa (m³)	V. Caseton (m³)	V. Bloque (m³)	Peso losa (kg/m²)	Peso Bloque (kg/m²)	Peso Mamposteria (kg/m²)	CARGA		
						D (MUERT)	L (VIVA)	μ (kg/m²)
7.77	3.7152	0.6336	306.70	18.91	245.33	690.653	200	1306.91453
9.82	5.4432	0.2592	291.81	6.12	66.14	483.794	200	1017.31137
3.61	1.5552	0.5184	296.27	33.31	0.00	449.301	200	969.021012
4.94	2.4192	0.192	328.44	9.01	0.00	457.17	200	980.037795
6.82	3.888	0	299.10	0.00	0.00	418.817	200	926.343177
CARGA TOTAL								5199.63

Tabla 41: Carga total buhardilla (Autoría propia).

2.3.1.2 Áreas de Aportación.

Para la transmisión de cargas en tableros con carga perimetral se aplicará las fórmulas establecidas por (Ortiz, Márquez&Montes, 2005), pág180:



Carga uniforme (kg/m) en el sentido corto:

$$(2.3.3) w_1 = \frac{W(a_1)}{4}$$

Carga uniforme (kg/m) en el sentido largo:

$$(2.3.4) w_2 = \frac{W(a_1)}{4} (2 - m)$$

Área del triángulo

$$(2.3.5) A1 = \frac{a1^2}{4}$$

Área del trapecio

$$(2.3.6) A2 = \frac{a1(a2)}{2} (2 - m)$$

$$m = \frac{a1}{a2}$$

Para el cálculo de las cargas totales se aplicó estas ecuaciones para cada tablero calculando así las cargas por cada nivel de piso.

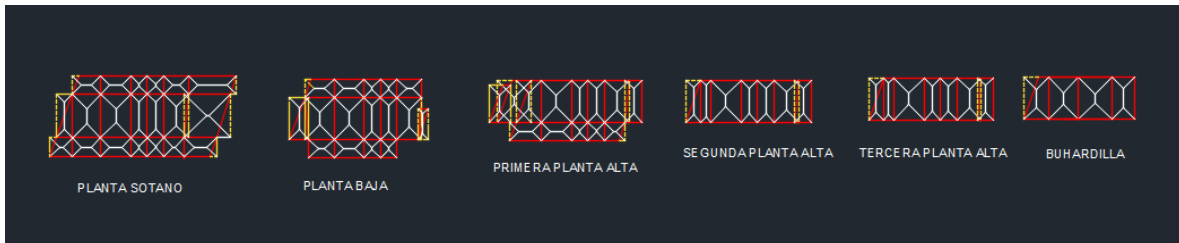


Figura 4: Áreas de aportación de la edificación por planta.

2.3.1.3 Resultados del pre dimensionamiento de losa.

Analizado cada planta de la estructura con los tableros más crítico y desfavorable por criterio del autor se adopta un peralte de 30cm uniformemente para todas las plantas de la estructura. Trabajando con losas Aligeradas con casetones de 40 x 40cm.

2.3.2 Pre dimensionamiento de Columnas

Según el ACI dependiendo el tipo de columna se tendrá:

$$Acol = \frac{P * A * N}{n * f'c}$$

Dónde:

$Acol$ = Área de la sección transversal de la columna.

P = Carga total que soporta la columna.

n = Coeficiente dependiente del tipo de columna.

$f'c$ = Resistencia del concreto a la compresión simple.

N = Número de pisos.

A = Área tributaria.

Existen 3 tipos de columnas de los cuales depende el coeficiente (n) siendo así:

Tipo de Columna	Coeficiente (n)
Esquinada	0.35
Excéntrica	0.35
Centrada	0.45

Tabla 42: Valores de (n) para el pre dimensionamiento de columnas (Dr. Genner Villareal Castro, 2013).

El valor de (P) depende del tipo de edificación puede usarse una carga de servicio entre 1000 a 1500kg/m² dependiendo el caso, en nuestro caso consideramos 1000kg/m² para edificaciones tipo C. (Pre dimensionamiento de elementos estructurales, Villareal Castro; pág. 22).

Pre diseño de columnas por plantas.

# COLUMNA	TIPO DE COLUMNAS	COEFICIENTE	ÁREA TRIBUTARIA (m2)	PESO POR UNIDAD DE ÁREA (kg/m2)	# PISOS	ÁREA DE LA COLUMNA (cm2)	DIMENSIONES (cm)
A1	ESQUINADA	0.35	5.40	1000	5	367.01	19.16
A2	EXCENTRICA	0.35	11.63	1000	5	791.16	28.13
A3	EXCENTRICA	0.35	9.87	1000	5	671.09	25.91
A4	EXCENTRICA	0.35	6.99	1000	5	475.51	21.81
A5	EXCENTRICA	0.35	8.41	1000	5	572.11	23.92
A6	ESQUINADA	0.35	5.05	1000	5	343.54	18.53
B1	EXCENTRICA	0.35	15.66	1000	5	1065.31	32.64
B2	CENTRADA	0.45	20.33	1000	5	1075.53	32.80
B3	CENTRADA	0.45	16.09	1000	5	851.19	29.18
B4	CENTRADA	0.45	11.21	1000	5	592.99	24.35
B5	CENTRADA	0.45	13.89	1000	5	734.92	27.11
B6	EXCENTRICA	0.35	16.27	1000	5	1106.80	33.27
C1	ESQUINADA	0.35	4.35	1000	5	295.58	17.19
C1-1	EXCENTRICA	0.35	15.49	1000	5	1053.97	32.46
C2	CENTRADA	0.45	20.41	1000	5	1079.89	32.86
C3	CENTRADA	0.45	16.58	1000	5	877.38	29.62
C4	CENTRADA	0.45	12.61	1000	5	667.06	25.83
C5	EXCENTRICA	0.35	16.17	1000	5	1099.77	33.16
C6	ESQUINADA	0.35	13.11	1000	5	891.50	29.86
D1	ESQUINADA	0.35	6.39	1000	5	434.69	20.85
D2	EXCENTRICA	0.35	14.17	1000	5	963.61	31.04
D3	EXCENTRICA	0.35	11.92	1000	5	810.88	28.48
D4	EXCENTRICA	0.35	8.45	1000	5	574.83	23.98
D5	ESQUINADA	0.35	4.31	1000	5	292.86	17.11

Tabla 43: Pre diseño columnas planta baja (Autoría propia).

# COLUMNA	TIPO DE COLUMNAS	COEFICIENTE	ÁREA TRIBUTARIA (m2)	PESO POR UNIDAD DE ÁREA (kg/m2)	# PISOS	ÁREA DE LA COLUMNA (cm2)	DIMENSIONES (cm)
A1	ESQUINADA	0.35	11.10	1000	5	754.76	27.47
A2	EXCENTRICA	0.35	21.26	1000	5	1446.26	38.03
A3	EXCENTRICA	0.35	27.78	1000	5	1889.80	43.47
A4	EXCENTRICA	0.35	27.03	1000	5	1838.44	42.88
A5	EXCENTRICA	0.35	19.17	1000	5	1303.74	36.11
A6	EXCENTRICA	0.35	22.79	1000	5	1550.34	39.37
A7	EXCENTRICA	0.35	21.96	1000	5	1493.54	38.65
B1	EXCENTRICA	0.35	11.10	1000	5	754.76	27.47
B2	EXCENTRICA	0.35	19.01	1000	5	1293.20	35.96
B3	CENTRADA	0.45	21.41	1000	5	1132.80	33.66
B4	CENTRADA	0.45	21.36	1000	5	1130.29	33.62
B5	CENTRADA	0.45	15.70	1000	5	830.69	28.82
B6	CENTRADA	0.45	15.81	1000	5	836.38	28.92
B7	EXCENTRICA	0.35	17.65	1000	5	1200.68	34.65
C2	ESQUINADA	0.35	7.26	1000	5	493.54	22.22
C3	EXCENTRICA	0.35	15.03	1000	5	1022.11	31.97
C4	EXCENTRICA	0.35	11.56	1000	5	786.39	28.04
C5	EXCENTRICA	0.35	8.61	1000	5	585.71	24.20
C6	EXCENTRICA	0.35	8.83	1000	5	600.34	24.50
C7	ESQUINADA	0.35	4.52	1000	5	307.48	17.54

Tabla 44: Pre diseño columnas primera planta (Autoría propia).

# COLUMNA	TIPO DE COLUMNAS	COEFICIENTE	ÁREA TRIBUTARIA (m2)	PESO POR UNIDAD DE ÁREA (kg/m2)	# PISOS	ÁREA DE LA COLUMNA (cm2)	DIMENSIONES (cm)
A1	ESQUINADA	0.35	10.21	1000	5	694.56	26.35
A2	EXCENTRICA	0.35	23.46	1000	5	1595.58	39.94
A3	EXCENTRICA	0.35	27.03	1000	5	1838.44	42.88
A4	EXCENTRICA	0.35	19.19	1000	5	1305.10	36.13
A5	EXCENTRICA	0.35	22.82	1000	5	1552.04	39.40
A6	EXCENTRICA	0.35	21.59	1000	5	1468.37	38.32
B1	ESQUINADA	0.35	4.38	1000	5	297.62	17.25
B1-1	EXCENTRICA	0.35	10.21	1000	5	694.56	26.35
B2	EXCENTRICA	0.35	23.46	1000	5	1595.58	39.94
B3	EXCENTRICA	0.35	27.03	1000	5	1838.44	42.88
B4	EXCENTRICA	0.35	19.19	1000	5	1305.10	36.13
B5	EXCENTRICA	0.35	22.82	1000	5	1552.04	39.40
B6	EXCENTRICA	0.35	21.59	1000	5	1468.37	38.32

Tabla 45: Pre diseño columnas segunda planta (Autoría propia).

# COLUMNA	TIPO DE COLUMNAS	COEFICIENTE	ÁREA TRIBUTARIA (m2)	PESO POR UNIDAD DE ÁREA (kg/m2)	# PISOS	ÁREA DE LA COLUMNA (cm2)	DIMENSIONES (cm)
A1	ESQUINADA	0.35	10.21	1000	5	694.56	26.35
A2	EXCENTRICA	0.35	23.46	1000	5	1595.58	39.94
A3	EXCENTRICA	0.35	27.03	1000	5	1838.44	42.88
A4	EXCENTRICA	0.35	19.19	1000	5	1305.10	36.13
A5	EXCENTRICA	0.35	22.82	1000	5	1552.04	39.40
A6	EXCENTRICA	0.35	21.59	1000	5	1468.37	38.32
B1	ESQUINADA	0.35	4.38	1000	5	297.62	17.25
B1-1	EXCENTRICA	0.35	10.21	1000	5	694.56	26.35
B2	EXCENTRICA	0.35	23.46	1000	5	1595.58	39.94
B3	EXCENTRICA	0.35	27.03	1000	5	1838.44	42.88
B4	EXCENTRICA	0.35	19.19	1000	5	1305.10	36.13
B5	EXCENTRICA	0.35	22.82	1000	5	1552.04	39.40
B6	EXCENTRICA	0.35	21.59	1000	5	1468.37	38.32

Tabla 46: Pre diseño columnas tercera planta (Autoría propia).

# COLUMNA	TIPO DE COLUMNAS	COEFICIENTE	ÁREA TRIBUTARIA (m2)	PESO POR UNIDAD DE ÁREA (kg/m2)	# PISOS	ÁREA DE LA COLUMNA (cm2)	DIMENSIONES (cm)
A1	ESQUINADA	0.35	10.29	1000	5	699.66	26.45
A2	EXCENTRICA	0.35	27.90	1000	5	1897.96	43.57
A3	EXCENTRICA	0.35	33.12	1000	5	2252.72	47.46
A4	EXCENTRICA	0.35	26.87	1000	5	1827.55	42.75
A5	EXCENTRICA	0.35	21.32	1000	5	1450.00	38.08
A6	ESQUINADA	0.35	13.62	1000	5	926.19	30.43
B1	ESQUINADA	0.35	10.29	1000	5	699.66	26.45
B2	EXCENTRICA	0.35	27.90	1000	5	1897.96	43.57
B3	EXCENTRICA	0.35	33.12	1000	5	2252.72	47.46
B4	EXCENTRICA	0.35	26.87	1000	5	1827.55	42.75
B5	EXCENTRICA	0.35	21.32	1000	5	1450.00	38.08
B6	ESQUINADA	0.35	13.62	1000	5	926.19	30.43

Tabla 47: Pre diseño columnas buhardilla (Autoría propia).

De acuerdo al pre dimensionamiento de todas las columnas por planta por criterios constructivos se toma como columnas base secciones de 45x35cm y 45x30cm para los ejes centrales en las plantas inferiores.

Columnas de 35x35cm desde la segunda planta y columnas dimensiones mínimas según el ACI; 30x30cm para las plantas superiores.

2.3.3 Pre dimensionamiento de Vigas

Para dimensionar las vigas se tomó en cuenta la siguiente gráfica:

Vigas de Concreto Armado

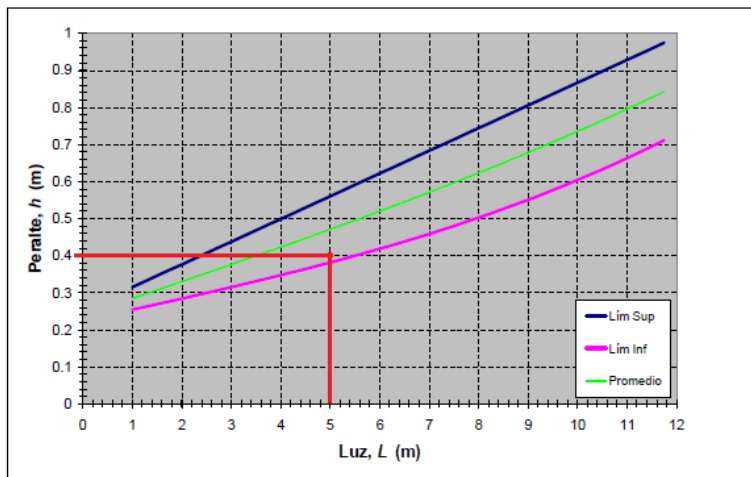
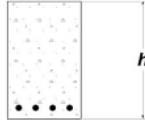


Figura 5: Pre diseño de vigas de Concreto armado (Argimiro castillo Gandica).

De la figura 5 se puede realizar un pre dimensionamiento de vigas que están en función de la luz entre ejes de columnas que para nuestro caso la mayoría de ejes promedian los 5m de longitud siendo las luces más críticas en la planta baja y analizando en la figura 5 tenemos un peralte de viga $h=40\text{cm}$ como peralte dentro del rango superior e inferior según el diseño se adopta las siguientes medidas por criterios constructivos del autor.

De acuerdo a las secciones de columnas y losa se ha establecido vigas con sección de $30\times 40\text{cm}$ como principales y vigas de $20\times 30\text{cm}$ como de amarre o secundarias.

2.3.4 Pre dimensionamiento de Cubierta.

La cubierta a diseñarse al no representar una carga considerable en consideración con la masa total de la estructura lo que no influye en su centro de masa ni inercia. Se optará por diseñar perfiles metálicos tipo I de $200\times 3\text{mm}$.

La carga viva a asignarse para cubierta será de 70kg/m^2 según lo establece la NEC-SE-CG sección 4.2.1 Tabla 9.

2.4 Aplicación Sismo Resistente con la Norma NEC 2014

2.4.1 Determinación del cortante Basal

Para la determinación de la cortante basal de aplicará la fórmula de la ecuación (1.11).
Previamente se determinará los siguientes factores:

Zona de peligro sísmico = II (NEC-SE-DS sección 3.1.1).

Factor Z= 0.25 (NEC-SE-DS sección 10.2).

Tipo de suelo= C (Perfil de roca rigidez media, Tabla 4).

Fa= 1.30 (Tabla 5).

Fd= 1.28 (Tabla 6).

Fs= 0.94 (Tabla 7).

Coeficiente de Importancia= 1.00 (Tabla 8).

Altura total del edificio= 14.54m.

Regularidad de planta= 0.90 (tipo 2, Tabla 11).

Regularidad de elevación= 0.90 (tipo 3, Tabla 12).

Coeficiente Ct= 0.055 $\alpha=0.90$ (Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras)

R= 8.00 (Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas, Tabla 15).

$n=2.48$ (Provincias de la Sierra, sección 1.4.1.2.2.1.1).

$r=1.00$ (para todos los suelos con excepción del suelo tipo E, sección 1.4.1.2.2.1.1).

W= 439584.13kg (Carga sísmica reactiva o peso total de la estructura).

- **Cálculo del Periodo de Vibración.**

Aplicando la ecuación (1.12) tenemos como resultado el siguiente período de vibración:

$$T = 0.055 * 14.54^{0.9}$$

$$T = 0.61 \text{seg}$$

- **Cálculo del período límite de vibración.**

Aplicando la ecuación (1.7) y (1.4) tenemos:

$$T_o = 0.1 * 0.94 * \frac{1.28}{1.30}$$

$$T_o = 0.093 \text{seg}$$

$$T_c = 0.55 * 0.94 * \frac{1.28}{1.30}$$

$$T_c = 0.509 \text{ seg}$$

- **Cálculo del período límite de vibración en desplazamientos.**

Aplicando la ecuación (1.5) tenemos:

$$T_L = 2.4 * 1.28$$

$$T_L = 3.07 \text{ seg}$$

- **Cálculo del espectro de respuesta elástico de aceleraciones.**

Aplicando la ecuación (1.3) para un período mayor al periodo límite de vibración; $T > T_c$.

$$S_a = 2.48 * 0.25 * 1.30 \left(\frac{0.509}{0.61} \right)^1$$

$$S_a = 0.67 \text{ m/seg}^2$$

- **Cálculo Cortante Basal.**

$$V = \frac{0.67 * 1.00}{8.00 * 0.90 * 0.90} * 552345.62$$

$$V = 0.10 * 552345.62$$

$$V = 57155.42 \text{ kg}$$

- **Cálculo del coeficiente K**

Según la Tabla 16 aplicando la ecuación dependiendo del periodo de vibración (T) tenemos:

$$K = 0.75 + (0.50 * 0.61)$$

$$K = 1.06$$

2.4.2 Distribución horizontal del cortante.

Se determinará para cada piso actuante según sea la modificación de la estructura conforme se establece en la ecuación (1.18). No se considerará la carga de sótano para los respectivos cálculos debido a q está por debajo del nivel +0.00.

Número de pisos= 5

Peso por planta (wx).

Planta Baja = 160755.53kg

Primera Planta= 136239.02kg

Segunda Planta= 97029.39kg

Tercera Planta= 91700.61kg

Buhardilla= 66621.07kg

Altura por planta (h_x).

Planta Baja = 2.90m

Primera Planta= 5.8m

Segunda Planta= 8.70m

Tercera Planta= 11.60m

Buhardilla= 14.54m

Distribución Horizontal por planta (F_x).

Aplicando la Ecuación (1.18) se obtiene la distribución de fuerzas lateral aplicado a la estructura:

Nombre de Planta	N° Planta	Altura de planta	Peso por planta	$w_x \cdot H_x$	factor $w_x \cdot h_x / \sum w_x \cdot h_x$	Distribución (kg)
Buhardilla	5	14.54	66621.07	1125157.88	0.24	13899.04
Tercera Planta	4	11.60	91700.61	1220054.67	0.26	15071.30
Segunda Planta	3	8.70	97029.39	952757.05	0.21	11769.38
Primera Planta	2	5.80	136239.02	871842.49	0.19	10769.84
Planta Baja	1	2.69	160755.53	457045.96	0.10	5645.87
Sótano	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	total		552345.62	4626858.05	0.00	57155.42

Tabla 48: Distribución Horizontal de la Cortante Basal (Autoría propia).

Distribución de la cortante Basal por planta.

La fuerza actuante en la base de la estructura es de 28.35 toneladas y la carga sísmica reactiva de 439.58 toneladas que se distribuyen de la siguiente manera:

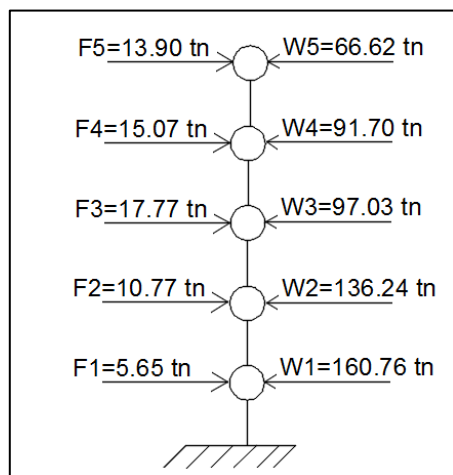


Figura 6: Distribución de Cortante Basal y Carga total sísmica reactiva(W).

3. Modelamiento de la Estructura en SAP 2000.

3.1 Análisis Estático.

La NEC-SE-DS en la sección 6 establece los pasos a seguir para realizar un análisis estático lo más cercanamente posible a la realidad. Se deberá aplicar este método como mínimo para todo tipo de estructura y poder realizar una comparación dinámica.

Es importante conocer el tipo de suelo y el factor Z para poder definir el espectro de aceleraciones en función del periodo de vibración.

3.1.1 Cálculo de la función del espectro sísmico elástico de aceleraciones en función del periodo de vibración.

Se tomará como base las formulas expresadas en la figura 2 para diferentes periodos de vibración establecidos de la siguiente manera:

Para un periodo de vibración (T) desde $0 \leq T \leq T_0$ se aplicará la ecuación 1.6:

$$Sa = ZFa \left[1 + (n - 1) \frac{T}{T_0} \right]$$

Para un periodo de vibración (T) desde $T_0 \leq T \leq T_c$ se aplicará la ecuación 1.2:

$$Sa = \eta ZFa$$

Para un periodo de vibración (T) desde $T \geq T_c$ se aplicará la ecuación 1.3:

$$Sa = \eta ZFa \left(\frac{T_c}{T} \right)^r$$

Dando valores a las formulas del espectro de aceleraciones en función del periodo de vibración (T) hasta un T expresado para el cortante basal se tiene la siguiente función:

ELASTICO			
	TIEMPO	Espectro	Aceleración
	Seg.	Sa (f(T))	Sa*g (m/s2)
Período cero (Sa=Z,Fa)	0.00	0.325	3.18825
Período (To)	0.09	0.806	7.90686
	0.1	0.806	7.90686
	0.2	0.806	7.90686
	0.3	0.806	7.90686
	0.4	0.806	7.90686
	0.5	0.806	7.90686
Período superior (Tc)	0.51	0.806	7.90686
	0.6	0.684	6.70826112
	0.7	0.586	5.749938103
	0.8	0.513	5.03119584
	1	0.410	4.024956672
	1.2	0.342	3.35413056
	1.4	0.293	2.874969051
	1.6	0.256	2.51559792
	1.8	0.228	2.23608704
	2	0.205	2.012478336
	2.5	0.164	1.609982669
	2.8	0.147	1.437484526
Período máximo (TL)	3	0.137	1.341652224
	3.07	0.134	1.31020725

Tabla 49: Valores del espectro sísmico elástico en función del período (T).

Graficando estos valores tenemos la representación espectral y el comportamiento en cada periodo de vibración:

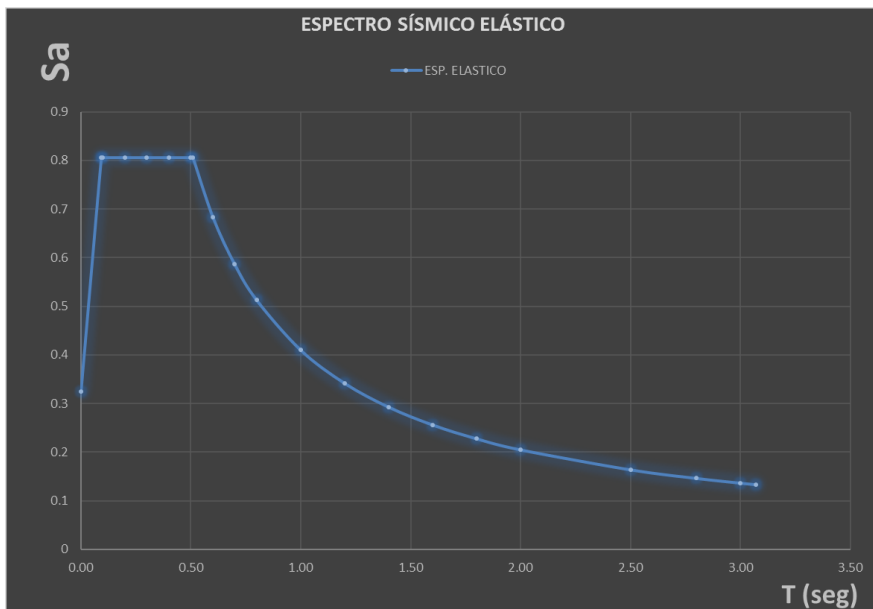


Figura 7: Espectro de respuesta elástico de aceleraciones de la edificación en función del periodo de vibración.

3.2 Modelamiento Pseudo-dinámico.

Para el modelamiento Pseudo-dinámico se tendrá presente el aporte de masas total de la estructura; al ser una estructura irregular se realizará un análisis estático y un análisis espectral como requisitos mínimos según lo establece por la NEC-SE-DS en la sección 6.2.

Se trabajará en el software con los elementos, materiales, cargas y secciones establecidas de forma estática para la estructura. Mediante el software SAP 2000 se generó un modelo tridimensional de elementos finitos para la definición de vigas, columnas, losas, zapatas y cubierta; para obtener las propiedades dinámicas es decir los modos de vibración fundamentales que establece la NEC-SE-DS.

3.2.1 Características de los materiales.

Acero estructural

Peso volumétrico= 7850 kg/m^3 (Mc Cormac,2002).

Módulo de elasticidad= $2.039 \times 10^{10} \text{ kg/m}^2$ (Mc Cormac,2002).

Hormigón

Hormigón armado peso volumétrico= 2400 kg/m^3 (NEC-SE-DS, sección 4.1).

Hormigón simple peso volumétrico= 2200 kg/m^3 (NEC-SE-DS, sección 4.1).

Límite de fluencia= 4200 kg/cm^2

Módulo de elasticidad= $2.25 \times 10^9 \text{ kg/m}^2$ (NEC-SE-HM, sección 3.3)

Suelo

Tipo de suelo= Suelo tipo C

Capacidad portante de suelo= 22500 Kg/m^2

3.2.2 Combinaciones de Carga Consideradas.

Se asumió las siguientes combinaciones establecidas por la sección 3.4.3 literal a, de la NEC-SE-CG "Cargas no sísmicas":

Combinación 1

(3.2.1) **1.4D**

Combinación 2

(3.2.2) **1.2D+1.6L+0.5max [Lr; S; R]**

Combinación 3

(3.2.3) **$1.2D+1.6\max [L_r; S; R] +\max [L; 0.5W]$**

Combinación 4

(3.2.4) **$1.2D+1.0W+L+0.5\max [L_r; S; R]$**

Combinación 5

(3.2.5) **$1.2D+1.0E+L+0.2S$**

Dónde:

D= Carga permanente (carga muerta).

L=Sobrecarga (carga viva).

L_r= Sobrecarga reducida de cubierta proyección horizontal

S= Carga de granizo

R= Carga inicial de lluvia o hielo

W= Carga de viento

E= Carga de sismo

La NEC-SE-CG establece en total siete combinaciones de carga, pero se tomaron estas 5 combinaciones ya que las otras faltantes están asumidas dentro de las cinco combinaciones mencionadas.

3.2.3 Cargas Gravitacionales

3.2.3.1 Cargas muertas

Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias= 10kg/m^2

Cielo raso= 20 kg/m^2

Malla electrosoldada R-106= 1.72 kg/m^2

Rasante por piso= 88 kg/m^2

Para la determinación del espesor de la losa se adoptó un peso equivalente por planta para el modelamiento en el programa SAP 2000 partiendo de que se estableció un peralte de 30cm y casetones como alivianamiento de 40x40cm.

Realizando un análisis por m^2 se obtiene los siguientes resultados:

Volumen de hormigón armado= 0.30m^3

Volumen de casetones= 0.16m^3

Peso del hormigón armado= $0.14\text{m}^3 \times 2400\text{kg/m}^3 = 336\text{kg}$

3.2.3.2 Cargas vivas

Según la NEC-SE-CG sección 4.2.1 tabla 9 se consideraron las siguientes cargas:

Cubiertas planas inclinadas y curvas= 70kg/m^2

Escaleras y rutas de escape= 480 kg/m^2

Residencias unifamiliares y bifamiliares= 200 kg/m^2

3.2.4 Idealización de la estructura para el modelado.

La geometría del modelo en SAP 2000 se puede generar con dos opciones:

Generación automática con la biblioteca SAP 2000 e importando un fichero DXF de AutoCAD.

En nuestro caso lo más óptimo fue realizar una idealización e importar el fichero desde el SAP 2000.

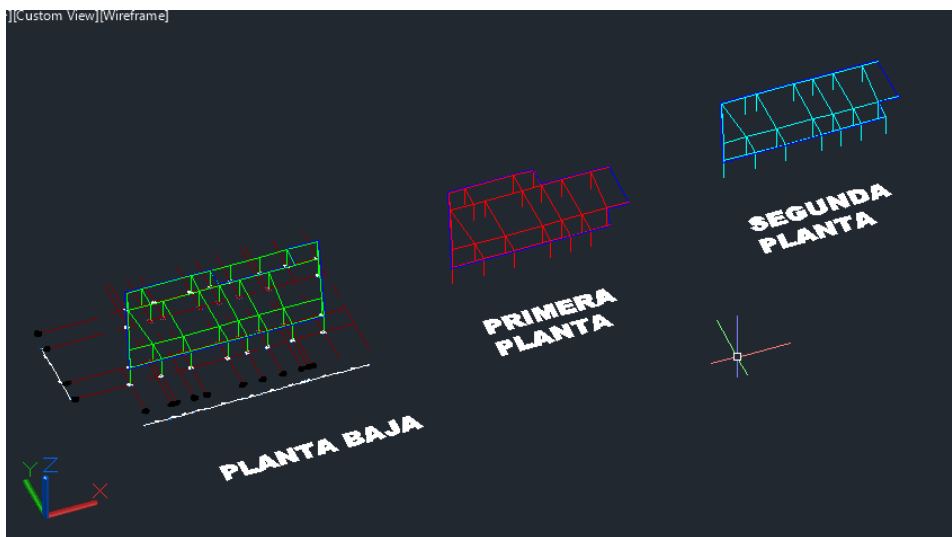


Figura 8: Idealización Planta baja, Primera planta y Segunda planta.

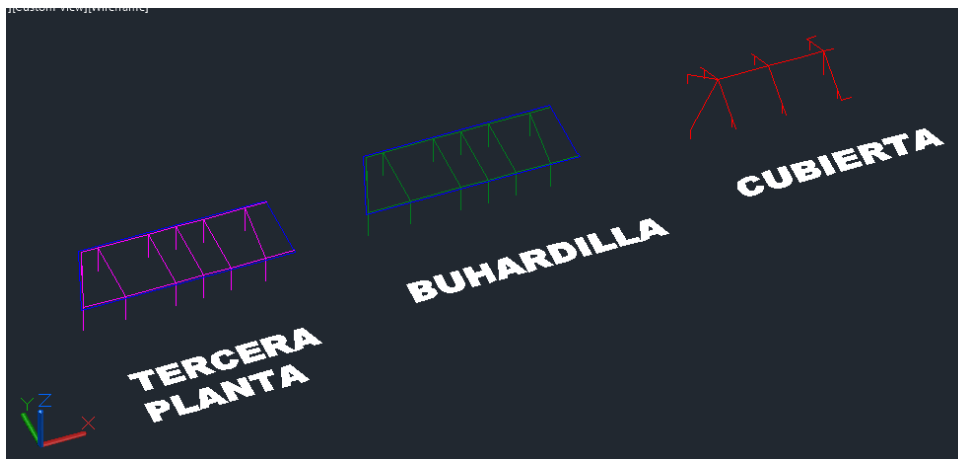


Figura 9: Idealización Tercera planta, Buhardilla y Cubierta.

Una vez idealizado todas las plantas con sus respectivos elementos se procede a importar desde el SAP 2000 el archivo DFX AutoCAD.

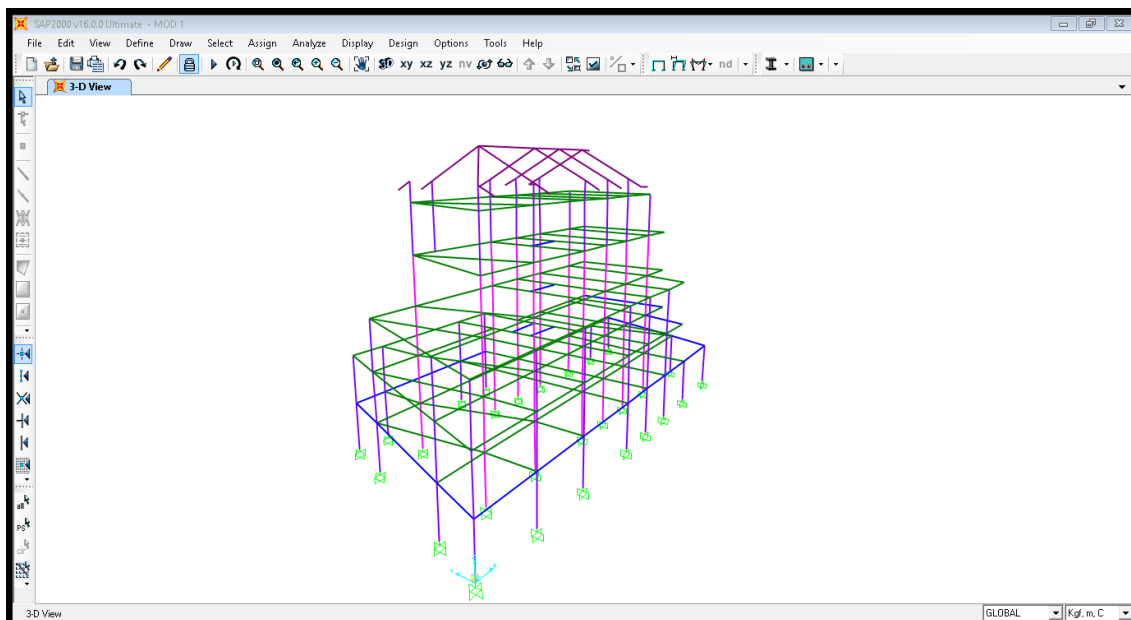


Figura 10: Vista de elementos idealizados en SAP 2000

La estructura puede ser analizada desde cualquier perspectiva para su respectivo modelamiento así tenemos:

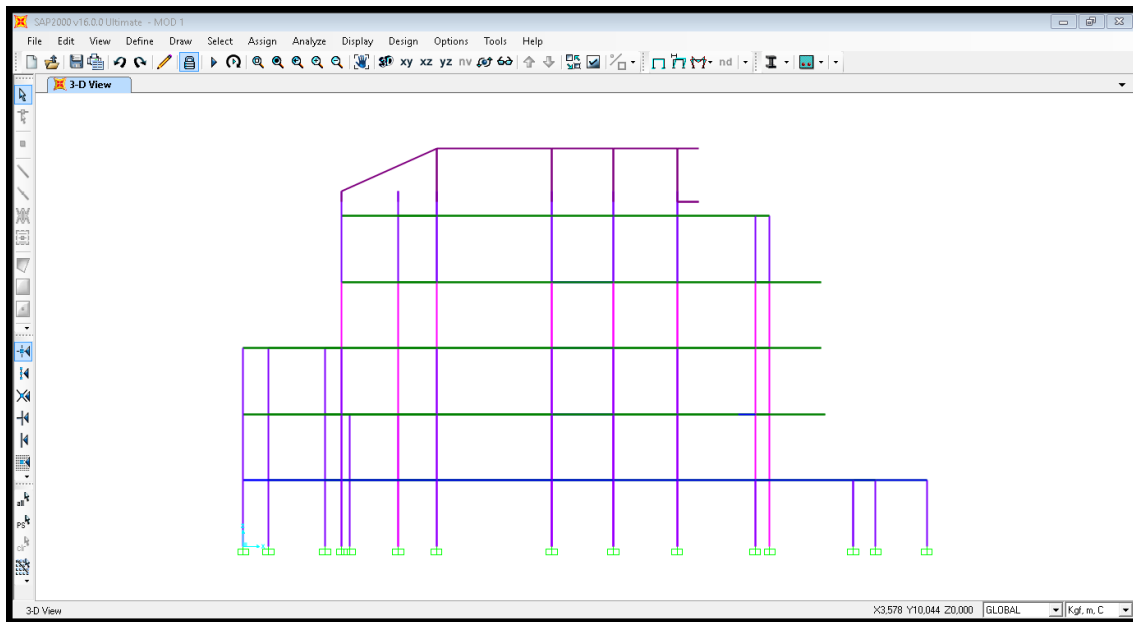


Figura 11: Vista idealizada XZ de los elementos conformantes.

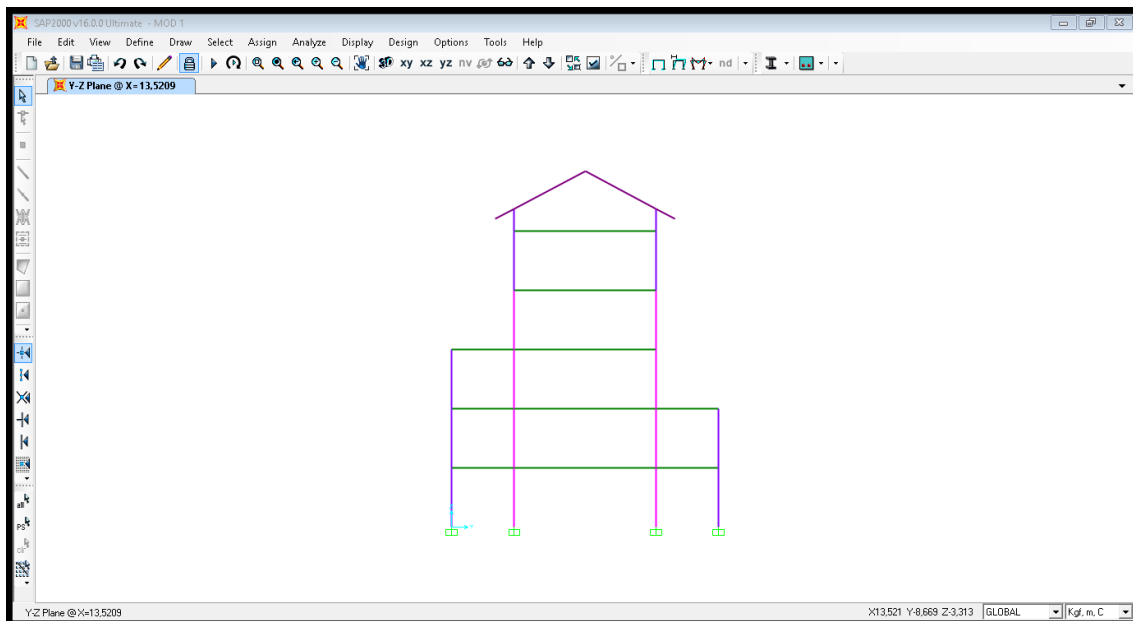


Figura 12: Vista del pórtico en sentido YZ.

3.2.5 Generación de materiales.

Los materiales generados en SAP 2000 son: Hormigón Armado y Acero Estructural que se muestran de la siguiente manera:

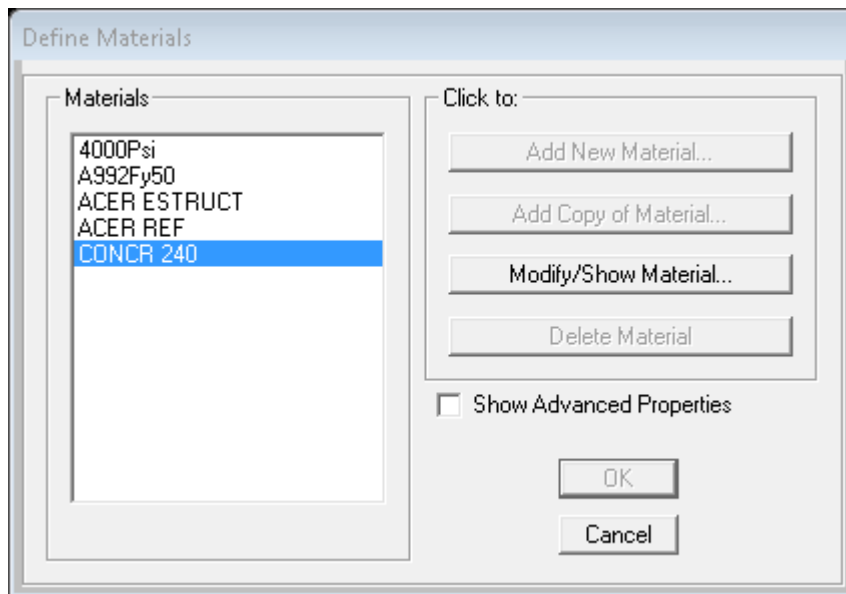


Figura 13: Creación de Acero estructural y hormigón armado con resistencia de $f'_c=240$.

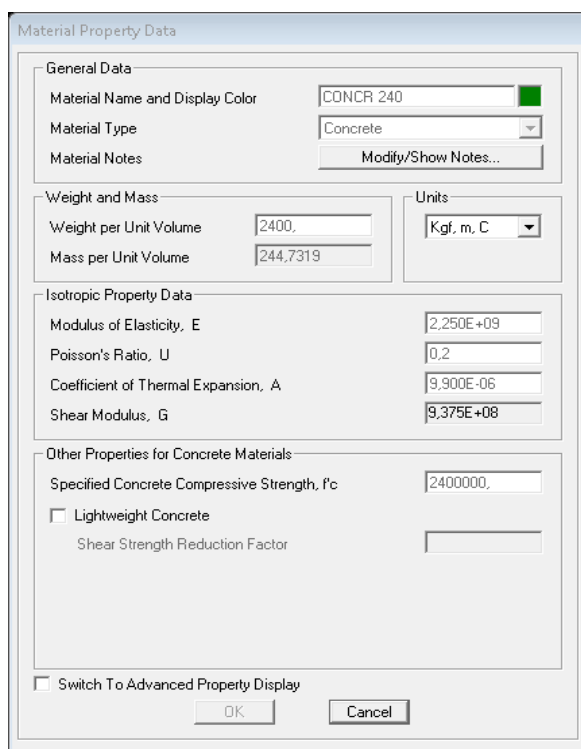


Figura 14: Propiedades del Hormigón Armado.

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: ACER ESTRUCT ■

Material Type: Steel

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 7850

Mass per Unit Volume: 800.4772

Units: Kgf, m, C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2.039E+10

Poisson's Ratio, U: 0.3

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1.170E-05

Shear Modulus, G: 7.842E+09

Other Properties for Steel Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 25000000

Minimum Tensile Stress, Fu: 40778038

Effective Yield Stress, Fye: 37965760

Effective Tensile Stress, Fue: 44855842

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Figura 15: Propiedades del Acero Estructural.

Frame Properties

Properties

Find this property:

CAJA 200x3

CAJA 200x3

COL 30x30

COL 35x35

COL 45x30

COL 45x35

FSEC1

VIG 20x30

VIG 30x40

Click to:

Import New Property...

Add New Property...

Add Copy of Property...

Modify/Show Property...

Delete Property

OK Cancel

Figura 16: Creación de secciones que conforman la estructura.

A cada sección se le asigna sus respectivas características ya establecidas mostradas de la siguiente manera en el programa:

- **Configuración de columnas.**

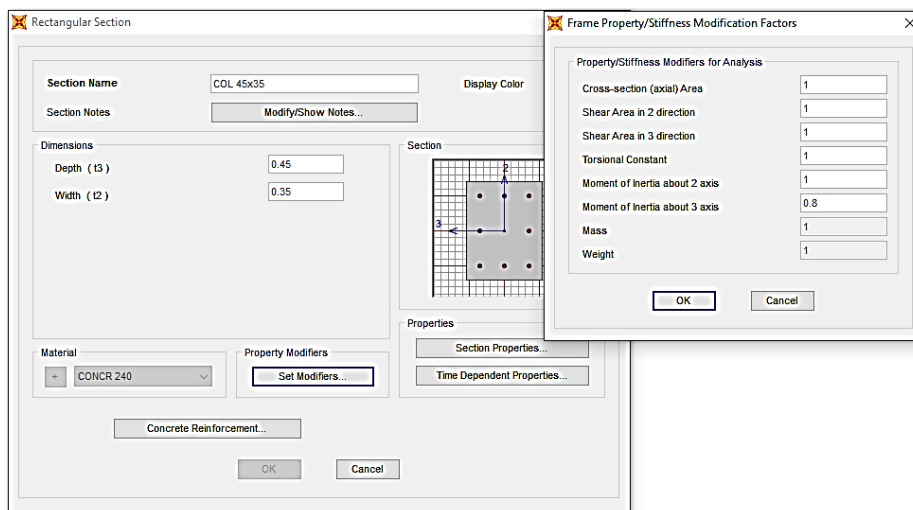


Figura 17: Propiedades de columna 45x35cm

Se trabaja con inercias agrietadas que para el caso de columnas la NEC-SE-DS establece en la sección 6.1.6 inciso b un valor de $0.8I_g$ (Valor no agrietado de la inercia de la sección transversal del elemento) y se aplicará hasta los dos primeros pisos.

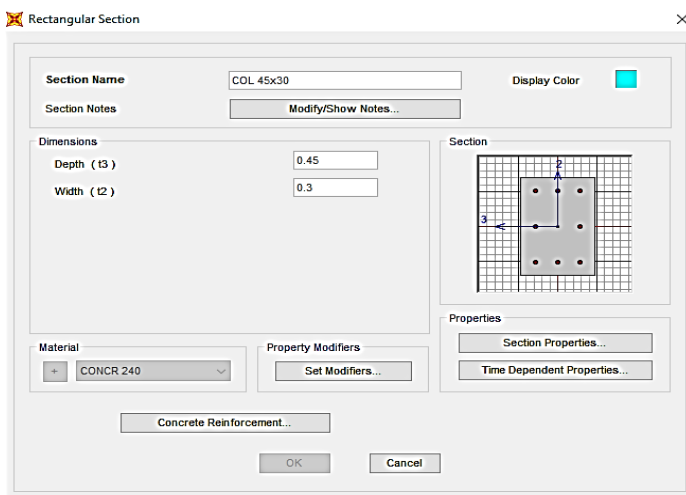


Figura 18: Propiedades de columna 45x30cm

Rectangular Section

Section Name: COL 35x35 Display Color: 

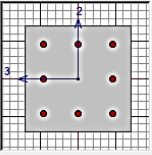
Section Notes:

Dimensions

Depth (t3):

Width (t2):

Section



Properties

Material: CONCR 240

Figura 19: Propiedades de columna 35x35cm

Rectangular Section

Section Name: COL 30x30 Display Color: 

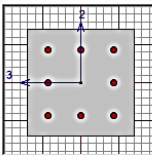
Section Notes:

Dimensions

Depth (t3):

Width (t2):

Section



Properties

Material: CONCR 240

Figura 20: Propiedades columna 30x30cm

- Configuración de vigas.

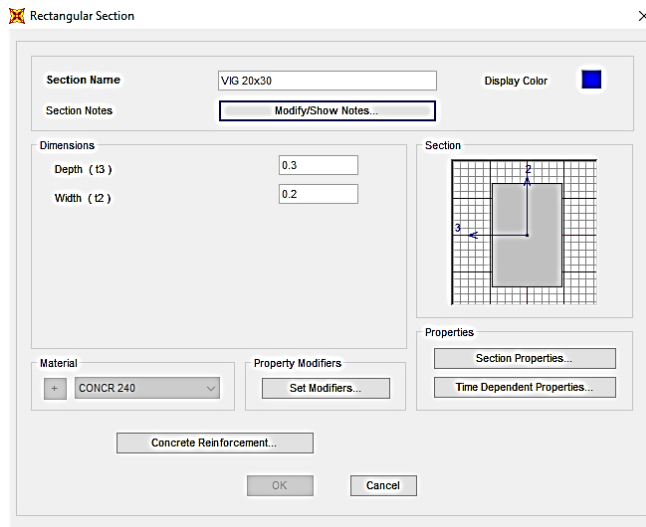


Figura 21: Propiedades de viga 30x20cm

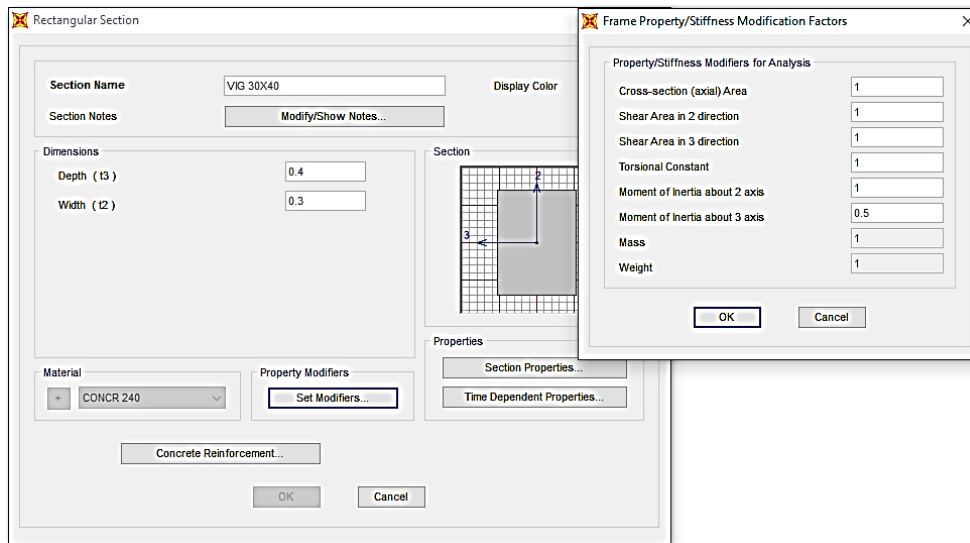


Figura 22: Propiedades viga 40x30cm

Se trabaja con inercias agrietadas que para el caso de vigas la NEC-SE-DS establece en la sección 6.1.6 inciso b un valor de $0.5I_g$ (Valor no agrietado de la inercia de la sección transversal del elemento) y se aplicará hasta los dos primeros pisos.

- **Configuración losa.**

Se calculará la altura equivalente para una losa de sección tipo T con las siguientes características:

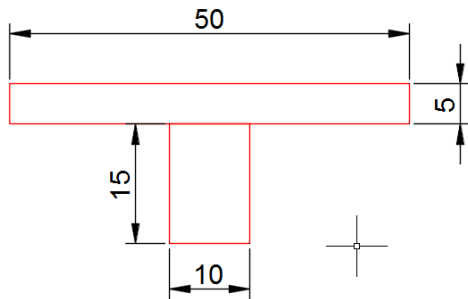


Figura	Área (cm ²)	Centro de gravedad (x;cm)	Centro de gravedad (y;cm)	A*x	A*y
1	250	25	17.5	6250	4375
2	150	25	7.5	3750	1125
Σ TOTAL	400			10000	5500

$$\bar{X} = A \cdot x / \Sigma A$$

$$\bar{X} = 25 \text{ cm}$$

$$\bar{Y} = A \cdot y / \Sigma A$$

$$\bar{Y} = 13.75 \text{ cm}$$

Inercias

$$I_1 = \frac{50 \cdot 5^3}{12} + 250(13.75 - 17.5)^2$$

$$I_1 = 4036.45 \text{ cm}^4$$

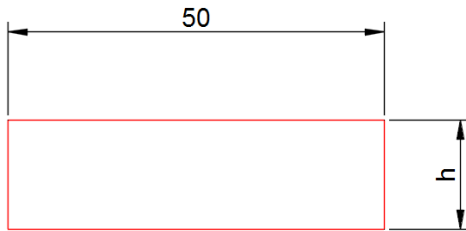
$$I_2 = \frac{10 \cdot 15^3}{12} + 150(13.75 - 7.5)^2$$

$$I_2 = 8671.87 \text{ cm}^4$$

$$I_{total} = I_1 + I_2$$

$$I_{total} = 12708.32 \text{ cm}^4$$

Altura equivalente



$$I_{total} = \frac{50 * h^3}{12}$$

$$h=14.5\text{cm}$$

Para diseño del modelamiento se adopta un h= 14cm.

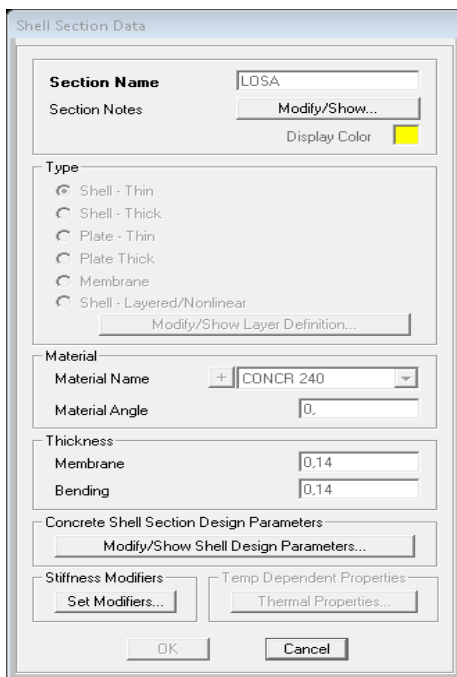


Figura 23: Propiedades de la sección de la losa equivalente.

- **Configuración cubierta.**

Shell Section Data

Section Name: CUBIERTA

Section Notes: Modify/Show...

Display Color: [Blue]

Type:

- ☒ Shell - Thin
- ☐ Shell - Thick
- ☐ Plate - Thin
- ☐ Plate Thick
- ☐ Membrane
- ☐ Shell - Layered/Nonlinear

 Modify/Show Layer Definition...

Thickness:

- Membrane: 0.025
- Bending: 0.025

Material:

- Material Name: + CONCR 240
- Material Angle: 0

Time Dependent Properties:

- Set Time Dependent Properties...

Concrete Shell Section Design Parameters:

- Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers:

- Set Modifiers...

Temp Dependent Properties:

- Thermal Properties...

OK Cancel

Figura 24: Propiedades cubierta metálica.

Double Channel Section

Section Name: CAJA 200x3

Section Notes: Modify/Show Notes...

Display Color: [Purple]

Dimensions:

- Outside depth (t3) : 0.2
- Outside width (t2) : 0.105
- Flange thickness (tf) : 3.000E-03
- Web thickness (tw) : 3.000E-03
- Back to back distance (dis) : 5.000E-03

Section: [Diagram of a double channel section]

Material:

- + ACER ESTRUCT

Property Modifiers:

- Set Modifiers...

Properties:

- Section Properties...
- Time Dependent Properties...

OK Cancel

Figura 25: Propiedades perfil metálico I.

3.2.6 Creación de patrones de carga y combinaciones.

Los patrones de carga serán los establecidos por la NEC-SE-CG es decir cargas muertas y vivas con sus respectivas combinaciones.

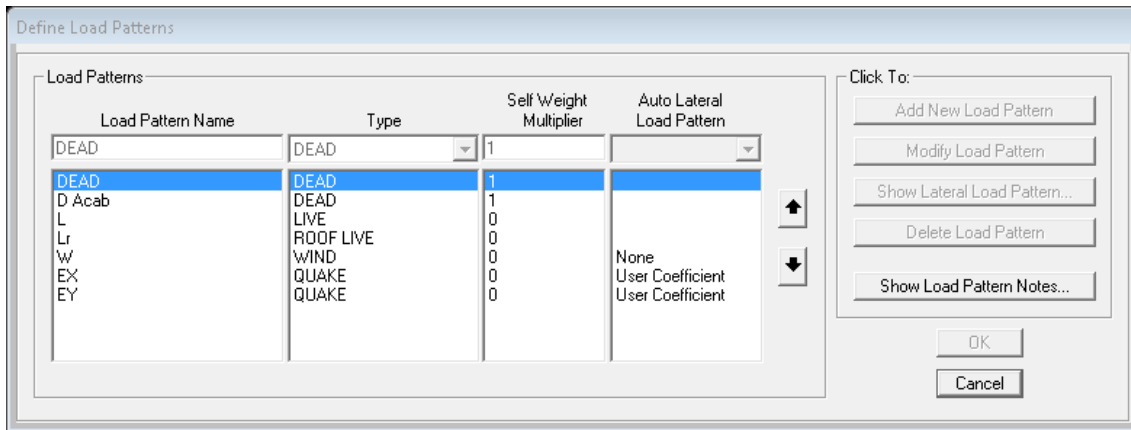


Figura 26: Patrones de carga.

En la figura 26 la simbología “D Acab” representa la suma de cargas permanentes actuantes. Igualmente, la simbología EX y EY representan las cargas sísmicas en cada sentido.

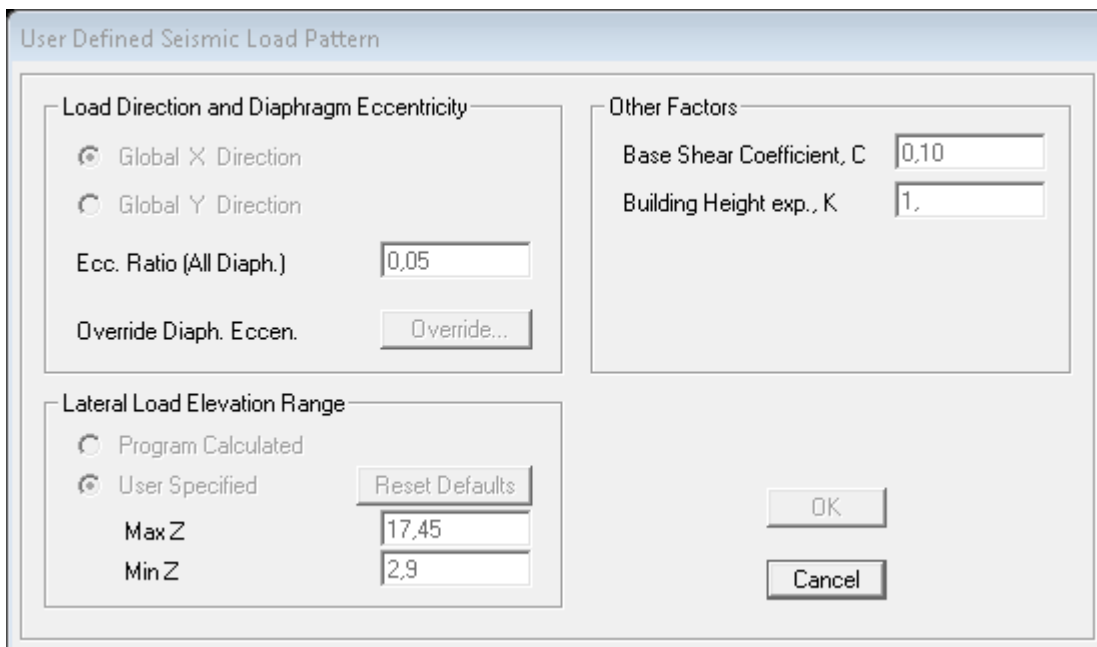


Figura 27: Configuración de la carga de sismo para el modelamiento.

En la figura 27 se puede apreciar que se cumple con lo establecido en la NEC-SE-DS que establece que debe considerarse al menos el 5% de la excentricidad de cada nivel. Se toma en cuenta para el modelamiento desde el nivel +2.9 debido a que el sótano se encuentra por debajo de nivel +0.00 y no se tomará en cuenta para el análisis sísmico; hasta un nivel máximo +17.45 contando con la cubierta.

De igual manera en la celda “base shear coefficient, C”, se asigna el valor del porcentaje de cortante basal que en nuestro caso es del 10%. En el modelamiento se toma en

cuenta el aporte total de masas que según la noma ecuatoriana establece que debe ser un aporte de por lo menos el 90%.

Las combinaciones de cargas asignadas son las mencionadas en la sección 3.2.2 incluyendo las envolventes tanto en dirección X e Y.

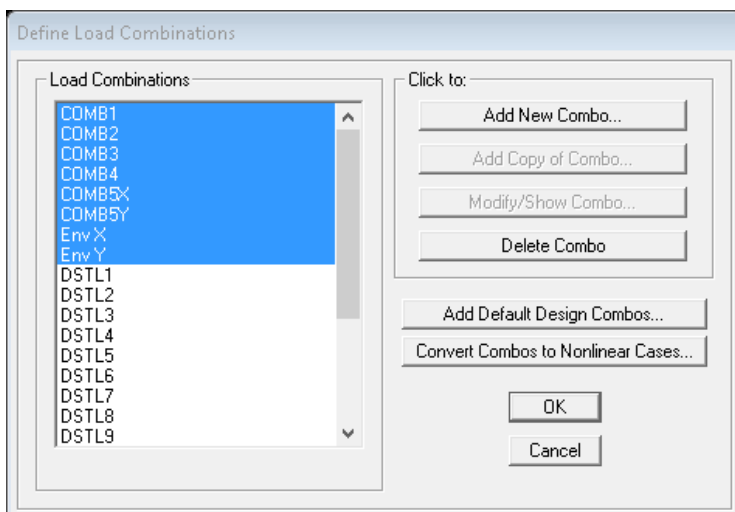


Figura 28: Generación de las combinaciones de cargas.

3.2.7 Análisis Espectral de la Estructura.

Para el análisis espectral en el Sap 2000 se procederá a rigidizar toda la estructura y calcular el centro de masas por cada planta considerando las masas traslacionales y rotacionales de cada planta en la estructura.

PLANTA	PESO	MASA TRASLACIONAL (Tn-s2/m)	MASA ROTACIONAL (Tn-s2/m)
Buhardilla	66.62	6.79	293.10
Tercera Planta	91.70	9.35	403.44
Segunda Planta	97.03	9.89	491.46
Primera Planta	136.24	13.89	789.23
Planta Baja	160.76	16.39	1240.30

Tabla 50: Masas Traslacionales y rotacionales por planta (Autoría propia).

Las masas traslacionales se obtiene dividiendo el peso de cada piso por la aceleración de la gravedad, mientras que las rotacionales se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$Mr = \frac{Mt * (ex^2 + ey^2)}{12}$$

Donde:

Mr= masa rotacional.

Mt= Masa traslacional.

ex= eje en sentido x visto en planta.

ey= eje en sentido y visto en planta.

Mass Coordinate System	
Direction	GLOBAL
Mass	
Translation Global X	6.79 tonf-s²/m
Translation Global Y	6.79 tonf-s²/m
Translation Global Z	0 tonf-s²/m
Mass Moment of Inertia	
Rotation about Global X	0 tonf-m-s²
Rotation about Global Y	0 tonf-m-s²
Rotation about Global Z	293.1 tonf-m-s²

Figura 29: Asignación de masas Traslacionales y rotacionales en la Buhardilla.

Esta asignación de masas se realiza para los 5 pisos considerados en el modelamiento de la estructura.

- **Ingreso del espectro de diseño.**

Para el ingresar el espectro de diseño se lo puede realizar de varias maneras manualmente o cargando mediante un formato txt. Ingresando manualmente el espectro ya establecido se tiene:

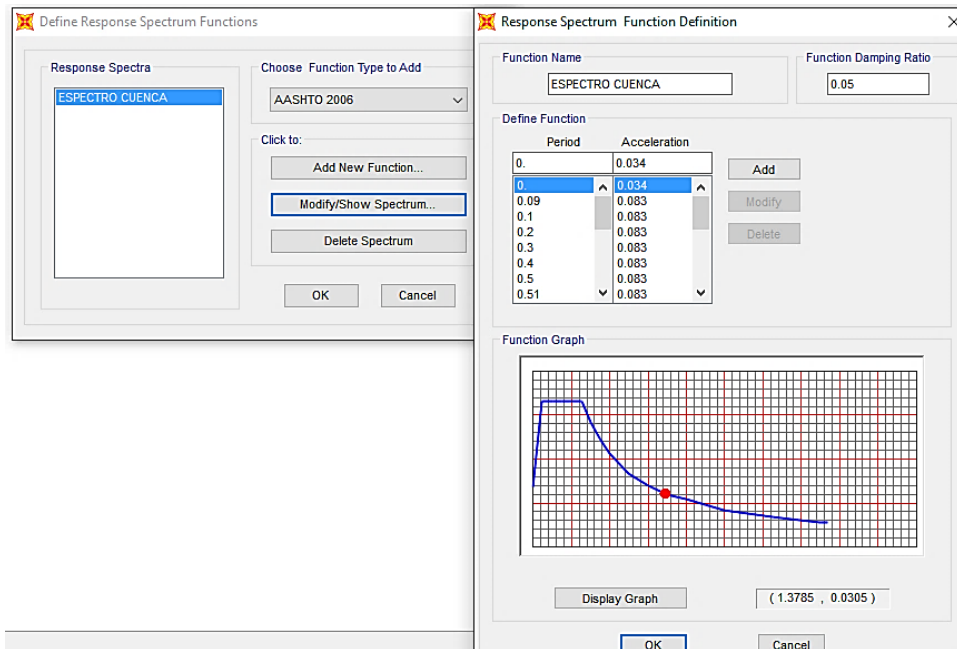


Figura 30: Espectro de respuesta sísmico de Cuenca.

El espectro de diseño se ingresó de forma manual con los valores obtenidos anteriormente en la figura 7.

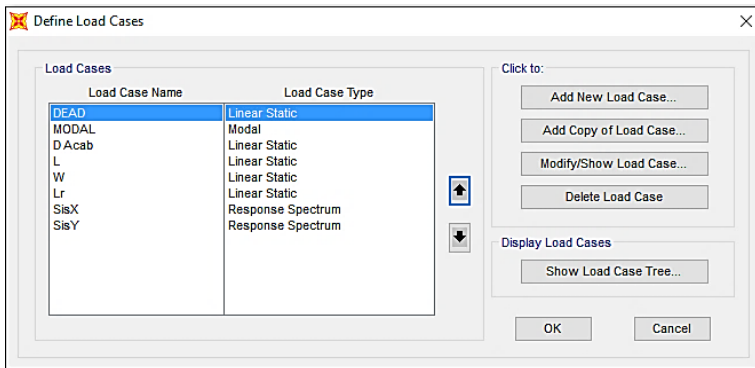


Figura 31: Casos de Carga establecidos.

Para los casos de sismo en x como sismo en y se usa el espectro de respuesta ingresado.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.647973	0.003974	0.686	0.0000336	0.003974	0.686	0.0000336
MODAL	Mode	2	0.610682	0.797	0.002966	0.00001394	0.801	0.689	0.00004754
MODAL	Mode	3	0.53355	0.0004555	0.039	0.00002301	0.802	0.727	0.00007055
MODAL	Mode	4	0.302751	6.283E-07	0.015	1.222E-08	0.802	0.743	0.00007056
MODAL	Mode	5	0.296807	0.0001998	0.127	0.000001306	0.802	0.87	0.00007187
MODAL	Mode	6	0.289342	0.000001213	8.809E-07	0.0003474	0.802	0.87	0.0004193
MODAL	Mode	7	0.25728	0.075	0.012	0.0001127	0.877	0.882	0.0005319
MODAL	Mode	8	0.248489	0.05	0.014	0.0001837	0.927	0.895	0.0007157
MODAL	Mode	9	0.16318	0.02	0.025	0.0002815	0.947	0.92	0.0009972
MODAL	Mode	10	0.159788	0.018	0.041	0.00001644	0.965	0.961	0.001014
MODAL	Mode	11	0.158281	0.0009629	0.0004131	0.011	0.966	0.961	0.012
MODAL	Mode	12	0.150218	0.011	0.0005632	0.00227	0.977	0.962	0.014

Tabla 51: Participación de masas resultados del SAP 2000.

De los resultados de participación de masas podemos apreciar que para los 12 modos expuestos desde el Modo octavo el aporte de masas es superior al 90% por lo que cumple con lo expuesto por la norma.

Relación entre el cortante Basal Dinámico y Estático.

Para el cálculo del cortante basal dinámico se los resultados más críticos de sismo en x de los datos obtenidos del SAP 2000. Con la consideración que debe cumplir que el cortante basal dinámico debe der al menos el 85% del estático según la norma caso contrario se debe escalar el espectro.

En la primera iteración la cortante basal dinámica resulto de 43486.55kg resultando un 76% del cortante basal estático por lo que se escaló el espectro a un 12% mas tanto en sentido x como en y.

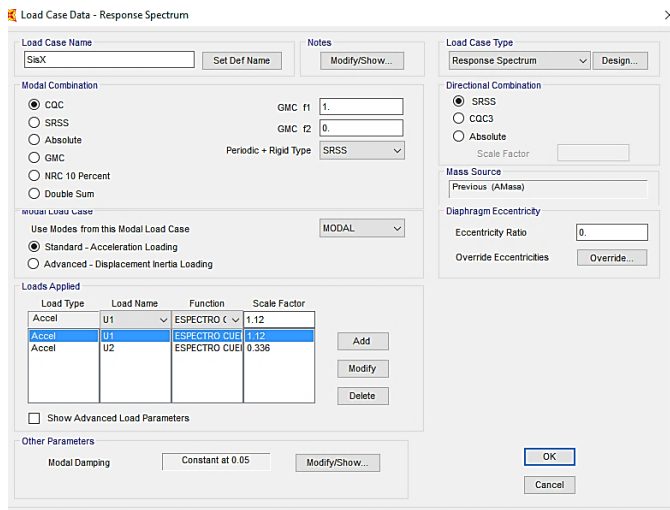


Figura 32: Escala del espectro de respuesta dinámica.

Escalando el espectro de respuesta según la figura 32 se obtiene un nuevo cortante basal dinámico que se presenta en la siguiente tabla:

TABLE: Joint Reactions				
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1
Text	Text	Text	Text	Kgf
1	SisX	LinRespSpec	Max	1148.77
5	SisX	LinRespSpec	Max	1527.4
7	SisX	LinRespSpec	Max	1439.74
9	SisX	LinRespSpec	Max	1480.47
11	SisX	LinRespSpec	Max	1628.42
13	SisX	LinRespSpec	Max	1561.94
15	SisX	LinRespSpec	Max	1852.04
17	SisX	LinRespSpec	Max	1449.5
19	SisX	LinRespSpec	Max	2161.58
21	SisX	LinRespSpec	Max	2220.3
23	SisX	LinRespSpec	Max	2282.38
25	SisX	LinRespSpec	Max	2153.03
27	SisX	LinRespSpec	Max	2101.02
29	SisX	LinRespSpec	Max	2219.12
31	SisX	LinRespSpec	Max	2066.42
33	SisX	LinRespSpec	Max	1844.29
35	SisX	LinRespSpec	Max	2509.36
37	SisX	LinRespSpec	Max	2079.55
39	SisX	LinRespSpec	Max	2070.8
49	SisX	LinRespSpec	Max	1512.59
51	SisX	LinRespSpec	Max	1565.25
53	SisX	LinRespSpec	Max	1535.8
56	SisX	LinRespSpec	Max	1821.71
58	SisX	LinRespSpec	Max	1718.05
60	SisX	LinRespSpec	Max	1365.04
63	SisX	LinRespSpec	Max	1631.67
65	SisX	LinRespSpec	Max	1662.35
139	SisX	LinRespSpec	Max	2135.83
			V	50744.42

Tabla 52: Resultados Cortante Basal Dinámica SAP 2000.

De la Tabla 52 se observa que la cortante basal dinámico es de 50744.42kg que en comparación con la cortante basal estática se obtiene los siguientes resultados.

CALCULO DE CORTANTE BASAL			
Parametro	Variable	Valor	Unidad
Coeficiente de Importancia del Edif	I =	1.00	s/u
Factor de Reduccion de Respuesta	R =	8.00	s/u
Zonificacion sismica	Zona =	II	s.u
Factor (Z) Peligr Sismico	Z =	0.25	s.u
Coef. De amplificacion espectral	η =	2.48	s.u
Fac_asociado al periodo de retorno	r =	1.00	s.u
Geologia Local Tipo de Suelo	Tip =	C	s.u
Altura Max de la edificacion	hn =	14.54	m
Coef..Amplif.en Zona Period corto	Fa =	1.30	s.u
Coef..Amplif. Espect Elastico	Fd =	1.28	s.u
Coef. De Comportam no Lineal	Fs =	0.94	s.u
Coefi. en funcion Tipo de Edificio	Cf =	0.055	s.u
Coefi. Para calculo del periodo	α =	0.90	s.u
Factor de irregularidad en planta	ϕ_p =	0.90	s/u
Factor de irregularidad en elevacion	ϕ_E =	0.90	s/u
Aceleracion de la gravedad	g =	9.81	m/s ²
PERIODO NAT_DE VIBRACION	T =	0.650	seg.
PERIODO VIB. Met.1 NEC	T =	0.612	seg.
PERIODO VIB. Met.2 NEC	T =	0.80	seg.
PER_FUNDAMENTAL (Cero)	T(0) =	0.00	seg.
PER_FUNDAMENTAL (L_Inf)	To =	0.09	seg.
PER_FUNDAMENTAL (L_Super.)	Tc =	0.51	seg.
PER_FUNDAMENTAL (Maximo)	TL =	3.07	seg.
Carga Sisimica Reactiva	W =	552345.62	kg
Cargas por peso Propio	D =	552345.62	kg
Espectro sismico de Respuesta	Sa =	0.671	g
Espectro sismico de Respuesta	Sa =	0.631	g
Porc. De peso para cortante	fac =	0.103	s.u
Porc. De peso para cortante	fac =	0.097	s.u
CORTANTE BASAL ESTATICO	V =	57155.42	Kg
Cortante Basal Dinámico	V =	50744.42	Kg
% DE V. DINAMICO EN F (V. ESTÁTICO).		88.78	%

Tabla 53: Relación entre el cortante basal dinámico y estático.

El segundo método de cálculo según la NEC-SE-DS sección 6.3.3 inciso b establece que el período (T) no deberá ser mayor al 30% al valor del período cálculo por el primer método; es decir:

$$T=0.612*1.3$$

$$T=0.80 \text{ seg.}$$

De la tabla 44 se observa que el período Natural de vibración de 0.65seg está dentro del rango del período estático obtenido por los dos métodos que establece la NEC-SE-DS.

El espectro sísmico dinámico calculado será:

$$Sa = 2.48 * 0.25 * 1.30 * \left(\frac{0.51}{0.65}\right)^1$$

Sa= 0.631

El cortante basal dinámico es el 88.78% del cortante basal estático por lo que cumple satisfactoriamente para el posterior control de derivas.

ESPECTRO SÍSMICO ELÁSTICO					
ELÁSTICO			REDUCIDO		
TIEMPO	Espectro	Aceleración	Espectro	Aceler	
Seg.	Sa (f(T))	Sa*g (m/s2)	Sa	S (m/s2)	
Período cero (Sa=Z,Fa)	0.00	0.325	3.18825	0.034	0.330
	0.09	0.806	7.90686	0.083	0.818
	0.1	0.806	7.90686	0.083	0.818
	0.2	0.806	7.90686	0.083	0.818
	0.3	0.806	7.90686	0.083	0.818
	0.4	0.806	7.90686	0.083	0.818
Período superior (Tc)	0.5	0.806	7.90686	0.083	0.818
	0.51	0.806	7.90686	0.083	0.818
	0.6	0.684	6.70826112	0.071	0.694
	0.7	0.586	5.749938103	0.061	0.595
	0.8	0.513	5.03119584	0.053	0.521
	1	0.410	4.024956672	0.042	0.416
	1.2	0.342	3.35413056	0.035	0.347
	1.4	0.293	2.874969051	0.030	0.297
	1.6	0.256	2.51559792	0.027	0.260
	1.8	0.228	2.23608704	0.024	0.231
	2	0.205	2.012478336	0.021	0.208
	2.5	0.164	1.609982669	0.017	0.167
Período máximo (TL)	2.8	0.147	1.437484526	0.015	0.149
	3	0.137	1.341652224	0.014	0.139
	3.07	0.134	1.31020725	0.014	0.136

Tabla 54: Valores del espectro sísmico dinámico y estático (Autoría propia).

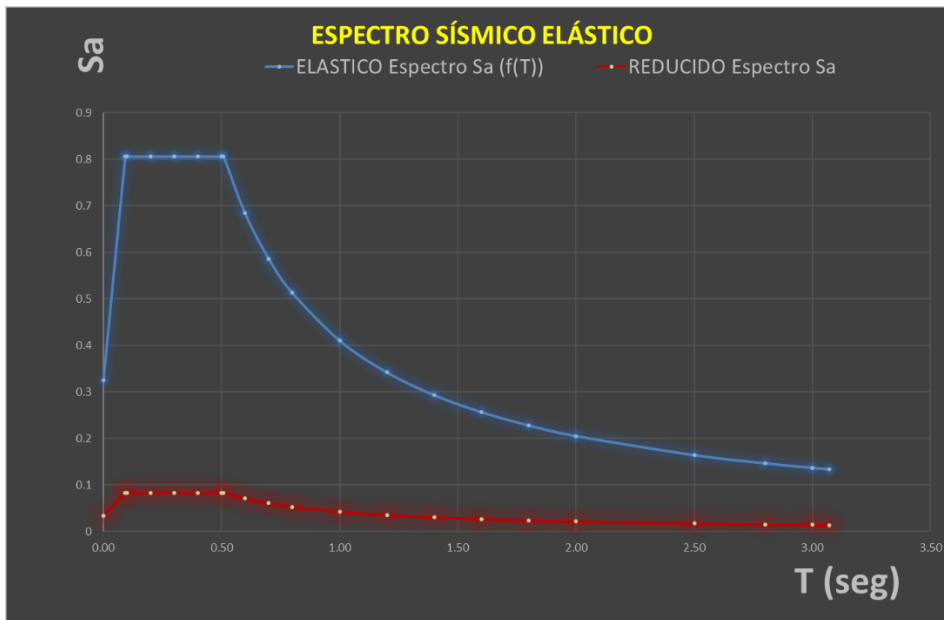


Figura 33: Espectro elástico y reducido en función del periodo fundamental (T).

3.2.8 Determinación de momentos torsionales y derivas de piso.

Asignado las cargas y combinaciones se procede al modelamiento respectivo verificando los momentos envolventes y deflexiones de la estructura.

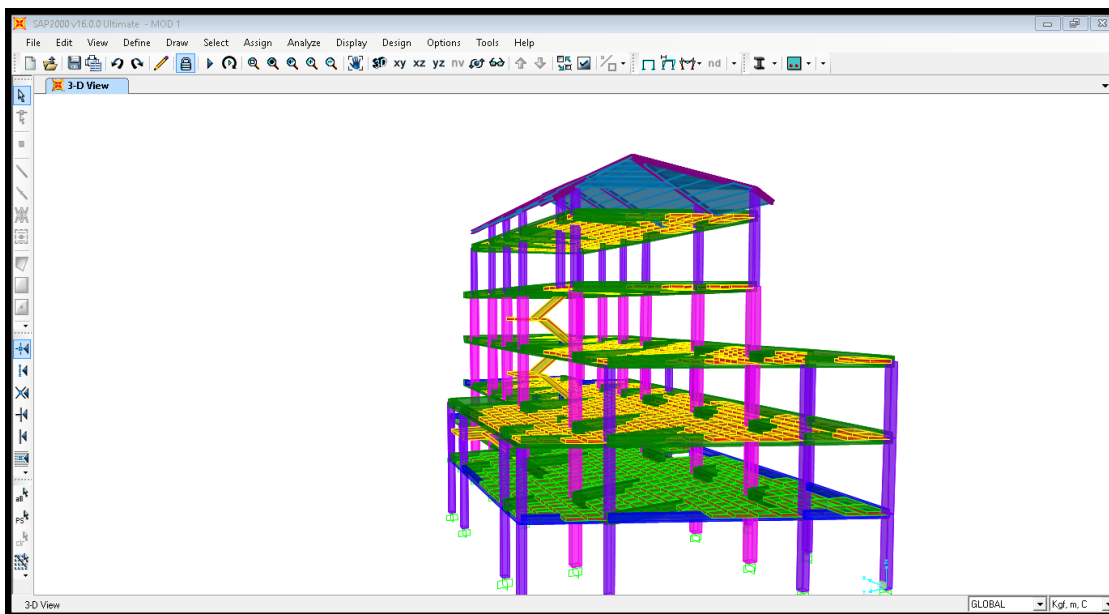


Figura 34: Idealización completa de la estructura con todos los elementos asignados.

Para el control de derivas se tomará en cuenta las deflexiones máximas producidas por las envolventes en todos los sentidos (x , y , z) de la estructura.

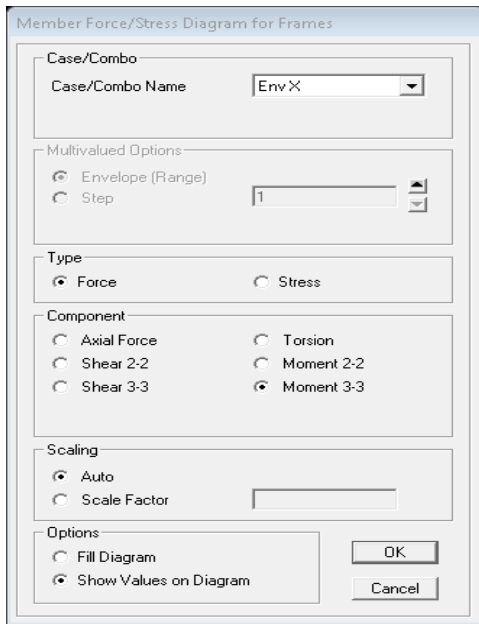


Figura 35: Configuración para mostrar el diagrama de momentos según envolvente X.

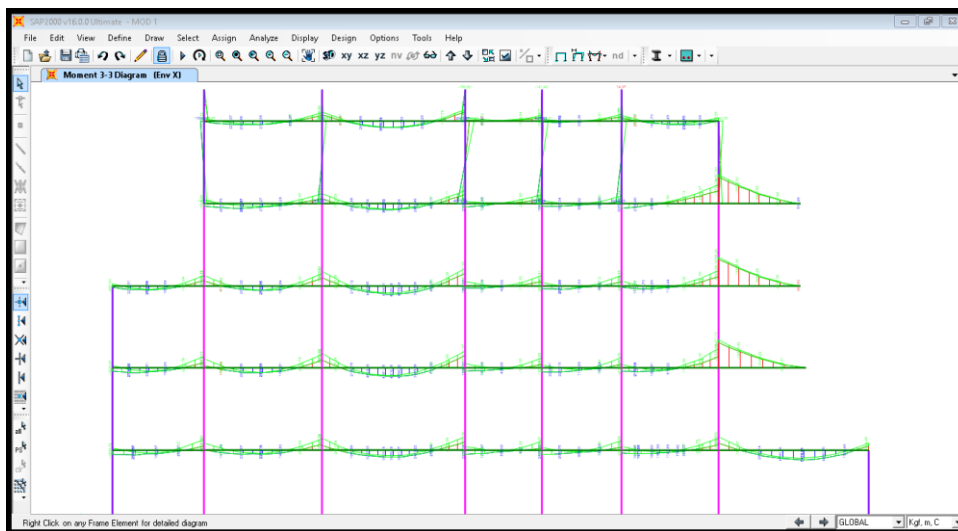


Figura 36: Diagrama de momentos sentido x.

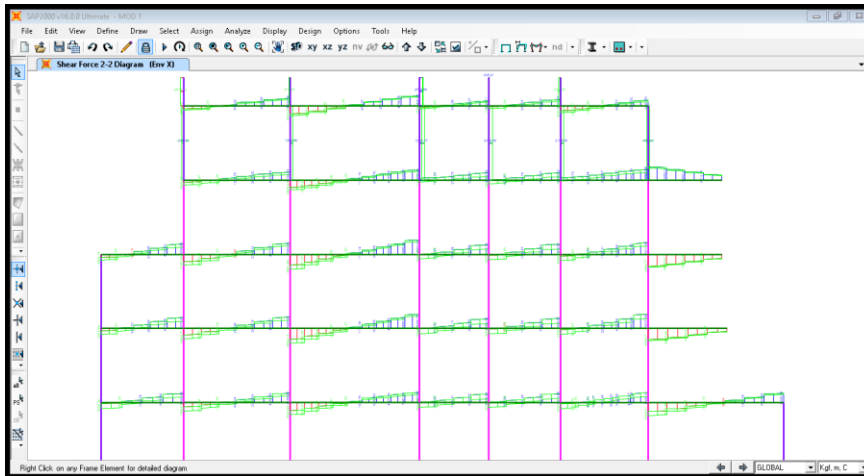


Figura 37: Diagrama de cortantes sentido x.

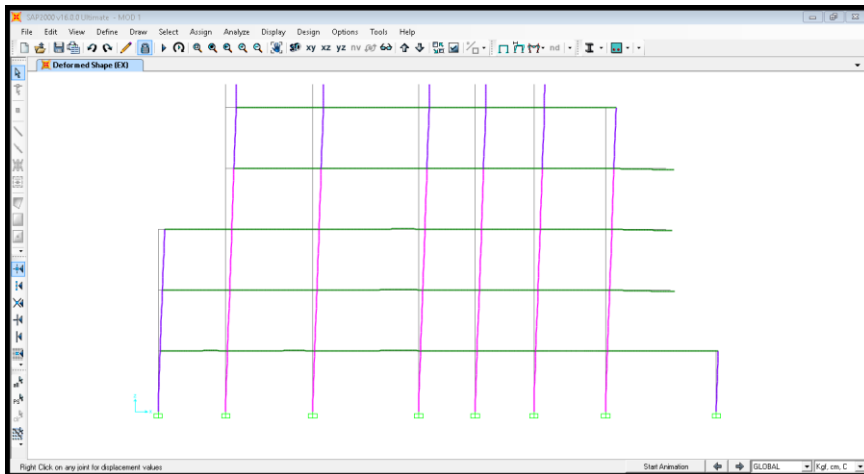


Figura 38: Deformación por sismo sentido x.

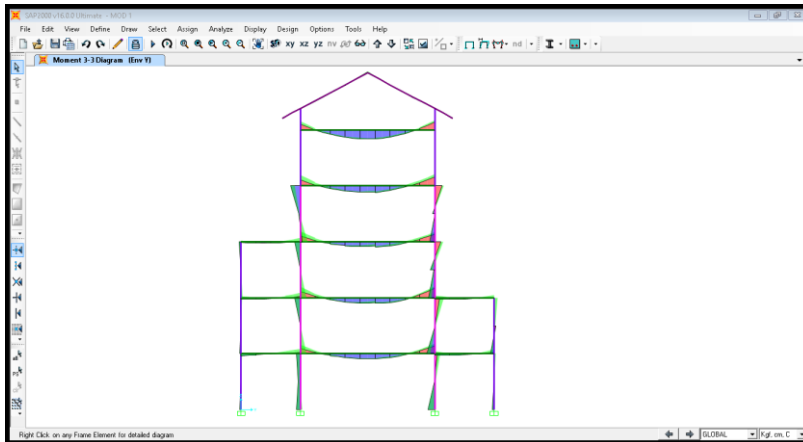


Figura 39: Diagrama de momentos sentido Y

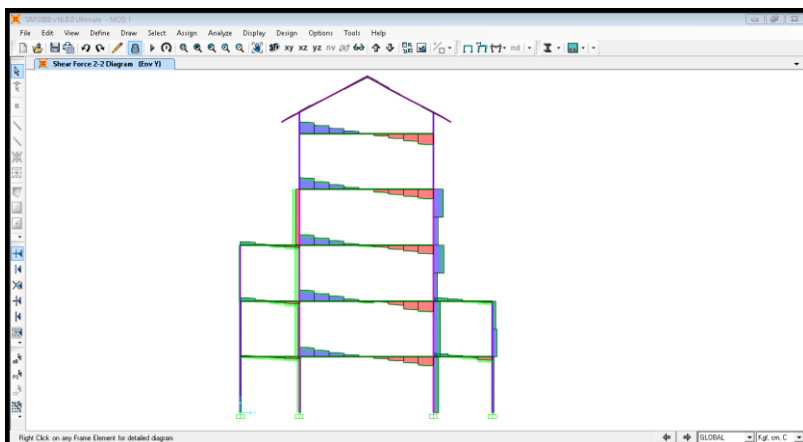


Figura 40: Diagrama de cortantes sentido Y.

Joint Displacements			
Joint Object 153		Joint Element 153	
	1	2	3
Trans	-0,18573	2,08744	-0,01792
Rotn	-8,092E-04	-3,673E-05	4,088E-04

Figura 41: Deflexión máxima en el punto superior derecho (punto 153).

En la figura 35 se aprecia que la deflexión máxima se da en la parte superior derecha de la estructura.

- **Control de Derivas**

Para el control de derivas la NEC-SE-DS establece que tanto en sentido X como Y se calcula restando del desplazamiento del extremo superior el desplazamiento de extremo inferior de piso; dividiendo simultáneamente para el desnivel de pisos.

$$(3.2.6) \Delta E(X) = \frac{U_{xs} - U_{xi}}{h}$$

$$(3.2.7) \Delta E(y) = \frac{U_{ys} - U_{yi}}{h}$$

Dónde:

ΔE = Deriva de piso

U_{xs} ; U_{ys} = Desplazamientos piso superior en sentido X e Y.

U_{xi} ; U_{yi} = Desplazamientos piso inferior en sentido X e Y.

h = Desnivel entre pisos.

Posteriormente se aplicará la ecuación (1.22) para el cálculo de la deriva máxima inelástica:

$$\Delta M = 0.75R\Delta E$$

Verificando que cumpla con los límites permisibles de las derivas de piso (Tabla 1).

Considerando los puntos críticos de envolventes máximas en X e Y se tiene:

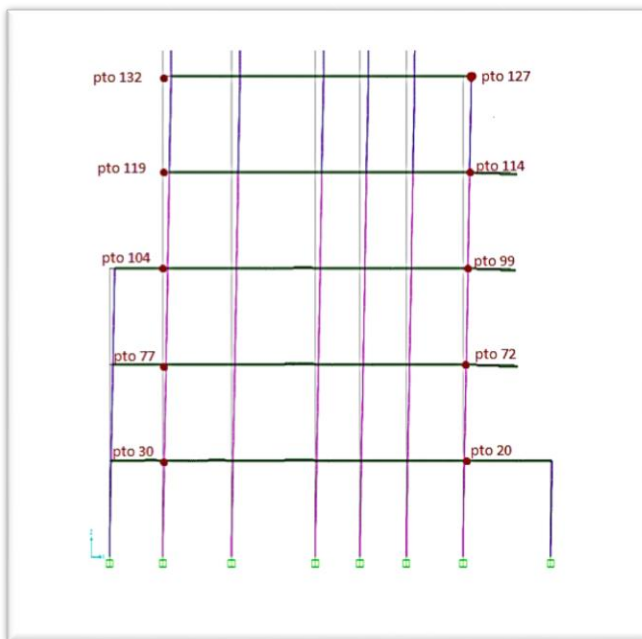


Figura 42: Puntos críticos de deflexiones en la estructura.

En la figura 37 se observa los puntos críticos y exportaciones del SAP 2000 los respectivos desplazamientos se tiene el cálculo de derivas para dichos puntos de la siguiente manera:

PUNTO	COMBINACION DE CARGA	TIPO	DEFELXIONES						
			U1(m)	U2(m)	U3(m)	R1(m)	R2(m)	R3(m)	
127	Env X	Combin ation	Max	0.01907	-0.006779	-0.003324	-0.003261	-0.000253	-0.000409
127	Env Y	Combin ation	Max	0.002853	0.018091	-0.003223	-0.003261	-0.000755	4.00E-05
114	Env X	Combin ation	Max	0.014498	-0.005279	-0.003164	-0.001111	0.002679	-0.000275
114	Env Y	Combin ation	Max	0.001651	0.013923	-0.003072	-0.001145	0.001954	0.000135
99	Env X	Combin ation	Max	0.011091	-0.00303	-0.002819	3.00E-05	0.001575	-0.000149
99	Env Y	Combin ation	Max	0.001097	0.011118	-0.002743	-0.000128	0.000982	0.000185
72	Env X	Combin ation	Max	0.00727	-0.001251	-0.002167	-0.001165	0.002257	-7.00E-05
72	Env Y	Combin ation	Max	0.00065	0.007188	-0.002115	-0.001204	0.001619	8.80E-05
20	Env X	Combin ation	Max	0.00304	-0.000454	-0.00121	-0.000676	0.000982	-3.50E-05
20	Env Y	Combin ation	Max	0.00304	-0.000454	-0.00121	-0.000676	0.000982	-3.50E-05
132	Env X	Combin ation	Max	0.001695	0.000629	-0.002526	-0.002149	0.00105	-0.000531
132	Env Y	Combin ation	Max	0.002853	0.017358	-0.002386	-0.002004	0.00115	4.00E-05
119	Env X	Combin ation	Max	0.014498	0.000453	-0.002177	-0.000661	0.00175	-0.000275
119	Env Y	Combin ation	Max	0.001651	0.011483	-0.002239	-0.000661	0.0009	0.000135
104	Env X	Combin ation	Max	0.011091	7.40E-05	-0.002024	-0.00071	0.00063	-0.000149
104	Env Y	Combin ation	Max	0.001097	0.007757	-0.00206	-0.00071	0.000189	0.000185
77	Env X	Combin ation	Max	0.00727	0.000162	-0.001598	-0.000702	0.000697	-7.00E-05
77	Env Y	Combin ation	Max	0.00065	0.00559	-0.001613	-0.000702	0.000293	8.80E-05
30	Env X	Combin ation	Max	0.003086	0.000275	-0.000907	-0.000652	0.000566	-3.40E-05
30	Env Y	Combin ation	Max	-2.30E-05	0.002764	-0.000911	-0.000662	0.000156	4.95E-06

Tabla 55:Desplazamientos obtenidos del SAP2000 para el pórtico de la figura 36 (Autoría propia).

DERIVAS ELASTICAS (ΔE)						DERIVAS MÁXIMAS INELASTICAS (ΔM)					
0.002	-0.001	0.000	-0.001	-0.001	0.000	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00
0.000	0.001	0.000	-0.001	-0.001	0.000	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.001	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	-0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 56: Derivas de piso para el pórtico de la figura 36 (Autoría propia).

Se puede observar que las derivas máximas inelásticas no superan el límite permisible establecido por la norma según la tabla 1 que es de 0.02; por lo que las dimensiones propuestas cumplen satisfactoriamente.

3.3 Análisis de Resultados.

Para el respectivo análisis se tomará en consideración los pórticos más críticos de la estructura y se analizará de cada elemento el más desfavorable. Tomando en cuenta los resultados de los elementos modelados por el SAP 2000.

Se analizará el pórtico ZX considerando el más cargado y crítico.

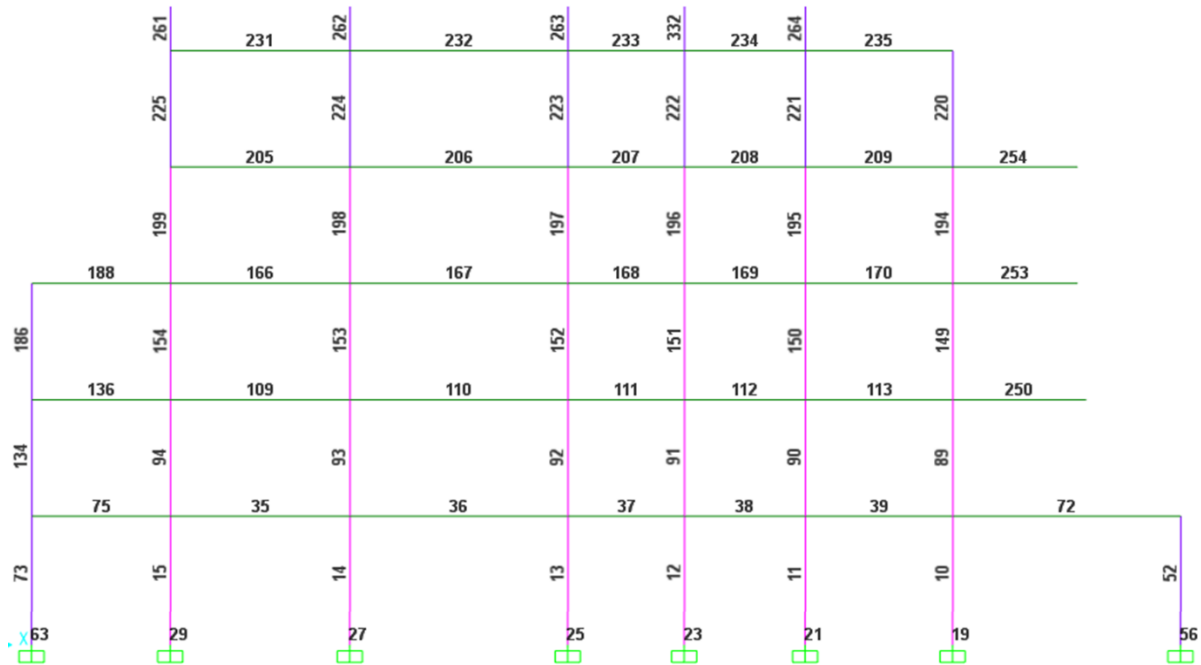


Figura 43: Pórtico ZX, Y=3.00m

3.3.1 Análisis de Vigas.

Para la respectiva comprobación se analizará la viga ubicada en el panel “110” de dimensiones 30x35cm, verificando su diseño tanto a cortante como a flexión según lo establece la NEC.

La viga presenta los siguientes Momentos y cargas en el tramo inicial intermedio y final de la siguiente manera:

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	cm	Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
110	0	Env X	Combination	Max	0	-6939.94	2.706E-12	-151832.86	8.072E-11	-458064.06
110	252.5	Env X	Combination	Max	0	957.94	2.416E-13	27129.83	4.591E-12	491968.89
110	505	Env X	Combination	Max	0	9355.77	-4.422E-12	167108.14	2.221E-10	-734848.64

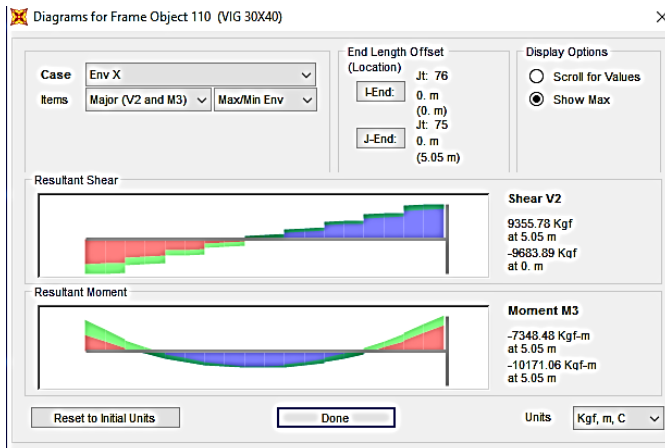


Figura 44: Diagrama de momentos y cortantes máximos de la viga panel 110.

De la figura 39 podemos observar que los momentos máximos se dan en el tramo final de la viga; y la cortante máxima en los dos extremos.

Tomando los valores absolutos de momentos y cortantes tenemos:

X(m)	M(Kgf.cm)	V(kgf)
0	458064.06	6939.94
2.53	491968.89	957.94
5.05	734848.64	9355.77

Teniendo como datos iniciales:

Base= 30cm

Altura =40cm

Recubrimiento=5cm

$f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Cálculo de cuantías.

$$(3.3.1) \phi b = 0.85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \frac{87000}{87000 + f_y}$$

$$(3.3.2) \phi_{\max} = 0.50 \phi b$$

$$(3.3.3) \quad \phi = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{0.85f'_c * b * d^2}} \right]$$

$$(3.3.4) \quad \phi_{\min} = \frac{14}{f_y}$$

Dónde:

ϕ_b = cuantía balanceada.

β_1 = 0.80 para f'_c de 240kg/cm²

$\phi_{\max}$ = cuantía máxima.

M_u = Momento máximo.

Aplicando las fórmulas para cada tramo tenemos que:

$$\phi_b = 0.035706$$

$$\phi_{\min} = 0.003333$$

$$\phi_{\max} = 0.0185338$$

$$\phi_{M1} = 0.003418$$

$$\phi_{M2} = 0.003681$$

$$\phi_{M3} = 0.005614$$

$\phi_{\min} \leq \phi \leq \phi_{\max}$. Cumple ok.

Acero de refuerzo (As)

$$A_s = \phi * b * d$$

$$A_{s1} = 3.59 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = 3.87 \text{ cm}^2$$

$$A_{s3} = 5.90 \text{ cm}^2$$

Considerando el área de acero requerido se diseña con 2 varillas de $\Phi 20\text{mm}$ equivalente a 6.28 cm^2

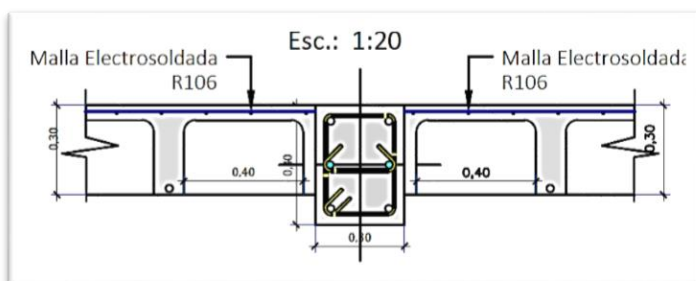


Figura 45: Armado viga 30x40cm.

Cálculo al cortante

El esfuerzo mínimo resistente a corte del hormigón se calcula mediante la siguiente formula:

$$(3.3.5) V_c = 0.53\sqrt{f'c}$$

Donde:

$f'c$ = resistencia característica del hormigón a compresión en Kg/cm²

V_c = esfuerzo máximo resistente a cortante del hormigón en Kg/cm²

El esfuerzo último de una viga de hormigón se calcula mediante la siguiente expresión:

$$(3.3.6) v_u = \frac{V_u}{\phi bw.d}$$

Dónde:

v_u = Esfuerzo unitario de corte último.

V_u = Solicitación última de corte.

ϕ = Factor de reducción de capacidad a cortante cuyo valor es 0.85.

bw = ancho de alma resistente al corte.

d = distancia desde el centroide del acero de refuerzo hasta la fibra extrema en compresión.

Aplicando las formulas con las cortantes obtenidas se tiene:

$$V_c = 8.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{u1} = 7.78 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{u2} = 1.07 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{u3} = 10.48 \text{ kg/cm}^2$$

v_{u1}, v_{u2} son menores al esfuerzo de corte por lo que se necesitaría una sección de acero transversal mínimo de con estribos de $\Phi 10\text{mm}$ cada 15cm según lo establece el ACI318-14.

v_{u3} tomando estribos de $\Phi 10\text{mm}$ como área de refuerzo el espaciamiento mínimo (s) para este tramo será:

$$(3.3.7) s = \frac{A_v * f_y}{(V_u * v_c) * bw}$$

$$s = 9.60 \text{ cm}$$

se debe colocar un estribo con varillas de $\Phi 10\text{mm}$ cada 15cm

3.3.2 Análisis de Columnas.

Para la respectiva comprobación se analizará la columna ubicada en el panel “13” de dimensiones 45x35cm, verificando su diseño tanto a cortante como a flexión según lo establece la NEC.

La columna presenta los siguientes Momentos y cargas en el tramo inicial intermedio y final de la siguiente manera:

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	cm	Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
13	0	Env X	Combination	Max	-123441	-2239.63	-482.99	-3301.06	-39611.18	-219899.12
13	145	Env X	Combination	Max	-122126	-2239.63	-482.99	-3301.06	36543.59	125595.33
13	290	Env X	Combination	Max	-120810	-2239.63	-482.99	-3301.06	507251.54	516863.57

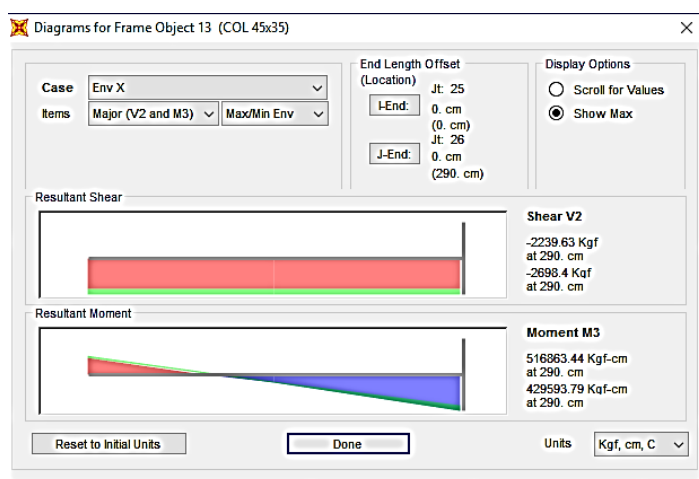


Figura 46: Diagrama de momentos y cortantes máximos de la columna panel 110.

Para zonas sísmicas el Código ecuatoriano de la construcción establece una cuantía mínima de armado principal de columnas de 0.01 y una cuantía máxima de 0.06. En zonas sísmicas, la dimensión transversal mínima de las columnas con estribos debe ser de 30cm. También se establece que el número mínimo de varillas en columnas rectangulares será de 4. (Romo Proaño. M, 2007).

Fórmulas a aplicar teniendo como datos la carga axial ultima y el momento último resistente.

$$(3.3.8) \quad A_s = \frac{\frac{P_u}{0.80\phi} - 0.85f'_c A_g}{f_y - 0.85f'_c}$$

$$(3.3.9) \quad P_{u, \max} = 0.80\phi(0.85f'_c * (A_g - A_s) + A_s * f_y)$$

Dónde:

P_u = Carga axial última

ϕ = 0.70 para columnas con estribos.

A_g = Área geométrica de la sección.

A_s = Área de acero de refuerzo longitudinal.

Calculando las áreas de acero longitudinal para los diferentes tramos de columna tenemos:

$$A_{s1} = 25.24 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = 25.83 \text{ cm}^2$$

$$A_{s3} = 26.42 \text{ cm}^2$$

El 1% de la sección transversal será:

$$A_{s \min} = 15.75 \text{ cm}^2$$

A_{s1} , A_{s2} , A_{s3} son mayores al $A_{s \min}$ que establece la norma.

La carga axial última máxima para los tres tramos de columna será respectivamente:

$$P_{u, \max 1} = 215172.72 \text{ kg}$$

$$P_{u, \max 2} = 215172.72 \text{ kg}$$

$$P_{u, \max 3} = 215172.72 \text{ kg}$$

El $P_{u, \max}$ se verifica que es mayor a la carga última axial

$215172.72 \text{ kg} > 123441.14 \text{ kg}$ cumple ok.

Condición Columna Fuerte- viga débil.

Es un requisito que debe cumplir cualquier estructura sismo resistente de concreto armado con la finalidad de garantizar y evitar fallos por inestabilidad.

Se aplicará la siguiente condición:

$$P = \frac{\sum EI_v / L_v}{\sum EI_c / L_c}$$

Dónde:

EI_v , EI_c = Rigidez a flexión de vigas y columnas.

L_v, L_c = Longitudes de las vigas y columnas respectivamente.

P = condición columna fuerte-viga débil.

P debe ser menor a 0.5 caso contrario se deberá revisar la resistencia de las columnas y redimensionar dichos elementos para evitar articulaciones plásticas innecesarias.

Sección viga: 30x40cm

Sección columna: 35x45cm

Longitud viga= 5.06m

Longitud columna=2.9m

$I_v = (30 \cdot 40^3) / 12 = 160000 \text{ cm}^4$

$I_c = (35 \cdot 45^3) / 12 = 265781.25 \text{ cm}^4$

$$P = \frac{160000 / 506}{265781.25 / 290} = 0.34$$

P es menor a 0.5 por lo que cumple satisfactoriamente la relación columna fuerte- viga débil.

Acero de refuerzo principal y secundario

Se adopta como mínimo 4 varillas con la condición que el acero sea mayor al 1% de la sección transversal teniendo como resultado:

El espaciamiento mínimo deberá ser según (Romo Proaño. M, 2007):

1.5 veces el diámetro de las varillas longitudinal o 1.5 veces el tamaño máximo del agregado grueso.

Acero de refuerzo principal $4\Phi 20\text{mm}$ cada 10cm

Acero de refuerzo principal $4\Phi 18\text{mm}$ cada 10cm

$A_s \text{ total} = 4\Phi 20\text{mm} + 4\Phi 18\text{mm}$

$A_s \text{ total} = 20.61 \text{ cm}^2$

% asumido = $(20.61 \cdot 100) / (45 \cdot 35)$

% asumido = 1.31% mayor al 1% cumple.

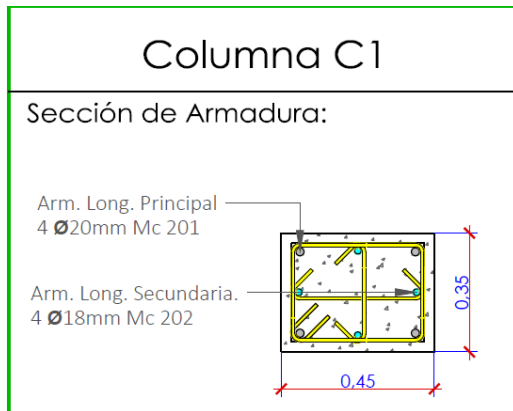


Figura 47: Armado de sección de columna 45x35cm.

3.3.3 Análisis de Losas.

Para el análisis de la losa se toma la planta ubicada en el nivel +2.90m con las siguientes características:

Losa alivianada con casetones de 40x40cm

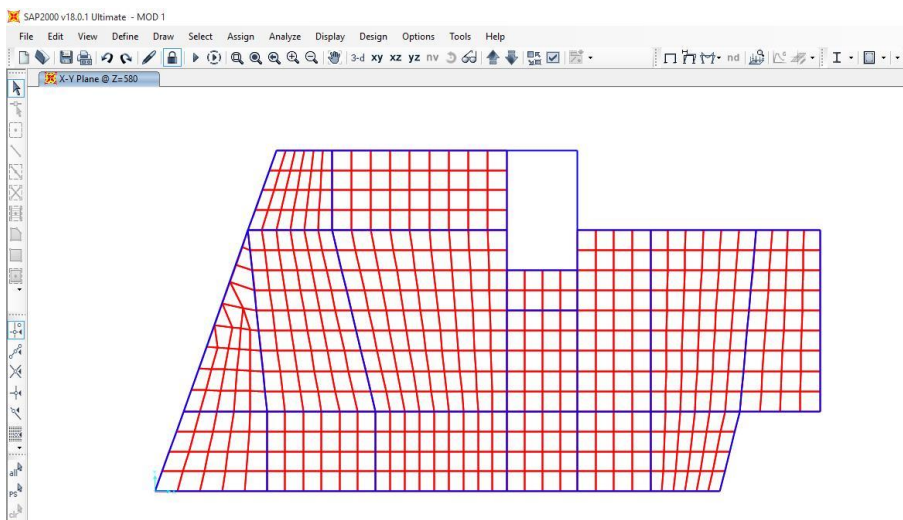


Figura 48: losa alivianada ubicada en el nivel +2.90m.

La losa se divide en 15 tableros para lo cual se adoptó un peralte de 30cm.

Se toma el tablero más crítico con la mayor aportación de área y mampostería para el diseño total.

TABLERO	Lx	Ly	AREA LIBRE (m ²)	luz mayor / luz menor	DIRECCION DE TRABAJO	# CASETONES	MAMPOSTERIA		
							L	h	e
7	7	4.12	27.44	1.70	L.BIDIRECCIONAL	50	10.66	2.9	0.15

Cálculo de Cargas

Volumen de losa= 0.3m*27.44m=8.23m³

Volumen casetón= (0.40*0.40*(0.30-0.05)) *50=2.00m³

Peso losa= [(8.23-2) (2400)] / [(27.44)] = 545.07kg/m²

Peso mampostería= [(10.66*2.9*0.15) (1800)]/ [(27.44)]=304.18 kg/m²

Carga muerta total=968.98kg/m²

Carga viva= 200kg/m²

U= 1.4(8968.98) +1.7(200)

U=1696.57 kg/m²

Diseño en dirección X e Y.

Aplicando las fórmulas de (Romo. Proaño. M, 2007) se tiene:

$$(3.3.10) \quad W_x = \frac{WT * Ly^4}{Lx^4 + Ly^4}$$

$$(3.3.11) \quad W_y = \frac{WT * Lx^4}{Lx^4 + Ly^4}$$

Dónde:

W_x ; W_y = Carga en cada sentido.

WT= Carga mayorada por metro lineal.

Ly; Lx= Luces de cálculo en cada dirección.

W_x = 181.78kg

W_y =1514.78kg

- Sentido X

Momento de Tramo

$$M = (PL^2) / 10$$

$$M = (181.78 * 7^2) / 10$$

$$M = 890.72 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Momento de Apoyo

$$M = (PL^2) / 40$$

$$M = (181.72 \cdot 7^2) / 40$$

$$M = 222.607 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Aplicando la fórmula de cuantía según (Arthur. Nilson. H, 2001):

$$(3.3.12) \quad \phi = \frac{1.53f'c - \sqrt{(1.53f'c)^2 - \frac{6.12Mu \cdot f'c}{b \cdot d^2}}}{1.8 \cdot fy}$$

Considerando $b=100\text{cm}$; $h=30\text{cm}$; recubrimiento= 5cm

$$d = 30 - 5 = 25\text{cm}$$

$$\phi = 0.003333$$

$$\phi_T = 0.000378$$

$$\phi_T < \phi \text{ mínima}$$

se asume ϕ mínimo para el diseño

$$A_s = 0.003333 \cdot 100 \cdot 25$$

$$A_s = 8.33 \text{ cm}^2$$

$$e = 100 / (9 \cdot \Phi 14)$$

$$e = 15\text{cm}$$

Se asume 6 varillas de $\Phi 14\text{mm}$ cada 15cm

$$\phi_A = 0.0000943$$

$$\phi_A < \phi \text{ mínima}$$

Para el apoyo se asume de igual manera 6 varillas de $\Phi 14\text{mm}$ cada 15cm.

- Sentido y

Momento de Tramo

$$M = (PL^2) / 10$$

$$M = (1514.78 \cdot 4.12^2) / 10$$

$$M = 2571.25 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Momento de Apoyo

$$M = (PL^2) / 40$$

$$M = (1514.78 \cdot 4.12^2) / 40$$

$$M = 642.81 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\phi_T = 0.00110$$

$$\phi_{max}=0.018533$$

$$\phi_T < \phi_{min.}$$

Se asume igualmente 6 varillas de $\Phi 14\text{mm}$ cada 15cm.

$$\phi_A=0.000272$$

Se asume igualmente 6 varillas de $\Phi 14\text{mm}$ cada 15cm.

3.3.4 Análisis de Escaleras.

Para el cálculo de escaleras se tomó para su comprobación la escalera de la segunda planta ubicado en el nivel 5.80m.

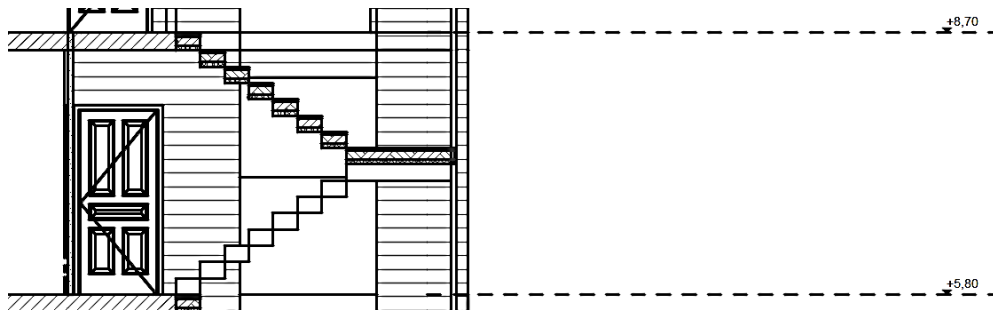


Figura 49: Nivel de gradas segunda planta.

Cálculo de huella.

$$h=2.1/7=30\text{cm}$$

Cálculo de contrahuella.

$$ch=2.90/16=18\text{cm}$$

Tangente de Φ

$$\text{Tang } \Phi = \text{in tang } 0.30/0.18$$

$$\Phi=58.86 \text{ grados}$$

$$\text{Carga repartida}= 2125.59 \text{ kg/m}$$

Determinación de los momentos últimos de diseño.

- Modelo Estructural de la Escalera y Reacciones de Apoyo:

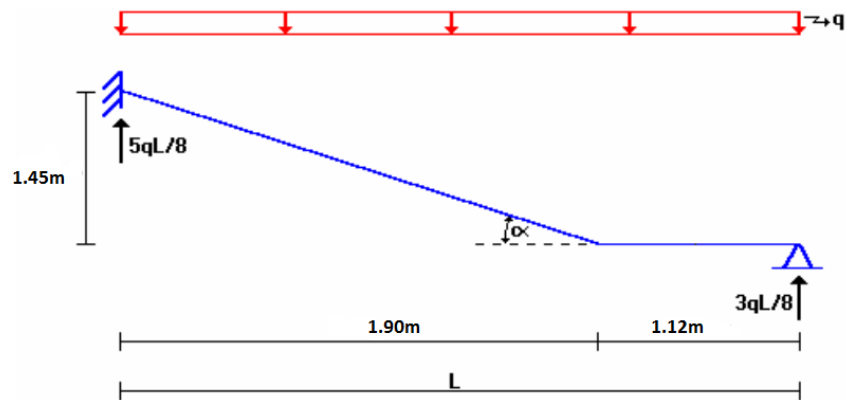


Figura 50: Momentos de diseño escalera de dos tramos.

Extrayendo los resultados del SAP 2000 se obtuvo los siguientes momentos:

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
177	Env X	Combination	Max	429.1	-12.03	16952.92	35993.6	475417.4	1331.85
177	Env Y	Combination	Max	429.1	-12.03	16952.92	169755.26	475417.4	1206.96

Cálculo del Acero de refuerzo

$$(3.3.13) A_s = \frac{0.85 f'_c b d}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 M u}{0.85 \Phi f'_c b d^2}} \right]$$

con b=30cm

d=30-3=27cm

Mu=475417.4kgf*cm

Φ=0.90

f'c=240kg/cm²

fy=4200 kg/cm²

As= 4.89cm²

Como son para 4 nervios se elige un de Φ16mm

4Φ16mm =6.32cm² >.89cm² cumple ok.

Verificación del dimensionamiento bajo cargas de corte.

La resistencia al corte del hormigón al corte aplicando la fórmula (3.3.5) es:

$$v_c = .21 \text{ cm}^2$$

Se calcula el cortante solicitante:

$$V_u = (2159.25 * 3.02) (5/8) - (2159.25) (0.15 + 0.27) (\cos (58.86))$$

$V_u = 3606.60 \text{ kg}$ para los 4 nervios.

Aplicando la fórmula (3.3.6) tenemos:

$$v_u = (3606.60) / ((0.85) (30) (27))$$

$$v_u = 5.23 \text{ cm}^2$$

$v_u < v_c$ cumple ok.

Es necesario proveer de un armado mínimo negativo a la losa por lo que se escoge $1\Phi 12 \text{ mm}$ por cada nervio.

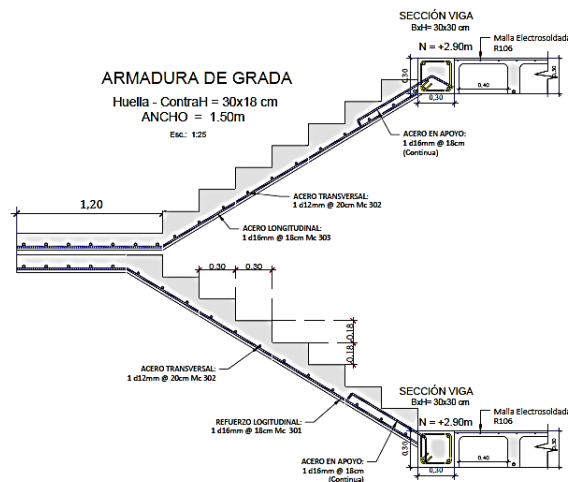


Figura 51: Armado grada de dos tramos.

3.3.5 Análisis de Zapatas.

Para el diseño y comprobación de zapatas se eligió la zapata del pórtico XZ ubicada en el punto "25" del modelamiento en SAP 2000. Con las siguientes características:

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
25	DEAD	LinStatic	-449.52	1842.65	74174.82	-848.02	-119.67	16.89
25	L	LinStatic	11.77	-328.65	23617.6	43.1	-0.58	-0.38
				Σ=	97792.42			

Capacidad portante Suelo	qu =	22500	kg / m2
Resis. Concreto	F'c =	240.00	kg / cm2
Fluencia Acero	Fy =	4200.00	kg / cm2
Coef. Flexion	φ =	0.90	s. u.

El nivel de desplante en zapatas se tomó de -1.40m y -1.20m respectivamente para los dos tipos de zapatas adoptadas.

Área tentativa establecida

Para el cálculo de zapatas (Romo.Proaño.M,2007) establece:

$$(3.3.14) A = \frac{P}{q_u}$$

Donde:

P= Carga axial de servicio

$$A = \frac{97792.42}{22500}$$

$$A=4.35\text{m}^2$$

Se diseñará zapatas cuadradas por lo que el dimensionamiento previo será:

$$a=\sqrt{A}$$

$$a=2.09\text{m}$$

Se asume zapatas de a=2.20m por criterios constructivos con un área de 4.84m²

Cálculo de excentricidades

$$(3.3.15) e_x = \frac{M_x}{P}$$

$$(3.3.16) e_y = \frac{M_y}{P}$$

Dónde:

ey; ex= excentricidades en cada dirección.

My; Mx= Momentos últimos de carga en cada dirección.

Aplicando las fórmulas se obtiene:

$$e_x = 2.04 \text{ cm}$$

$$e_y = 2.87 \text{ cm}$$

Se verificación si la carga está ubicada en el tercio medio de la cimentación siendo estas según (Romo.Proaño.M,2007):

$$e_x; e_y < a/6$$

$$a/6 = 37 \text{ cm}$$

2.04 y 2.87 son menores que 37cm. Cumple.

Cálculo del esfuerzo máximo Total del suelo

$$(3.3.17) \quad q_{\text{max total}} = \frac{P}{A} \left[1 + \frac{6e_x}{b} + \frac{6e_y}{L} \right]$$

Se tiene que $b=L$ por ser zapata cuadrada.

$$q_{\text{max total1}} = 23470.40 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{\text{max total2}} = 20625.48 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo del esfuerzo máximo y minino del Suelo.

$$(3.3.18) \quad q_{\text{max}} = \frac{P}{A} \left(1 + \frac{6e_x}{b} \right)$$

$$(3.3.19) \quad q_{\text{min}} = \frac{P}{A} \left(1 - \frac{6e_x}{b} \right)$$

Aplicando las formulas respectivas se tiene como resultado:

$$q_{\text{max 1}} = 588.60 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{\text{max 2}} = 498.95 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{\text{min 1}} = 526.45 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{\text{min 2}} = 426.52 \text{ kg/m}^2$$

Dimensiones de Columna para la zapata: 30x30cm

Longitud voladizo

$$(3.3.20) \quad b = \frac{(l_x - col_x)}{2}$$

$$(3.3.21) \quad b' = b - \frac{d}{2}$$

Dónde:

b = base voladizo

b' = base efectiva voladizo

Aplicando las ecuaciones se tiene:

$$b = 0.95\text{m}$$

$$b' = 0.73\text{m}$$

Cálculo de la sección a cortante

$$(3.3.22) Vu = \left(\frac{q_{max} + q1}{2} \right) (a * b)$$

Aplicando la fórmula se tiene:

$$Vu1 = 1230.16\text{kg}$$

$$Vu2 = 1042.80\text{kg}$$

Esfuerzo ultimo según ecuación (3.3.5):

$$vu1 = 0.15 \text{ kg/cm}^2$$

$$vu2 = 0.13 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del Momento flector en zona crítica.

$$(3.3.23) Mo = \left(q1 * b * h * \frac{b * h}{2} \right) + \left[(q_{max} - q1) * \frac{b * h}{2} * \frac{2}{3} b * h \right]$$

Aplicando la ecuación tenemos como resultado:

$$Mo1 = 58432.78 \text{ kg*m}$$

$$Mo2 = 49533.09 \text{ kg*m}$$

Cálculo de cuantías

$$(3.3.24) \phi = \frac{0.85f'c}{fy} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0.85f'c}} \right)$$

$$(3.3.25) Rn = \frac{Mu}{\phi b d^2}$$

Dónde:

Rn = Momento flector en zona critica.

Aplicando la fórmula (3.3.21) se tiene:

$$\phi1 = 0.000036$$

$$\phi2 = 0.000031$$

$$\phi < \phi_{min}$$

Se asume como $\phi = 0.00333333$

Cálculo de Acero de refuerzo

$$A_s = (0.003333 \times 2.20 \times 100 \times 0.44 \times 100)$$

$$A_s = 32.26 \text{ cm}^2$$

Se asume 16 varillas de $\Phi 16\text{mm}$ dando un área de $33.60 \text{ cm}^2 > A_s$ por lo que cumple para el diseño.

Espaciamiento

$$e = (220 - 5) / (16 - 1)$$

$$e = 14.3 \text{ cm}$$

Se diseña con 16 varillas de $\Phi 16\text{mm}$ cada 14cm

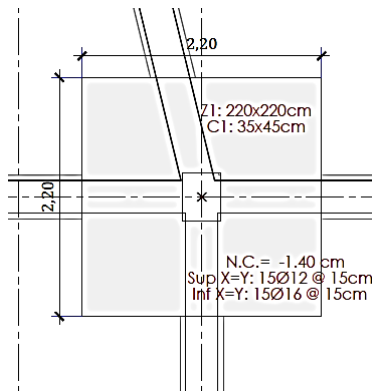


Figura 52: Armado zapata cuadrada de 2.20x2.20m.

3.3.6 Análisis de muro de pantalla.

Debido a que la estructura del edificio cuenta con sótano y en la parte lateral derecha no tiene salida a vías de acceso se optó por diseñar un muro de pantalla en la parte de acceso del edificio.

Teniendo las siguientes características necesarias para el diseño:

$$c1 = 0$$

$$c2 = 22.5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{altura total (h)} = 3.35 \text{ m}$$

$$\text{peso volumétrico asumido del suelo } (\gamma) = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{ángulo de inclinación asumido } (\Phi 1) = 30^\circ$$

$$\text{ángulo de inclinación asumido } (\Phi 2) = 20^\circ$$

Pre dimensionamiento

En función de (H) establecido de 3.35m se adopta las siguientes medidas para el muro requerido:

Base=2.345m

e=0.3m

D=0.75m

Cálculo de fuerza activa de Rankine (Pa):

$$(3.3.26) Pa = \frac{1}{2} \gamma H^2 Ka$$

Con un $\Phi=30$ y asumiendo que (Pa) actúa perpendicularmente; es decir $\alpha=10^\circ$ se tiene mediante la figura:

Tabla 9.6 Valores de K_a [ecuación (9.53)].

$\downarrow \alpha$ (grados)	ϕ (grados) $\rightarrow$					
	28	30	32	34	36	40
0	0.361	0.333	0.307	0.283	0.260	0.238
5	0.366	0.337	0.311	0.286	0.262	0.240
10	0.380	0.350	0.321	0.294	0.270	0.246
15	0.409	0.373	0.341	0.311	0.283	0.258
20	0.461	0.414	0.374	0.338	0.306	0.277
25	0.573	0.494	0.434	0.385	0.343	0.307

Figura 53: Valores del coeficiente de la presión activa de tierra (K_a). (Braja M Das, 1999).

De la figura 49 se obtiene un $K_a= 0.350$ luego de donde:

$$Pa= (0.5) \cdot (18) \cdot (3.35)^2 (0.35) = 35.35 \text{ KN/m}$$

$$P_v= Pa \sin \alpha$$

$$P_h=Pa \cos \alpha$$

$$P_v=6.14 \text{ KN/m}; P_h=34.81 \text{ KN/m}$$

Factor de seguridad contra volteo

Sección	Área (m ²)	Peso/ longitud Unitaria (kN/m)	Brazo de momento del punto C (m)	Momento (KN-m/m)
1	0.915	21.96	0.475	10.431
2	0.7035	16.884	0.3	5.0652
3	3.5685	64.233	0.9	57.8097
	P_v	6.14	1.2	7.368
	ΣV	109.217	ΣMR	80.6739

Tabla 57: Factor de seguridad contra volteo (Autoría propia).

La sumatoria del momento resistente es de 80.67KN-m/m y La carga de 109.22KN/m
Para el momento de volteo tenemos:

$$(3.3.27) \mathbf{M_o} = \mathbf{Ph} \left(\frac{H}{3} \right)$$

$$\mathbf{M_o} = 38.87 \text{ KN-m/m}$$

El factor de volteo se calculará con la siguiente fórmula:

$$(3.3.28) \mathbf{Fs(volteo)} = \frac{\Sigma \mathbf{MR}}{\mathbf{M_o}}$$

$$\mathbf{Fs} = 80.67/38.87 = 2.08$$

El valor de seguridad mínimo al volteo según (Braja.M. Das, 1999) es de 1.5 a 2
Por lo que la sección cumple satisfactoriamente.

Factor de seguridad contra deslizamiento

$$(3.3.29) \mathbf{Fs(deslizamiento)} = \frac{(\Sigma V) \tan(k_1 \phi_1) + B k_2 c_2 + P_p}{P_a \cos \alpha}$$

Dónde k1 y k2 están entre el rango de 1/2 a 1/3.

Pp= fuerza pasiva en la punta en la punta del dentellón.

$$(3.3.30) \mathbf{P_p} = \frac{1}{2} K_p \gamma D^2 + 2C_2 \sqrt{K_p D}$$

$$(3.3.31) \mathbf{K_p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi_2}{2} \right)$$

$$\mathbf{K_p} = \tan^2(45 + 10) = 2.04$$

$$\mathbf{D} = 0.75$$

Procediendo al cálculo de Pp se tiene:

$$\mathbf{P_p} = 58.53 \text{ KN/m}$$

Por lo que el Factor de deslizamiento será:

$$\mathbf{Fs(deslizamiento)} = \frac{109.217 * \tan\left(\frac{2 * 30}{3}\right) + 2.345 \left(\frac{2}{3}\right) (22.5) + 58.53}{34.81}$$

$$\mathbf{Fs(deslizamiento)} = 3.83$$

$$\mathbf{Fs} = 3.83 > 2 \text{ cumple ok.}$$

Factor de seguridad contra falla por capacidad de carga

$$(3.3.32) \mathbf{e} = \frac{B}{2} - \frac{\Sigma \mathbf{MR} - \Sigma \mathbf{M_o}}{\Sigma V}$$

La excentricidad (e) calculada será:

$$e=0.286\text{m}$$

$$e<B/6$$

$$0.286<0.39 \text{ cumple ok.}$$

$$q_{\text{punta talon}} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_{\text{punta}} = 80.66 \text{KN/m}^2$$

$$q_{\text{talón}} = 12.49 \text{ KN/m}^2$$

la capacidad de carga ultima (qu) se determinará mediante la expresión:

$$(3.3.33) \quad q_u = c2NcFcdFci + qNqFqdFqi + \frac{1}{2}\gamma2B'N\gamma F\gamma dF\gamma i$$

Aplicando los coeficientes de la siguiente figura se tiene:

Tabla 11.1 Factores de capacidad de carga*.

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan \phi$	ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan \phi$
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

* Según Vesic (1973)

Figura 54: Factores de capacidad de carga (Braja.M. Das, 1999).

Para un $\Phi=20^\circ$ se tiene:

$$N_c=14.83$$

$$N_q=6.4$$

$$N_\gamma=5.39$$

$$q = \gamma * D = 13.5 \text{ KN/m}^2$$

$$B' = B - 2e = 2.345 - 2(0.286) = 1.92 \text{ m}$$

$$F_{cd} = 1 + 0.4(D/B') = 1 + 0.4(0.75/1.92) = 1.156$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \Phi^2 (1 - \sin \Phi)^2 (D/B') = 1 + 0.315(0.75/1.92) = 1.123$$

$$F_{cd} = 1$$

$$F_{ci} = F_{qi} = (1 - \Psi/90^\circ)^2$$

$$\Psi = \tan^{-1}(P_h / \sum V) = \tan^{-1}(34.81/109.21) = 17.68^\circ$$

Por lo que

$$F_{ci} = F_{qi} = (1 - (17.68/90))^2 = 0.645$$

$$F_{\gamma i} = 0$$

Calculando q_u con todos los coeficientes tenemos:

$$q_u = (22.5)(14.83)(1.156)(0.645) + (13.5)(6.4)(1.123)(0.645) + (0.5)(18)(1.92)(5.39)(1)(0)$$

$$q_u = 311.37 \text{ KN/m}^2$$

Aplicando la fórmula de falla por capacidad de carga se tiene:

$$(3.3.34) \text{ } F_s (\text{capacidad de carga}) = \frac{q_u}{q_{punta}}$$

$$F_s (\text{capacidad de carga}) = 311.37/80.66 = 3.86$$

Según (Braja. M. Das, 1999) se requiere un factor de seguridad mínimo de 3.

$3.86 > 3$ cumple satisfactoriamente ok.

Cálculo del empuje activo horizontal

Se calculará aplicando la formula según (Herney. Gómez. G, 2013):

$$(3.3.35) \text{ } E_{pa} = \frac{1}{2} K_a * \gamma * H^2$$

$$E_{pa} = 35.35 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Punto de aplicación} = 3.35/2 = 1.675 \text{ m}$$

Cálculo a Flexión y Cortante

Para el cálculo a cortante se aplicará las formulas (3.3.3); (3.3.5); (3.3.6) respectivamente y en el cálculo a flexión se aplicará las siguientes fórmulas según (Pardo. F, Caiza. E & Montero. W. 2012):

$$M (-) = (qL^2) / 14$$

$$M (+) = (qL^2) / 11$$

ANALISIS ESTRUCTURAL							
PANTALLA	Ea	2.93	Tn/m	$0.5 \cdot Ka \cdot \gamma \cdot H^2$		h/3	1.02
	Es	0.00	Tn/m	sobrecarga $\cdot Ka \cdot (H)$		h/2	1.53
Cortante							
Vu	3.85	tn/M	$1.7 \cdot (Ea + Es)$	Φ_{vc}	6.98	kg/cm2	
d	24.00	cm			$(0.85 \cdot 0.53 \cdot RAIZ(fc))$		
vu	1.60	kg/cm2	Vu/d	$vu < \Phi_{vc}$	OK		
Flexion		FVIVA	1.8375	FMUERTA	1.3125	DENSIDAD CONCRETO(TN/M3)	2.4
Mu	3.72	tn-mt					
				pdiseno	0.003333333		
				As	8.00	cm2	

Refuerzo vertical

Refuerzo vertical					
	separacion	use S @	p	0.001741571	
Ø6	3.53	3.00	pmin	0.003333333	
Ø8	6.28	6.00	As temp	5.40	(2 caras)
Ø10	9.82	9.00			
Ø12	14.14	14.00			
Ø16	25.13	25.00			
Ø20	39.27	39.00			

Para el diseño se dimensionará con $\Phi 10\text{mm}$ cada 25cm

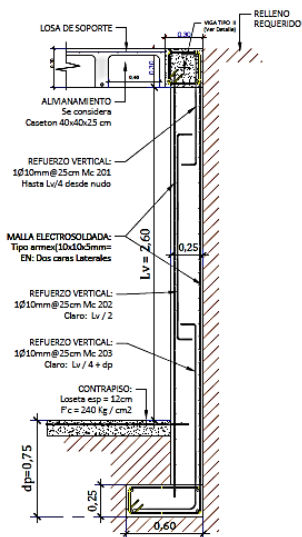


Figura 55: Armado muro de pantalla.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda llevar una supervisión técnica de un profesional al momento de construir una obra, debido a que en gran parte las estructuras colapsan por un mal cumplimiento en las especificaciones dispuestas en planos por lo que se ve edificaciones con materiales que no cumplen su resistencia y los diseños no son los óptimos para la zona sísmica que se encuentra ubicado en el país.
2. Debido a que el Ecuador se encuentra ubicado en una zona de alta peligrosidad sísmica y con los antecedentes de terremotos ocurridos últimamente en el país se debería normar para que todas las construcciones sean calculadas y diseñadas para un posible evento sísmico ya que de esta manera se garantiza la estabilidad y flexibilidad de las estructuras ante posibles catástrofes, evitando que queden construcciones vulnerables.
3. Se recomienda fomentar en las instituciones de educación superior fomentar como materia indispensable el diseño sísmico de construcciones y aplicación práctica con cualquier software de modelamiento estructural.

CONCLUSIONES

1. Una vez realizado el modelamiento estructural con el software SAP 2000 y verificado cada elemento de su estructura tanto a flexión, cortantes y derivas totales de piso se puede garantizar el buen funcionamiento de la estructura ante un posible evento sísmico.
2. La revisión del desplazamiento tanto en sentido “X” y “Y” dan como resultado desplazamientos mínimos y aceptables con respecto a lo establecido en la NEC-SE-DS que establece que en ningún entrepiso la deriva deberá exceder el 0.02 en porcentaje.
3. Es muy importante escoger un peralte equivalente para losas; cuando se diseñe niveles de piso que trabajan conjuntamente con vigas y columnas para que la aportación de masas influya en toda la estructura y se pueda cumplir al menos los tres modos de vibración principales según la NEC-SE-DS.
4. Es importante realizar al menos las cinco combinaciones de carga establecidas por la NEC-SE-CG para garantizarnos el diseño para el momento y carga más crítico a la que pueda estar soportando la estructura.

5. REFERENCIAS

- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS). “Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente”. Quito 2014.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-CG). “Cargas No Sísmicas”. Quito 2014.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-VIVIENDA). “Cargas No Sísmicas”. Quito 2014.
- Código de Diseño de Hormigón Armado (ACI318RS-99) y Comentario.
- Nilson, A. (2001). “Diseño de Estructuras de Concreto” 12va Edición. México: Mc Graw Hill.
- McCormac, J. & Brown, R. (2001). “Diseño de Estructuras de Acero” 2da Edición. México: Alfaomega.
- Gallo, O. Espino, L. & Olvera. E (2005). “Diseño Estructural de Casas Habitación” 2da Edición. México: Programas educativos.
- Horvilleur & Moore, (1993). “ANÁLISIS LATERAL DE MARCOS DE CONCRETO REFORZADO SOMETIDO A CARGAS LATERALES SÍSMICAS”. Recuperado de http://www.smie.org.mx/SMIE_Articulos/co/co_08/te_03/ar_15.pdf
- Villareal. Castro, G. (2015). “Diseño Sísmico de Edificaciones”. Lima-Perú: Gráfica Norte.
- Romo. Proaño, M (2007). “Diseño de Losas de Hormigón”. Recuperado de <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon08.pdf>
- Romo. Proaño, M (2007). “Introducción al Diseño de Cimentaciones de Hormigón Armado”. Recuperado de

<http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon09.pdf>.

- Pardo. F, Caiza. E & Montero. W. (2012). “ANÁLISIS Y DISEÑO DE MUROS”. Tesis. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/156/1/T-UCE-0011-5.pdf>
- Herney. Gómez. G, 2013. “Metodología de Diseño y Cálculo Estructural para Muros de Contención con Contrafuertes en el Traslape, Basado en Programa de Computo”. Recuperado de <http://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/53/1/METODOLOGIA%20DE%20DISE%C3%91O%20Y%20C%C3%81LCULO%20ESTRUCTURAL%20PARA%20MUROS%20DE%20CONTENCION%20CON%20CONTRAFUERTES-%20PROGRAMA%20.pdf>
- Braja.M. Das, (1999). “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica”. Sacramento, california.
- Vélez Dávila, P. E. (2012).” Comprobación de las correlaciones de la presión de expansión con las propiedades índices en suelos del sector Challuabamba, Cuenca, recomendaciones para la construcción de cimentaciones”. Tesis. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2558>
- Castillo Gandica, A (2005). “Gráficos para el predimensionado de estructuras”. Recuperado de <http://webdelprofesor.ula.ve/arquitectura/argicast/publicaciones/Gr%E1ficos%20para%20el%20predimensionado%20de%20estructuras.pdf>.
- Villareal. Castro, G. (2013). “Predimensionamiento de elementos estructurales” Recuperado de <https://es.scribd.com/document/284365206/Predimensionamiento-de-Elementos-Estructurales-Genner>.

PLANILLA COLUMNAS

													Inse cm	Alt.cm	A.Acer As	A.Calc	Verif	Cop.Max	Verif	#Varill	Ref.Princ	#Varill	Ref.Sec	Area Acero	As Assm%
													b (cm)	a (cm)	% Seccion	cm2	Cale < %	Pu max	Pu > P	Cant	Ø (mm)	Cant	Ø (mm)	cm2	Porc.%
10	0	Env X	Combination	Max	-146908,94	-2464,78	1227,75	-3183,27	125762,06	-277224,31	10	0	45,00	35,00	15,75	-14,76	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
10	145	Env X	Combination	Max	-145593,5	-2464,78	1227,75	-3183,27	-42014,78	100299,24	10	145	45,00	35,00	15,75	-15,34	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
10	290	Env X	Combination	Max	-144278,06	-2464,78	1227,75	-3183,27	208181,29	542827,28	10	290	45,00	35,00	15,75	-15,93	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
11	0	Env X	Combination	Max	-111544,39	-1866,25	340,34	-3140,86	40875,62	-207244,07	11	0	45,00	35,00	15,75	-30,56	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
11	145	Env X	Combination	Max	-110228,95	-1866,25	340,34	-3140,86	-8044,87	77894,69	11	145	45,00	35,00	15,75	-31,15	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
11	290	Env X	Combination	Max	-108913,51	-1866,25	340,34	-3140,86	382020,92	409978,64	11	290	45,00	35,00	15,75	-31,73	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
12	0	Env X	Combination	Max	-105677,45	-1591,33	204,66	-3154,77	27552,9	-170299,86	12	0	45,00	35,00	15,75	-33,18	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
12	145	Env X	Combination	Max	-104362,01	-1591,33	204,66	-3154,77	-1193,6	73472,43	12	145	45,00	35,00	15,75	-33,77	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
12	290	Env X	Combination	Max	-103046,57	-1591,33	204,66	-3154,77	428781,75	355116,19	12	290	45,00	35,00	15,75	-34,36	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
13	0	Env X	Combination	Max	-123441,14	-2239,63	-482,99	-3301,06	-39611,18	-219899,12	13	0	45,00	35,00	15,75	-25,24	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
13	145	Env X	Combination	Max	-122125,7	-2239,63	-482,99	-3301,06	36543,59	125595,33	13	145	45,00	35,00	15,75	-25,83	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
13	290	Env X	Combination	Max	-120810,26	-2239,63	-482,99	-3301,06	507253,54	516863,57	13	290	45,00	35,00	15,75	-26,42	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
14	0	Env X	Combination	Max	-164563,93	-1982,26	440,06	-3033,72	49066,3	-168078,98	14	0	45,00	35,00	15,75	-6,87	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
14	145	Env X	Combination	Max	-163348,49	-1982,26	440,06	-3033,72	-12846,41	139081,49	14	145	45,00	35,00	15,75	-7,45	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
14	290	Env X	Combination	Max	-161933,05	-1982,26	440,06	-3033,72	317852,83	501928,56	14	290	45,00	35,00	15,75	-8,04	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
15	0	Env X	Combination	Max	-110774,18	-1050,64	336,5	-3044,4	39151,83	-50464,29	15	0	45,00	35,00	15,75	-30,93	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
15	145	Env X	Combination	Max	-109398,74	-1050,64	336,5	-3044,4	-9472,17	112102,12	15	145	45,00	35,00	15,75	-31,52	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
15	290	Env X	Combination	Max	-108083,3	-1050,64	336,5	-3044,4	358956	345075,69	15	290	45,00	35,00	15,75	-32,11	ok	215172,72	Okk	4,00	20,00	4,00	16,00	20,61	1,31
52	0	Env X	Combination	Max	-20181,75	-8832,54	-1750,83	-981,6	-163002,6	-286742,33	52	0	30,00	30,00	9,00	-36,93	ok	122955,84	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	1,13
52	145	Env X	Combination	Max	-19430,07	-8832,54	-1750,83	-981,6	105246,19	144575,6	52	145	30,00	30,00	9,00	-37,26	ok	122955,84	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	1,13
52	290	Env X	Combination	Max	-18678,39	-8832,54	-1750,83	-981,6	581824,62	626214,57	52	290	30,00	30,00	9,00	-37,60	ok	122955,84	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	1,13
73	0	Env X	Combination	Max	-32692,65	-26,62	511,15	-988,29	51793,14	12034,22	73	0	30,00	30,00	9,00	-31,54	ok	122955,84	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	1,13
73	145	Env X	Combination	Max	-31940,97	-26,62	511,15	-988,29	-13947,2	22370,93	73	145	30,00	30,00	9,00	-31,67	ok	122955,84	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	1,13
73	290	Env X	Combination	Max	-31189,29	-26,62	511,15	-988,29	113790,23	54934,53	73	290	30,00	30,00	9,00	-32,01	ok	122955,84	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	1,13
89	0	Env X	Combination	Max	-116634,87	-5283,61	3129,12	-3310,72	381233,81	-737965,67	89	0	45,00	35,00	15,75	-28,28	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
89	145	Env X	Combination	Max	-115319,43	-5283,61	3129,12	-3310,72	-77408,33	68018	89	145	45,00	35,00	15,75	-28,87	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
89	290	Env X	Combination	Max	-114003,99	-5283,61	3129,12	-3310,72	-135601,64	946225,2	89	290	45,00	35,00	15,75	-29,46	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
90	0	Env X	Combination	Max	-90110,09	-3733,42	-26,15	-3353,32	-4052,59	-536542,26	90	0	45,00	35,00	15,75	-40,14	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
90	145	Env X	Combination	Max	-88794,65	-3733,42	-26,15	-3353,32	2484,5	19799,55	90	145	45,00	35,00	15,75	-40,73	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
90	290	Env X	Combination	Max	-87479,21	-3733,42	-26,15	-3353,32	536150,85	614181,24	90	290	45,00	35,00	15,75	-41,31	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
91	0	Env X	Combination	Max	-86450,38	-3752,05	-224,12	-3267,21	-35004,8	-520757,54	91	0	45,00	35,00	15,75	-41,77	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
91	145	Env X	Combination	Max	-85134,94	-3752,05	-224,12	-3267,21	-2507,27	32912,51	91	145	45,00	35,00	15,75	-42,36	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
91	290	Env X	Combination	Max	-83819,5	-3752,05	-224,12	-3267,21	563386,21	602508,55	91	290	45,00	35,00	15,75	-42,95	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
92	0	Env X	Combination	Max	-102462,88	-4364,43	-1964,37	-2951,26	-264584,71	-661369,1	92	0	45,00	35,00	15,75	-34,62	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
92	145	Env X	Combination	Max	-101147,44	-4364,43	-1964,37	-2951,26	25838,94	7322,38	92	145	45,00	35,00	15,75	-35,21	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
92	290	Env X	Combination	Max	-99832	-4364,43	-1964,37	-2951,26	771250,43	710717,46	92	290	45,00	35,00	15,75	-35,79	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
93	0	Env X	Combination	Max	-134349,95	-5168,63	430,17	-3461,28	52235,13	-721753,67	93	0	45,00	35,00	15,75	-20,37	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
93	145	Env X	Combination	Max	-133034,51	-5168,63	430,17	-3461,28	-6910,66	43831,25	93	145	45,00	35,00	15,75	-20,96	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
93	290	Env X	Combination	Max	-131719,07	-5168,63	430,17	-3461,28	388334,4	831080,66	93	290	45,00	35,00	15,75	-21,54	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
94	0	Env X	Combination	Max	-84487,67	-3327,59	347,51	-3452,1	35114,47	-482360,31	94	0	45,00	35,00	15,75	-42,65	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
94	145	Env X	Combination	Max	-83172,23	-3327,59	347,51	-3452,1	-14076,1	9966,01	94	145	45,00	35,00	15,75	-43,24	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
94	290	Env X	Combination	Max	-81856,79	-3327,59	347,51	-3452,1	417493,3	556338,77	94	290	45,00	35,00	15,75	-43,83	ok	215172,72	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	0,65
134	0	Env X	Combination	Max	-25715,17	-602,98	857,86	-1217,44	119194,01	-94818,66	134	0	30,00	30,00	9,00	-34,45	ok	122955,84	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	1,13
134	145	Env X	Combination	Max	-24963,49	-602,98	857,86	-1217,44	-5196,2	5137,96	134	145	30,00	30,00	9,00	-34,79	ok	122955,84	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	1,13
134	290	Env X	Combination	Max	-24211,81	-602,98	857,86	-1217,44	113955,67	107833,45	134	290	30,00	30,00	9,00	-35,13	ok	122955,84	Okk	4,00	18,00	0,00	18,00	10,18	1,13

149		0	Env X	Combination	Max	-80500.82	-5864.56	4186.07	-6559.55	639931.23	-962671.09	149		0	45.00	35.00	15.75	-44.43	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65
149	145	Env X	Combination	Max		-79185.38	-5864.56	4186.07	-6559.55	43812.12	-112309.86	149	145	45.00	35.00	15.75	-45.02	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
149	290	Env X	Combination	Max		-77869.94	-5864.56	4186.07	-6559.55	248586.52	823997.96	149	290	45.00	35.00	15.75	-45.61	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
150	0	Env X	Combination	Max		-65275.4	-4683.2	131.53	-6559.55	12809.58	-712679.66	150	0	45.00	35.00	15.75	-51.24	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
150	145	Env X	Combination	Max		-63959.96	-4683.2	131.53	-6559.55	-525.36	-33616.22	150	145	45.00	35.00	15.75	-51.82	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
150	290	Env X	Combination	Max		-62644.52	-4683.2	131.53	-6559.55	460092.32	757709.52	150	290	45.00	35.00	15.75	-52.41	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
151	0	Env X	Combination	Max		-62218.82	-4700.49	-201.49	-6559.55	-26318.31	-713355.3	151	0	45.00	35.00	15.75	-52.60	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
151	145	Env X	Combination	Max		-60903.38	-4700.49	-201.49	-6559.55	6350.75	-31784.76	151	145	45.00	35.00	15.75	-53.19	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
151	290	Env X	Combination	Max		-59587.94	-4700.49	-201.49	-6559.55	497437.11	760351.54	151	290	45.00	35.00	15.75	-53.78	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
152	0	Env X	Combination	Max		-74359.14	-4166.28	-2405.06	-6559.55	-346027.67	-645144.38	152	0	45.00	35.00	15.75	-47.18	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
152	145	Env X	Combination	Max		-73043.7	-4166.28	-2405.06	-6559.55	8624.92	-38513.14	152	145	45.00	35.00	15.75	-47.76	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
152	290	Env X	Combination	Max		-71728.26	-4166.28	-2405.06	-6559.55	763180.67	704747.58	152	290	45.00	35.00	15.75	-48.35	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
153	0	Env X	Combination	Max		-96013.46	-5621.82	718.23	-6559.55	104567.45	-829904.63	153	0	45.00	35.00	15.75	-37.50	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
153	145	Env X	Combination	Max		-94698.02	-5621.82	718.23	-6559.55	5990.47	-14740.52	153	145	45.00	35.00	15.75	-38.09	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
153	290	Env X	Combination	Max		-93382.58	-5621.82	718.23	-6559.55	326384.01	900161.49	153	290	45.00	35.00	15.75	-38.68	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
154	0	Env X	Combination	Max		-52496.7	-3548.51	498.29	-6559.55	80828.28	-479339.62	154	0	45.00	35.00	15.75	-56.95	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
154	145	Env X	Combination	Max		-51181.26	-3548.51	498.29	-6559.55	14028.5	35194.63	154	145	45.00	35.00	15.75	-57.53	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
154	290	Env X	Combination	Max		-49865.82	-3548.51	498.29	-6559.55	373032.67	693022.36	154	290	45.00	35.00	15.75	-58.12	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
186	0	Env X	Combination	Max		-13704.08	-492.52	1339.34	-2216.44	179265.52	-54898.85	186	0	30.00	30.00	9.00	-39.82	ok	122955.84	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	1.13	
186	145	Env X	Combination	Max		-12952.4	-492.52	1339.34	-2216.44	845.19	16515.84	186	145	30.00	30.00	9.00	-40.16	ok	122955.84	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	1.13	
186	290	Env X	Combination	Max		-12200.72	-492.52	1339.34	-2216.44	72700.44	180776.85	186	290	30.00	30.00	9.00	-40.49	ok	122955.84	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	1.13	
																						4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	#DIV0!
194	0	Env X	Combination	Max		-43499.41	-8454.95	5875.82	-9972.57	734566.08	-1001662.81	194	0	45.00	35.00	15.75	-40.97	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
194	145	Env X	Combination	Max		-42139.97	-8454.95	5875.82	-9972.57	-105958.54	233929.53	194	145	45.00	35.00	15.75	-61.55	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
194	290	Env X	Combination	Max		-40868.53	-8454.95	5875.82	-9972.57	-633754.24	155985.72	194	290	45.00	35.00	15.75	-62.14	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
195	0	Env X	Combination	Max		-39901.09	-6622.51	-80.85	-9972.57	5492.34	-847474.75	195	0	45.00	35.00	15.75	-62.57	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
195	145	Env X	Combination	Max		-38585.65	-6622.51	-80.85	-9972.57	24553.28	125311.07	195	145	45.00	35.00	15.75	-63.16	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
195	290	Env X	Combination	Max		-37270.21	-6622.51	-80.85	-9972.57	492136.15	1163393.69	195	290	45.00	35.00	15.75	-63.75	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
196	0	Env X	Combination	Max		-37722.14	-6096.53	-138.6	-9972.57	-25905.09	-787423.79	196	0	45.00	35.00	15.75	-63.55	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
196	145	Env X	Combination	Max		-36406.7	-6096.53	-138.6	-9972.57	102.93	104933.68	196	145	45.00	35.00	15.75	-64.14	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
196	290	Env X	Combination	Max		-35091.26	-6096.53	-138.6	-9972.57	447554.48	107437.1	196	290	45.00	35.00	15.75	-64.72	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
197	0	Env X	Combination	Max		-47164.05	-6432.85	-2425.74	-9972.57	-353416.47	-762121.77	197	0	45.00	35.00	15.75	-59.33	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
197	145	Env X	Combination	Max		-45848.61	-6432.85	-2425.74	-9972.57	6599.78	171740.53	197	145	45.00	35.00	15.75	-59.92	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
197	290	Env X	Combination	Max		-44533.17	-6432.85	-2425.74	-9972.57	742774.36	1261137.94	197	290	45.00	35.00	15.75	-60.50	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
198	0	Env X	Combination	Max		-58011.16	-8194.96	807.17	-9972.57	112393.22	-1021891.26	198	0	45.00	35.00	15.75	-54.48	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
198	145	Env X	Combination	Max		-56695.72	-8194.96	807.17	-9972.57	5314.26	175940.85	198	145	45.00	35.00	15.75	-55.07	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
198	290	Env X	Combination	Max		-55380.28	-8194.96	807.17	-9972.57	296040.12	1476325.82	198	290	45.00	35.00	15.75	-55.66	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
199	0	Env X	Combination	Max		-19418.98	-3555.39	1903.3	-9972.57	196902.2	-526631.81	199	0	45.00	35.00	15.75	-71.73	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
199	145	Env X	Combination	Max		-18103.55	-3555.39	1903.3	-9972.57	-73908.76	9821.77	199	145	45.00	35.00	15.75	-72.32	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
199	290	Env X	Combination	Max		-16788.11	-3555.39	1903.3	-9972.57	53583.79	627104.51	199	290	45.00	35.00	15.75	-72.90	ok	215172.72	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.65	
																						18.00	0.00	18.00	0.00	#DIV0!	
220	0	Env X	Combination	Max		-11560.45	809.43	-4870.28	-3264.77	-609955.36	-11540.85	220	0	35.00	35.00	12.25	-57.37	ok	167356.56	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.83	
220	145	Env X	Combination	Max		-10808.77	809.43	-4870.28	-3264.77	106739.31	-112229.61	220	145	35.00	35.00	12.25	-57.71	ok	167356.56	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.83	
220	290	Env X	Combination	Max		-10057.09	809.43	-4870.28	-3264.77	876091.62	-24714.47	220	290	35.00	35.00	12.25	-58.04	ok	167356.56	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.83	
221	0	Env X	Combination	Max		-22735.92	2194.56	-4756.14	-3264.77	-552074.92	324144.79	221	0	35.00	35.00	12.25	-52.38	ok	167356.56	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.83	
221	145	Env X	Combination	Max		-21984.24	2194.56	-4756.14	-3264.77	162309.17	186362.74	221	145	35.00	35.00	12.25	-52.71	ok	167356.56	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.83	
221	290	Env X	Combination	Max		-21232.56	2194.56	-4756.14	-3264.77	944143.42	-28535.06	221	290	35.00	35.00	12.25	-53.05	ok	167356.56	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.83	
222	0	Env X	Combination	Max		-18622.73	2370.58	-4360.56	-3264.77	-503542.68	327698.09	222	0	35.00	35.00	12.25	-54.22	ok	167356.56	Okk	4.00	18.00	0.00	18.00	10.18	0.83	
222	145	Env X	Combination	Max		-17801.05	2370.58	-4360.56	-3264.77	152929.34	-3766.66	222	145	35.00	35.00	12.25	-										

PLANILLA VIGAS

TABLE: Element Forces - Frames																									
Item	Station	Output	Case	Type	Step	Type	P	V2	V3	T	M2	M3	meEllem	Statio	Mo-Maxim	Base	Alt. Efectiv	Cuantia	Verif	A_Acero	Nro Var	Diam.Asu	A_Ace.Tot	Apay / Tran	
Text	cm	Text	Text	Text			Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm	Text	cm	Mo = kg-cm	b = (cm)	d = (cm)	s.u	Cuantia	As (cm2)	Nro.	d = (mm)	As (cm2)	Nudo	
35	0	Env X	Combinat	Max			-5.5	-2741.44	-65.39	-64937.31	-3071.22	-42099.71	35	0	42099.71	30.00	35.00	0.000304	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.4	
35	34.667	Env X	Combinat	Max			-5.5	-2501.83	-65.39	-64937.31	-804.29	-48783.7	35	34.667	48783.70	30.00	35.00	0.000352	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.5	
35	69.333	Env X	Combinat	Max			-5.5	-2262.21	-65.39	-64937.31	2064.3	131360.42	35	69.333	131360.42	30.00	35.00	0.000955	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.6	
35	69.333	Env X	Combinat	Max			-29.4	-1437.75	2.11	-34919.09	819.92	138435.86	35	0	138435.86	30.00	35.00	0.001007	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.7	
35	104	Env X	Combinat	Max			-29.4	-1198.14	2.11	-34919.09	814.96	184124.65	35	34.667	184124.65	30.00	35.00	0.001344	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.8	
35	138.667	Env X	Combinat	Max			-29.4	-958.52	2.11	-34919.09	810	221506.74	35	69.333	221506.74	30.00	35.00	0.001622	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.9	
35	138.667	Env X	Combinat	Max			-53.69	180.81	-7.12	-14979.02	-154.93	221359.78	35	0	221359.78	30.00	35.00	0.001621	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.10	
35	173.333	Env X	Combinat	Max			-53.69	420.42	-7.12	-14979.02	115.07	210938.47	35	34.667	210938.47	30.00	35.00	0.001543	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.11	
35	208	Env X	Combinat	Max			-53.69	660.04	-7.12	-14979.02	524.61	228915.74	35	69.333	228915.74	30.00	35.00	0.001677	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.12	
35	208	Env X	Combinat	Max			-78.47	1913.69	1.77	2543.65	136.6	225910.11	35	0	225910.11	30.00	35.00	0.001654	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.13	
35	242.667	Env X	Combinat	Max			-78.47	2153.31	1.77	2543.65	84.72	194950.85	35	34.667	194950.85	30.00	35.00	0.001424	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.14	
35	277.333	Env X	Combinat	Max			-78.47	2392.93	1.77	2543.65	136.86	154300.46	35	69.333	154300.46	30.00	35.00	0.001124	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.15	
35	277.333	Env X	Combinat	Max			-111.3	3705.67	-11.31	24948.87	503.01	142982.83	35	0	142982.83	30.00	35.00	0.001040	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.16	
35	312	Env X	Combinat	Max			-111.3	3945.28	-11.31	24948.87	1022.54	44530.3	35	34.667	44530.30	30.00	35.00	0.000322	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.17	
35	346.667	Env X	Combinat	Max			-111.3	4184.9	-11.31	24948.87	1598.9	-48932.99	35	69.333	48932.99	30.00	35.00	0.000354	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.18	
35	346.667	Env X	Combinat	Max			-152.2	5680.75	90.23	72782.37	1992.98	-66364.53	35	0	66364.53	30.00	35.00	0.000480	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.19	
35	381.333	Env X	Combinat	Max			-152.2	5920.37	90.23	72782.37	-849.82	-203228.74	35	34.667	203228.74	30.00	35.00	0.001486	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.20	
35	416	Env X	Combinat	Max			-152.2	6159.99	90.23	72782.37	-3473.93	-348399.63	35	69.333	348399.63	30.00	35.00	0.002576	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.21	
36	0	Env X	Combinat	Max			-51.39	-5012.75	-128.53	-120837.22	-5277.58	-290290.56	36	0	290290.56	30.00	35.00	0.002137	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.22	
36	28.056	Env X	Combinat	Max			-51.39	-4818.83	-128.53	-120837.22	-1671.64	-152375.3	36	28.056	152375.30	30.00	35.00	0.001110	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.23	
36	56.111	Env X	Combinat	Max			-51.39	-4624.91	-128.53	-120837.22	2343.88	-19900.58	36	56.111	19900.58	30.00	35.00	0.000143	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.24	
36	56.111	Env X	Combinat	Max			-79.33	-3696.24	2.3	-78552.37	1343.01	-1423.63	36	0	1423.63	30.00	35.00	0.000010	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.25	
36	84.167	Env X	Combinat	Max			-79.33	-3502.32	2.3	-78552.37	1305.86	99556.17	36	28.056	99556.17	30.00	35.00	0.000722	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.26	
36	112.222	Env X	Combinat	Max			-79.33	-3308.4	2.3	-78552.37	1271.74	195095.44	36	56.111	195095.44	30.00	35.00	0.001425	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.27	
36	112.222	Env X	Combinat	Max			-108.7	-2277.18	-10.37	-51548.55	-252.31	206809.3	36	0	206809.30	30.00	35.00	0.000512	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.28	
36	140.278	Env X	Combinat	Max			-108.7	-2083.26	-10.37	-51548.55	55.73	267976.51	36	28.056	267976.51	30.00	35.00	0.001969	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.29	
36	168.333	Env X	Combinat	Max			-108.7	-1889.34	-10.37	-51548.55	390.78	323703.19	36	56.111	323703.19	30.00	35.00	0.002289	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.30	
36	168.333	Env X	Combinat	Max			-137.4	-843.58	-1.56	-30563.67	-36.17	328056.82	36	0	328056.82	30.00	35.00	0.002422	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.31	
36	196.389	Env X	Combinat	Max			-137.4	-649.66	-1.56	-30563.67	107.42	349003.65	36	28.056	349003.65	30.00	35.00	0.002581	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.32	
36	224.444	Env X	Combinat	Max			-137.4	-455.74	-1.56	-30563.67	253.32	380316.27	36	56.111	380316.27	30.00	35.00	0.002820	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.33	
36	224.444	Env X	Combinat	Max			-179.4	645.92	-9.62	-23637.8	1.59	381899.56	36	0	381899.56	30.00	35.00	0.002832	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.34	
36	252.5	Env X	Combinat	Max			-179.4	839.84	-9.62	-23637.8	484.53	385938.69	36	28.056	385938.69	30.00	35.00	0.002863	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.35	
36	280.556	Env X	Combinat	Max			-179.4	1033.76	-9.62	-23637.8	895.47	383630.53	36	56.111	383630.53	30.00	35.00	0.002845	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.36	
36	280.556	Env X	Combinat	Max			-238.3	2866.99	11.06	-3860.33	1338.53	382126.65	36	0	382126.65	30.00	35.00	0.002833	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.37	
36	308.611	Env X	Combinat	Max			-238.3	3060.91	11.06	-3860.33	1028.21	319756.44	36	28.056	319756.44	30.00	35.00	0.002359	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.38	
36	336.667	Env X	Combinat	Max			-238.3	3254.83	11.06	-3860.33	729.58	251038.93	36	56.111	251038.93	30.00	35.00	0.001842	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.39	
36	336.667	Env X	Combinat	Max			-218.5	3973.5	2.93	60693.52	712.53	241922.22	36	0	241922.22	30.00	35.00	0.001774	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.40	
36	364.722	Env X	Combinat	Max			-218.5	4167.42	2.93	60693.52	630.28	144824.12	36	28.056	144824.12	30.00	35.00	0.001054	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.41	
36	392.778	Env X	Combinat	Max			-218.5	4361.34	2.93	60693.52	548.03	41378.74	36	56.111	41378.74	30.00	35.00	0.000299	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.42	
36	392.778	Env X	Combinat	Max			-109.3	5094.06	0.1	127456.8	1374.86	29584.23	36	0	29584.23	30.00	35.00	0.000213	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.43	
36	420.833	Env X	Combinat	Max			-109.3	5287.98	0.1	127456.8	1412.32	-88144.98	36	28.056	88144.98	30.00	35.00	0.000639	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.44	
36	448.889	Env X	Combinat	Max			-109.3	5481.9	0.1	127456.8	1463.44	-205180.6	36	56.111	205180.60	30.00	35.00	0.001590	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.45	
36	448.889	Env X	Combinat	Max			123.74	6279.81	138.08	210257.66	2399.39	-217731.45	36	0	217731.45	30.00	35.00	0.001594	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.46	
36	476.944	Env X	Combinat	Max			123.74	6473.73	138.08	210257.66	-1146.27	-354897.01	36	28.056	354897.01	30.00	35.00	0.002626	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.47	
36	505	Env X	Combinat	Max			123.74	6667.65	138.08	210257.66	-4427.26	-497503.1	36	56.111	497503.10	30.00	35.00	0.003724	Ok	3.91	2	20.00	6.28	A.48	
37	0	Env X	Combinat	Max			-636.2	390.69	-62.97	-26965.87	-3087.37	222815.74	37	0	222815.74	30.00	35.00	0.001631	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.49	
37	33.75	Env X	Combinat	Max			-636.2	623.97	-62.97	-26965.87	-962.21	205693.2	37	33.75	205693.20	30.00	35.00	0.001504	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.50	
37	67.5	Env X	Combinat	Max			-636.2	857.25	-62.97	-26965.87	1698.31	180697.46	37	67.5	180697.46	30.00	35.00	0.001319	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.51	
37	67.5	Env X	Combinat	Max			-482.4	1422.05	5.58	5791.39	917.43	176896.67	37	0	176896.67	30.00	35.00	0.001291	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.52	
37	101.25	Env X	Combinat	Max			-482.4	1655.33	5.58	5791.39	728.96	124966.04	37	33.75	124966.04	30.00	35.00	0.000908	< min	3.50	2	20.00	6.28	A.53	
37	135	Env X	Combinat	Max			-482.4	1888.61	5.58	5791.39	540.5	65162.21	37</												

72	150.869	Env X	Combinat	Max	-327.5	-2244.16	2.08	-67196.41	45.66	298196.56	72	0	298196.56	30.00	35.00	0.002196	< min	3.50	2	20.00	6.28	A101	ok
72	188.586	Env X	Combinat	Max	-327.5	-1983.46	2.08	-67196.41	-17.05	377923.57	72	37.717	377923.57	30.00	35.00	0.002801	< min	3.50	2	20.00	6.28	A102	ok
72	226.303	Env X	Combinat	Max	-327.5	-1722.76	2.08	-67196.41	383.36	479698.48	72	75.434	479698.48	30.00	35.00	0.003586	Ok	3.76	2	20.00	6.28	A103	ok
72	226.303	Env X	Combinat	Max	-381.8	-422.57	9.38	-54091.92	335.4	484980.39	72	0	484980.39	30.00	35.00	0.003627	Ok	3.81	2	20.00	6.28	A104	ok
72	264.02	Env X	Combinat	Max	-381.8	-161.87	9.38	-54091.92	20.03	523946.58	72	37.717	523946.58	30.00	35.00	0.003931	Ok	4.13	2	20.00	6.28	A105	ok
72	301.738	Env X	Combinat	Max	-381.8	98.84	9.38	-54091.92	85.63	551441.02	72	75.434	551441.02	30.00	35.00	0.004147	Ok	4.35	2	20.00	6.28	A106	ok
72	301.738	Env X	Combinat	Max	-443.3	1403.65	6.21	-43199.36	276.3	547988.43	72	0	547988.43	30.00	35.00	0.004119	Ok	4.33	2	20.00	6.28	A107	ok
72	339.455	Env X	Combinat	Max	-443.3	1664.35	6.21	-43199.36	80.48	504937.48	72	37.717	504937.48	30.00	35.00	0.003782	Ok	3.97	2	20.00	6.28	A108	ok
72	377.172	Env X	Combinat	Max	-443.3	1925.05	6.21	-43199.36	291.06	450414.78	72	75.434	450414.78	30.00	35.00	0.003358	Ok	3.53	2	20.00	6.28	A109	ok
72	377.172	Env X	Combinat	Max	-561.9	3342.58	23.49	-40946.66	-11.22	438005.32	72	0	438005.32	30.00	35.00	0.003263	< min	3.50	2	20.00	6.28	A110	ok
72	414.889	Env X	Combinat	Max	-561.9	3603.29	23.49	-40946.66	-773.7	311782.47	72	37.717	311782.47	30.00	35.00	0.002299	< min	3.50	2	20.00	6.28	A111	ok
72	452.606	Env X	Combinat	Max	-561.9	3863.99	23.49	-40946.66	-1535.79	174087.88	72	75.434	174087.88	30.00	35.00	0.001270	< min	3.50	2	20.00	6.28	A112	ok
72	452.606	Env X	Combinat	Max	-844.5	5718.49	-49.24	-52149.94	-1597.51	150848.99	72	0	150848.99	30.00	35.00	0.001098	< min	3.50	2	20.00	6.28	A113	ok
72	490.324	Env X	Combinat	Max	-844.5	5995.44	-49.24	-52149.94	900.55	-61696.55	72	37.717	61696.55	30.00	35.00	0.000446	< min	3.50	2	20.00	6.28	A114	ok
72	528.041	Env X	Combinat	Max	-844.5	6299.59	-49.24	-52149.94	4160.45	-260768.21	72	75.434	260768.21	30.00	35.00	0.001915	< min	3.50	2	20.00	6.28	A115	ok
75	0	Env X	Combinat	Max	135.44	-728.66	-17.93	-38133.45	-604.87	223636.37	75	0	223636.37	30.00	35.00	0.001637	< min	3.50	2	20.00	6.28	A116	ok
75	40.198	Env X	Combinat	Max	135.44	-450.81	-17.93	-38133.45	235.23	247342.82	75	40.198	247342.82	30.00	35.00	0.001814	< min	3.50	2	20.00	6.28	A117	ok
75	80.397	Env X	Combinat	Max	135.44	-172.96	-17.93	-38133.45	1075.32	259880.15	75	80.397	259880.15	30.00	35.00	0.001908	< min	3.50	2	20.00	6.28	A118	ok
75	80.397	Env X	Combinat	Max	62.35	1080.08	0.98	-17558.68	192.45	258897.49	75	0	258897.49	30.00	35.00	0.001901	< min	3.50	2	20.00	6.28	A119	ok
75	120.595	Env X	Combinat	Max	62.35	1357.93	0.98	-17558.68	166.03	209895.7	75	40.198	209895.70	30.00	35.00	0.001535	< min	3.50	2	20.00	6.28	A120	ok
75	160.793	Env X	Combinat	Max	62.35	1635.78	0.98	-17558.68	139.71	189504.19	75	80.397	189504.19	30.00	35.00	0.001384	< min	3.50	2	20.00	6.28	A121	ok
75	160.793	Env X	Combinat	Max	18.04	3109.74	-10.46	510.15	38.2	186596.61	75	0	186596.61	30.00	35.00	0.001362	< min	3.50	2	20.00	6.28	A122	ok
75	200.991	Env X	Combinat	Max	18.04	3387.59	-10.46	510.15	634.66	120011.59	75	40.198	120011.59	30.00	35.00	0.000872	< min	3.50	2	20.00	6.28	A123	ok
75	241.19	Env X	Combinat	Max	18.04	3665.44	-10.46	510.15	1231.13	40395.94	75	80.397	40395.94	30.00	35.00	0.000292	< min	3.50	2	20.00	6.28	A124	ok
75	241.19	Env X	Combinat	Max	-25.23	5487.72	53.49	38106.93	1473.91	28321.18	75	0	28321.18	30.00	35.00	0.000204	< min	3.50	2	20.00	6.28	A125	ok
75	281.388	Env X	Combinat	Max	-25.23	5765.57	53.49	38106.93	-332.57	-106997.74	75	40.198	106997.74	30.00	35.00	0.000776	< min	3.50	2	20.00	6.28	A126	ok
75	321.586	Env X	Combinat	Max	-25.23	6043.42	53.49	38106.93	-1734.15	-250801.34	75	80.397	250801.34	30.00	35.00	0.001840	< min	3.50	2	20.00	6.28	A127	ok
109	0	Env X	Combinat	Max	0	-4167.77	3.8E-12	-101938.61	9.55E-11	-157184.3	109	0	157184.30	30.00	35.00	0.001145	< min	3.50	2	20.00	6.28	A128	ok
109	34.667	Env X	Combinat	Max	0	-3885.38	3.8E-12	-101938.61	-3.387E-11	-17354.75	109	34.667	17354.75	30.00	35.00	0.000125	< min	3.50	2	20.00	6.28	A129	ok
109	69.333	Env X	Combinat	Max	0	-3607.17	3.8E-12	-101938.61	-1.55E-10	112293.08	109	69.333	112293.08	30.00	35.00	0.000815	< min	3.50	2	20.00	6.28	A130	ok
109	69.333	Env X	Combinat	Max	0	-2345.25	-3.3E-12	-57762.58	-5.713E-11	123246.02	109	0	123246.02	30.00	35.00	0.000895	< min	3.50	2	20.00	6.28	A131	ok
109	104	Env X	Combinat	Max	0	-2062.57	-3.3E-12	-57762.58	6.876E-11	199889.43	109	34.667	199889.43	30.00	35.00	0.001461	< min	3.50	2	20.00	6.28	A132	ok
109	138.667	Env X	Combinat	Max	0	-1784.76	-3.3E-12	-57762.58	2.012E-10	266355.88	109	69.333	266355.88	30.00	35.00	0.001957	< min	3.50	2	20.00	6.28	A133	ok
109	138.667	Env X	Combinat	Max	0	-171.82	3.8E-12	-27422.31	1.273E-10	267635.49	109	0	267635.49	30.00	35.00	0.001966	< min	3.50	2	20.00	6.28	A134	ok
109	173.333	Env X	Combinat	Max	0	111.11	3.8E-12	-27422.31	4.702E-12	268927.92	109	34.667	268927.92	30.00	35.00	0.001976	< min	3.50	2	20.00	6.28	A135	ok
109	208	Env X	Combinat	Max	0	388.54	3.8E-12	-27422.31	-1.071E-10	282032.78	109	69.333	282032.78	30.00	35.00	0.002075	< min	3.50	2	20.00	6.28	A136	ok
109	208	Env X	Combinat	Max	0	2113.98	-3.2E-13	2110.17	-2.16E-11	277854.59	109	0	277854.59	30.00	35.00	0.002043	< min	3.50	2	20.00	6.28	A137	ok
109	242.667	Env X	Combinat	Max	0	2397.15	-3.2E-13	2110.17	-9.762E-12	238853.88	109	34.667	238853.88	30.00	35.00	0.001751	< min	3.50	2	20.00	6.28	A138	ok
109	277.333	Env X	Combinat	Max	0	2674.19	-3.2E-13	2110.17	1.231E-11	189034.91	109	69.333	189034.91	30.00	35.00	0.001380	< min	3.50	2	20.00	6.28	A139	ok
109	277.333	Env X	Combinat	Max	0	4436.66	6.4E-13	36188.27	1.592E-11	174851.35	109	0	174851.35	30.00	35.00	0.001275	< min	3.50	2	20.00	6.28	A140	ok
109	312	Env X	Combinat	Max	0	4720.04	6.4E-13	36188.27	-1.334E-12	54433.04	109	34.667	54433.04	30.00	35.00	0.000393	< min	3.50	2	20.00	6.28	A141	ok
109	346.667	Env X	Combinat	Max	0	4996.71	6.4E-13	36188.27	-1.631E-11	-68452.97	109	69.333	68452.97	30.00	35.00	0.000495	< min	3.50	2	20.00	6.28	A142	ok
109	346.667	Env X	Combinat	Max	0	6865.48	-2.7E-13	104797.59	-2.046E-11	-91423.39	109	0	91423.39	30.00	35.00	0.000663	< min	3.50	2	20.00	6.28	A143	ok
109	381.333	Env X	Combinat	Max	0	7149.03	-2.7E-13	104797.59	-1.1E-11	-270194.07	109	34.667	270194.07	30.00	35.00	0.001986	< min	3.50	2	20.00	6.28	A144	ok
109	416	Env X	Combinat	Max	0	7425.34	-2.7E-13	104797.59	-1.546E-12	-459354.57	109	69.333	459354.57	30.00	35.00	0.003428	Ok	3.60	2	20.00	6.28	A145	ok
110	0	Env X	Combinat	Max	0	-6939.94	2.7E-12	-151832.86	8.072E-11	-458064.06	110	0	458064.06	30.00	35.00	0.003418	Ok	3.59	2	20.00	6.28	A146	ok
110	28.056	Env X	Combinat	Max	0	-6716.88	2.7E-12	-151832.86	6.082E-12	-266362.99	110	28.056	266362.99	30.00	35.00	0.001957	< min	3.50	2	20.00	6.28	A147	ok
110	56.111	Env X	Combinat	Max	0	-6498.65	2.7E-12	-151832.86	6.716E-11	-81092.16	110	56.111	81092.16	30.00	35.00	0.000687	< min	3.50	2	20.00	6.28	A148	ok
110	56.111	Env X	Combinat	Max	0	-5128.76	-9.1E-14	-86957.02	-1.373E-11	-55667.29	110	0	55667.29	30.00	35.00	0.000402	< min	3.50	2	20.00	6.28	A149	ok
110	84.167	Env X	Combinat	Max	0	-4905.84	-9.1E-14	-86957.02	-6.985E-12	85223.4	110	28.056	85223.40	30.00	35.00	0.000617	< min	3.50	2	20.00	6.28	A150	ok
110	112.222	Env X	Combinat	Max	0	-4687.32	-9.1E-14	-86957.02	1.945E-12	219679.18	110	56.111	219679.18	30.00	35.00	0.001608	< min	3.50	2	20.00	6.28	A151	ok
110	112.222	Env X	Combinat	Max	0	-3178.89	6.4E-13	-42450.23	-1.336E-11	236026.61	110	0	236026.61	30.00	35.00	0.001730	< min	3.50	2	20.00	6.28	A152	ok
110	140.278	Env X	Combinat	Max	0	-2956.15	6.4E-13	-42450.23	-2.867E-11	322216.08	110	28.056	322216.08	30.00	35.00	0.002378	< min	3.50	2	20.00	6.2		

113	85.5	Env X	Combinational	Max	0	497.62	-9E-12	-31276.5	4.075E-11	207414.55	113	28.5	207414.55	30.00	35.00	0.001517	< min	3.50	2	20.00	6.28	A201	ok
113	114	Env X	Combinational	Max	0	721.67	-9E-12	-31276.5	3.26E-10	189911.29	113	57	189911.29	30.00	35.00	0.001367	< min	3.50	2	20.00	6.28	A202	ok
113	114	Env X	Combinational	Max	0	1833.68	5.1E-12	-5492.21	2.547E-10	182990.67	113	0	182990.67	30.00	35.00	0.001336	< min	3.50	2	20.00	6.28	A203	ok
113	142.5	Env X	Combinational	Max	0	2058.9	5.1E-12	-5492.21	1.095E-10	127653.12	113	28.5	127653.12	30.00	35.00	0.000928	< min	3.50	2	20.00	6.28	A204	ok
113	171	Env X	Combinational	Max	0	2282.64	5.1E-12	-5492.21	-3.565E-11	99388.77	113	57	99388.77	30.00	35.00	0.000721	< min	3.50	2	20.00	6.28	A205	ok
113	171	Env X	Combinational	Max	0	3773.75	3.6E-13	8729.13	8.74E-12	91921.93	113	0	91921.93	30.00	35.00	0.000666	< min	3.50	2	20.00	6.28	A206	ok
113	199.5	Env X	Combinational	Max	0	3999.13	3.6E-13	8729.13	1.216E-11	31805.69	113	28.5	31805.69	30.00	35.00	0.000230	< min	3.50	2	20.00	6.28	A207	ok
113	228	Env X	Combinational	Max	0	4222.56	3.6E-13	8729.13	1.864E-11	-34069.82	113	57	34069.82	30.00	35.00	0.000246	< min	3.50	2	20.00	6.28	A208	ok
113	228	Env X	Combinational	Max	0	6045.27	-4E-12	13910.97	-1.205E-10	-52140.2	113	0	52140.20	30.00	35.00	0.000377	< min	3.50	2	20.00	6.28	A209	ok
113	256.5	Env X	Combinational	Max	0	6270.75	-4E-12	13910.97	1.783E-11	-164154.83	113	28.5	164154.83	30.00	35.00	0.001196	< min	3.50	2	20.00	6.28	A210	ok
113	285	Env X	Combinational	Max	0	6493.88	-4E-12	13910.97	1.63E-10	-282813.28	113	57	282813.28	30.00	35.00	0.002080	< min	3.50	2	20.00	6.28	A211	ok
113	285	Env X	Combinational	Max	0	8789.5	1.5E-11	33560.74	3.82E-10	-312761.62	113	0	312761.62	30.00	35.00	0.002306	< min	3.50	2	20.00	6.28	A212	ok
113	313.5	Env X	Combinational	Max	0	9015.01	1.5E-11	33560.74	-4.254E-11	-483817.91	113	28.5	483817.91	30.00	35.00	0.003618	Ok	3.80	2	20.00	6.28	A213	ok
113	342	Env X	Combinational	Max	0	9237.86	1.5E-11	33560.74	-4.313E-10	-661509.84	113	57	661509.84	30.00	35.00	0.005022	Ok	5.27	2	20.00	6.28	A214	ok
136	0	Env X	Combinational	Max	3E-12	-1544.49	7.6E-12	-30479	2.547E-10	187758.9	136	0	187758.90	30.00	35.00	0.001371	< min	3.50	2	20.00	6.28	A215	ok
136	32.159	Env X	Combinational	Max	3E-12	-1288.28	7.6E-12	-30479	8.975E-12	233463.24	136	32.159	233463.24	30.00	35.00	0.001711	< min	3.50	2	20.00	6.28	A216	ok
136	64.317	Env X	Combinational	Max	3E-12	-1032.78	7.6E-12	-30479	-2.205E-10	270630.08	136	64.317	270630.08	30.00	35.00	0.001989	< min	3.50	2	20.00	6.28	A217	ok
136	64.317	Env X	Combinational	Max	-2E-12	173.69	-1.1E-11	-19196.5	-4.473E-10	273841.87	136	0	273841.87	30.00	35.00	0.002013	< min	3.50	2	20.00	6.28	A218	ok
136	96.476	Env X	Combinational	Max	-2E-12	430.7	-1.1E-11	-19196.5	-8.037E-11	264291.94	136	32.159	264291.94	30.00	35.00	0.001941	< min	3.50	2	20.00	6.28	A219	ok
136	128.634	Env X	Combinational	Max	-2E-12	686.73	-1.1E-11	-19196.5	3.096E-10	246157.34	136	64.317	246157.34	30.00	35.00	0.001806	< min	3.50	2	20.00	6.28	A220	ok
136	128.634	Env X	Combinational	Max	-2E-12	2144.86	5.1E-12	-7924.99	-5.315E-11	239551.11	136	0	239551.11	30.00	35.00	0.001756	< min	3.50	2	20.00	6.28	A221	ok
136	160.793	Env X	Combinational	Max	-2E-12	2402.61	5.1E-12	-7924.99	-2.022E-10	190315.32	136	32.159	190315.32	30.00	35.00	0.001390	< min	3.50	2	20.00	6.28	A222	ok
136	192.952	Env X	Combinational	Max	-2E-12	2658.9	5.1E-12	-7924.99	-3.497E-10	163529.85	136	64.317	163529.85	30.00	35.00	0.001192	< min	3.50	2	20.00	6.28	A223	ok
136	192.952	Env X	Combinational	Max	5E-12	4262.31	3.8E-12	10018.86	-1.063E-10	154662.6	136	0	154662.60	30.00	35.00	0.001126	< min	3.50	2	20.00	6.28	A224	ok
136	225.11	Env X	Combinational	Max	5E-12	4520.73	3.8E-12	10018.86	-2.217E-10	68602.34	136	32.159	68602.34	30.00	35.00	0.000496	< min	3.50	2	20.00	6.28	A225	ok
136	257.269	Env X	Combinational	Max	5E-12	4776.94	3.8E-12	10018.86	-3.344E-10	-22196.03	136	64.317	22196.03	30.00	35.00	0.000160	< min	3.50	2	20.00	6.28	A226	ok
136	257.269	Env X	Combinational	Max	-4E-12	6557.51	-3.5E-12	48647.31	-1.747E-10	-39628.69	136	0	39628.69	30.00	35.00	0.000286	< min	3.50	2	20.00	6.28	A227	ok
136	289.428	Env X	Combinational	Max	-4E-12	6816.4	-3.5E-12	48647.31	-6.248E-11	-175816.98	136	32.159	175816.98	30.00	35.00	0.001283	< min	3.50	2	20.00	6.28	A228	ok
136	321.586	Env X	Combinational	Max	-4E-12	7072.25	-3.5E-12	48647.31	5.469E-11	-320375.69	136	64.317	320375.69	30.00	35.00	0.002364	< min	3.50	2	20.00	6.28	A229	ok
166	0	Env X	Combinational	Max	9E-10	-4839.06	-1.4E-10	-99671.31	-4.087E-09	-264769	166	0	264769.00	30.00	35.00	0.001945	< min	3.50	2	20.00	6.28	A230	ok
166	34.667	Env X	Combinational	Max	9E-10	-4556.67	-1.4E-10	-99671.31	6.67E-10	-101668.19	166	34.667	101668.19	30.00	35.00	0.000737	< min	3.50	2	20.00	6.28	A231	ok
166	69.333	Env X	Combinational	Max	9E-10	-4278.45	-1.4E-10	-99671.31	5.723E-09	51250.9	166	69.333	51250.90	30.00	35.00	0.000370	< min	3.50	2	20.00	6.28	A232	ok
166	69.333	Env X	Combinational	Max	0	-2801.31	-3.2E-12	-52094.2	-7.958E-11	64003.02	166	0	64003.02	30.00	35.00	0.000463	< min	3.50	2	20.00	6.28	A233	ok
166	104	Env X	Combinational	Max	0	-2518.63	-3.2E-12	-52094.2	3.089E-11	156456.22	166	34.667	156456.22	30.00	35.00	0.001140	< min	3.50	2	20.00	6.28	A234	ok
166	138.667	Env X	Combinational	Max	0	-2240.81	-3.2E-12	-52094.2	2.137E-10	238732.47	166	69.333	238732.47	30.00	35.00	0.001750	< min	3.50	2	20.00	6.28	A235	ok
166	138.667	Env X	Combinational	Max	0	-535.92	-7E-13	-18753.39	1.467E-10	241472.75	166	0	241472.75	30.00	35.00	0.001771	< min	3.50	2	20.00	6.28	A236	ok
166	173.333	Env X	Combinational	Max	0	-252.98	-7E-13	-18753.39	1.766E-10	255387.25	166	34.667	255387.25	30.00	35.00	0.001875	< min	3.50	2	20.00	6.28	A237	ok
166	208	Env X	Combinational	Max	0	24.44	-7E-13	-18753.39	2.066E-10	280997.83	166	69.333	280997.83	30.00	35.00	0.002067	< min	3.50	2	20.00	6.28	A238	ok
166	208	Env X	Combinational	Max	0	1785.11	1.3E-12	13198.14	3.909E-11	277735.44	166	0	277735.44	30.00	35.00	0.002042	< min	3.50	2	20.00	6.28	A239	ok
166	242.667	Env X	Combinational	Max	0	2068.28	1.3E-12	13198.14	1.245E-12	246750.98	166	34.667	246750.98	30.00	35.00	0.001810	< min	3.50	2	20.00	6.28	A240	ok
166	277.333	Env X	Combinational	Max	0	2345.32	1.3E-12	13198.14	-3.659E-11	204948.27	166	69.333	204948.27	30.00	35.00	0.001498	< min	3.50	2	20.00	6.28	A241	ok
166	277.333	Env X	Combinational	Max	0	4113.37	-3.5E-12	54066.1	-1.205E-10	191684.01	166	0	191684.01	30.00	35.00	0.001400	< min	3.50	2	20.00	6.28	A242	ok
166	312	Env X	Combinational	Max	0	4396.74	-3.5E-12	54066.1	5.093E-12	79043.36	166	34.667	79043.36	30.00	35.00	0.000572	< min	3.50	2	20.00	6.28	A243	ok
166	346.667	Env X	Combinational	Max	0	4673.41	-3.5E-12	54066.1	1.926E-10	-40836.73	166	69.333	40836.73	30.00	35.00	0.000295	< min	3.50	2	20.00	6.28	A244	ok
166	346.667	Env X	Combinational	Max	2E-10	6525.09	1.5E-10	131506.93	6.067E-09	-63030.36	166	0	63030.36	30.00	35.00	0.000456	< min	3.50	2	20.00	6.28	A245	ok
166	381.333	Env X	Combinational	Max	0	6808.64	1.5E-10	131506.93	7.11E-10	-234230.29	166	34.667	234230.29	30.00	35.00	0.001716	< min	3.50	2	20.00	6.28	A246	ok
166	416	Env X	Combinational	Max	2E-10	7084.95	1.5E-10	131506.93	-4.284E-09	-415581.51	166	69.333	415581.51	30.00	35.00	0.003090	< min	3.50	2	20.00	6.28	A247	ok
167	0	Env X	Combinational	Max	2E-09	-7025.7	-2.3E-10	-160374.79	-5.284E-09	-468166.91	167	0	468166.91	30.00	35.00	0.003496	Ok	3.67	2	20.00	6.28	A248	ok
167	28.056	Env X	Combinational	Max	2E-09	-6802.64	-2.3E-10	-160374.79	1.439E-09	-274059.8	167	28.056	274059.80	30.00	35.00	0.002015	< min	3.50	2	20.00	6.28	A249	ok
167	56.111	Env X	Combinational	Max	2E-09	-6584.41	-2.3E-10	-160374.79	8.656E-09	-86382.91	167	56.111	86382.91	30.00	35.00	0.000626	< min	3.50	2	20.00	6.28	A250	ok
167	56.111	Env X	Combinational	Max	0	-5170.84	-7.6E-12	-89470.05	-2.424E-10	-60795.47	167	0	60795.47	30.00	35.00	0.000440	< min	3.50	2	20.00	6.28	A251	ok
167	84.167	Env X	Combinational	Max	0	-4947.93	-7.6E-12	-89470.05	-1.032E-11	81275.9	167	28.056	81275.90	30.00	35.00	0.000589	< min	3.50	2	20.00	6.28	A252	ok
167	112.222	Env X	Combinational	Max	0	-4729.41	-7.6E-12	-89470.05	2.596E-10	216912.36	167	56.111	216912.36	30.0									

170	57 Env X	Combinal	Max	0	-867.62	1E-11	-92234.21	-7.562E-10	174810.94	170	57	174810.94	30.00	35.00	0.001275	< min	3.50	2	20.00	6.28	A301	ok
170	57 Env X	Combinal	Max	0	-205.23	1.6E-11	-32593.81	5.821E-10	177994.73	170	0	177994.73	30.00	35.00	0.001299	< min	3.50	2	20.00	6.28	A302	ok
170	85.5 Env X	Combinal	Max	0	19.78	1.6E-11	-32593.81	2.547E-10	180769.63	170	28.5	180769.63	30.00	35.00	0.001319	< min	3.50	2	20.00	6.28	A303	ok
170	114 Env X	Combinal	Max	0	243.83	1.6E-11	-32593.81	2.547E-10	176884.8	170	57	176884.8	30.00	35.00	0.001290	< min	3.50	2	20.00	6.28	A304	ok
170	114 Env X	Combinal	Max	0	1343.35	3.1E-11	3742.3	5.73E-10	172488.14	170	0	172488.14	30.00	35.00	0.001258	< min	3.50	2	20.00	6.28	A305	ok
170	142.5 Env X	Combinal	Max	0	1568.57	3.1E-11	3742.3	-1.735E-10	131124.88	170	28.5	131124.88	30.00	35.00	0.000953	< min	3.50	2	20.00	6.28	A306	ok
170	171 Env X	Combinal	Max	0	1792.31	3.1E-11	3742.3	-9.2E-10	118020.2	170	57	118020.20	30.00	35.00	0.000857	< min	3.50	2	20.00	6.28	A307	ok
170	171 Env X	Combinal	Max	0	3152.17	-8.7E-12	32463.93	-2.137E-10	112644.31	170	0	112644.31	30.00	35.00	0.000818	< min	3.50	2	20.00	6.28	A308	ok
170	199.5 Env X	Combinal	Max	0	3377.55	-8.7E-12	32463.93	5.602E-11	63986.65	170	28.5	63986.65	30.00	35.00	0.000463	< min	3.50	2	20.00	6.28	A309	ok
170	228 Env X	Combinal	Max	0	3600.98	-8.7E-12	32463.93	5.122E-10	8314.26	170	57	8314.26	30.00	35.00	0.000060	< min	3.50	2	20.00	6.28	A310	ok
170	228 Env X	Combinal	Max	0	5058.82	1.2E-11	58826	7.913E-10	-7845.49	170	0	7845.49	30.00	35.00	0.000057	< min	3.50	2	20.00	6.28	A311	ok
170	256.5 Env X	Combinal	Max	0	5284.29	1.2E-11	58826	4.906E-10	-107319.08	170	28.5	107319.08	30.00	35.00	0.000779	< min	3.50	2	20.00	6.28	A312	ok
170	285 Env X	Combinal	Max	0	5507.42	1.2E-11	58826	1.899E-10	-209211.37	170	57	209211.37	30.00	35.00	0.001530	< min	3.50	2	20.00	6.28	A313	ok
170	285 Env X	Combinal	Max	0	6963.52	0	103257.91	0	-233587.77	170	0	233587.77	30.00	35.00	0.001712	< min	3.50	2	20.00	6.28	A314	ok
170	313.5 Env X	Combinal	Max	0	7189.02	0	103257.91	1.683E-10	-372039.17	170	28.5	372039.17	30.00	35.00	0.002756	< min	3.50	2	20.00	6.28	A315	ok
170	342 Env X	Combinal	Max	0	7411.88	0	103257.91	4.275E-10	-517126.21	170	57	517126.21	30.00	35.00	0.003877	Ok	4.07	2	20.00	6.28	A316	ok
188	0 Env X	Combinal	Max	3E-09	-2274.69	-1.5E-10	-25121.36	-4.613E-09	99215.97	188	0	99215.97	30.00	35.00	0.000720	< min	3.50	2	20.00	6.28	A317	ok
188	32.159 Env X	Combinal	Max	3E-09	-2018.48	-1.5E-10	-25121.36	3.209E-10	168402.33	188	32.159	168402.33	30.00	35.00	0.001228	< min	3.50	2	20.00	6.28	A318	ok
188	64.317 Env X	Combinal	Max	3E-09	-1762.98	-1.5E-10	-25121.36	5.519E-09	229051.19	188	64.317	229051.19	30.00	35.00	0.001678	< min	3.50	2	20.00	6.28	A319	ok
188	64.317 Env X	Combinal	Max	0	-388.88	3.2E-12	-13738.43	2.547E-10	235273.56	188	0	235273.56	30.00	35.00	0.001724	< min	3.50	2	20.00	6.28	A320	ok
188	96.476 Env X	Combinal	Max	0	-131.86	3.2E-12	-13738.43	1.728E-10	243814.98	188	32.159	243814.98	30.00	35.00	0.001788	< min	3.50	2	20.00	6.28	A321	ok
188	128.634 Env X	Combinal	Max	0	124.16	3.2E-12	-13738.43	9.087E-11	251573.97	188	64.317	251573.97	30.00	35.00	0.001846	< min	3.50	2	20.00	6.28	A322	ok
188	128.634 Env X	Combinal	Max	2E-11	1672.91	-9.6E-13	-829.57	1.791E-10	252679.66	188	0	252679.66	30.00	35.00	0.001854	< min	3.50	2	20.00	6.28	A323	ok
188	160.793 Env X	Combinal	Max	2E-11	1930.67	-9.6E-13	-829.57	2.098E-10	231526.6	188	32.159	231526.60	30.00	35.00	0.001696	< min	3.50	2	20.00	6.28	A324	ok
188	192.952 Env X	Combinal	Max	2E-11	2186.95	-9.6E-13	-829.57	3.276E-10	201233.63	188	64.317	201233.63	30.00	35.00	0.001471	< min	3.50	2	20.00	6.28	A325	ok
188	192.952 Env X	Combinal	Max	-1E-11	3824.01	3.2E-12	19521.47	1.99E-10	191853.96	188	0	191853.96	30.00	35.00	0.001401	< min	3.50	2	20.00	6.28	A326	ok
188	225.11 Env X	Combinal	Max	-1E-11	4082.42	3.2E-12	19521.47	2.124E-10	101496.7	188	32.159	101496.70	30.00	35.00	0.000736	< min	3.50	2	20.00	6.28	A327	ok
188	257.269 Env X	Combinal	Max	-1E-11	4338.63	3.2E-12	19521.47	2.391E-10	4424.13	188	64.317	4424.13	30.00	35.00	0.000032	< min	3.50	2	20.00	6.28	A328	ok
188	257.269 Env X	Combinal	Max	2E-10	6081.82	1.6E-10	62868.4	5.349E-09	-13634.23	188	0	13634.23	30.00	35.00	0.000098	< min	3.50	2	20.00	6.28	A329	ok
188	289.428 Env X	Combinal	Max	2E-10	6340.71	1.6E-10	62868.4	4.207E-10	-154111.09	188	32.159	154111.09	30.00	35.00	0.001122	< min	3.50	2	20.00	6.28	A330	ok
188	321.586 Env X	Combinal	Max	2E-10	6596.56	1.6E-10	62868.4	-4.018E-09	-303239.2	188	64.317	303239.20	30.00	35.00	0.000234	< min	3.50	2	20.00	6.28	A331	ok
205	0 Env X	Combinal	Max	0	-1686.25	2.7E-12	-153025.45	1.91E-10	166849.08	205	0	166849.08	30.00	35.00	0.001216	< min	3.50	2	20.00	6.28	A332	ok
205	34.667 Env X	Combinal	Max	0	-1432.15	2.7E-12	-153025.45	1.027E-10	220984.97	205	34.667	220984.97	30.00	35.00	0.001618	< min	3.50	2	20.00	6.28	A333	ok
205	69.333 Env X	Combinal	Max	0	-1174.86	2.7E-12	-153025.45	1.443E-11	266075.01	205	69.333	266075.01	30.00	35.00	0.001955	< min	3.50	2	20.00	6.28	A334	ok
205	69.333 Env X	Combinal	Max	0	-553.11	9E-12	-113065.48	4.832E-10	269702.96	205	0	269702.96	30.00	35.00	0.001982	< min	3.50	2	20.00	6.28	A335	ok
205	104 Env X	Combinal	Max	0	-290.96	9E-12	-113065.48	1.888E-10	284456.05	205	34.667	284456.05	30.00	35.00	0.002093	< min	3.50	2	20.00	6.28	A336	ok
205	138.667 Env X	Combinal	Max	0	-33.67	9E-12	-113065.48	-1.056E-10	289980.96	205	69.333	289980.96	30.00	35.00	0.002134	< min	3.50	2	20.00	6.28	A337	ok
205	138.667 Env X	Combinal	Max	0	760.41	3.5E-12	-68021.4	1E-10	290597.16	205	0	290597.16	30.00	35.00	0.002139	< min	3.50	2	20.00	6.28	A338	ok
205	173.333 Env X	Combinal	Max	0	1022.82	3.5E-12	-68021.4	-1.486E-11	259809.34	205	34.667	259809.34	30.00	35.00	0.001908	< min	3.50	2	20.00	6.28	A339	ok
205	208 Env X	Combinal	Max	0	1279.72	3.5E-12	-68021.4	-1.252E-10	219798.83	205	69.333	219798.83	30.00	35.00	0.001609	< min	3.50	2	20.00	6.28	A340	ok
205	208 Env X	Combinal	Max	0	2152.36	-1.4E-11	-20015.24	-4.968E-10	213326.87	205	0	213326.87	30.00	35.00	0.001561	< min	3.50	2	20.00	6.28	A341	ok
205	242.667 Env X	Combinal	Max	0	2415	-1.4E-11	-20015.24	-6.533E-12	169807.2	205	34.667	169807.20	30.00	35.00	0.001238	< min	3.50	2	20.00	6.28	A342	ok
205	277.333 Env X	Combinal	Max	0	2671.52	-1.4E-11	-20015.24	5.156E-10	127169.66	205	69.333	127169.66	30.00	35.00	0.000924	< min	3.50	2	20.00	6.28	A343	ok
205	277.333 Env X	Combinal	Max	0	3504.5	1.5E-12	39065.3	1.546E-10	119826.37	205	0	119826.37	30.00	35.00	0.000870	< min	3.50	2	20.00	6.28	A344	ok
205	312 Env X	Combinal	Max	0	3767.35	1.5E-12	39065.3	1.231E-10	39019.76	205	34.667	39019.76	30.00	35.00	0.000282	< min	3.50	2	20.00	6.28	A345	ok
205	346.667 Env X	Combinal	Max	0	4023.49	1.5E-12	39065.3	9.156E-11	-48167.67	205	69.333	48167.67	30.00	35.00	0.000348	< min	3.50	2	20.00	6.28	A346	ok
205	346.667 Env X	Combinal	Max	0	4585.93	2.5E-12	138194.51	1.592E-10	-59105.52	205	0	59105.52	30.00	35.00	0.000427	< min	3.50	2	20.00	6.28	A347	ok
205	381.333 Env X	Combinal	Max	0	4848.95	2.5E-12	138194.51	1.887E-10	-166028.61	205	34.667	166028.61	30.00	35.00	0.001210	< min	3.50	2	20.00	6.28	A348	ok
205	416 Env X	Combinal	Max	0	5104.73	2.5E-12	138194.51	2.864E-10	-282154.22	205	69.333	282154.22	30.00	35.00	0.002075	< min	3.50	2	20.00	6.28	A349	ok
206	0 Env X	Combinal	Max	0	-4736.39	-1.1E-11	-293887.16	-1.046E-10	-256456.26	206	0	256456.26	30.00	35.00	0.001883	< min	3.50	2	20.00	6.28	A350	ok
206	28.056 Env X	Combinal	Max	0	-4526.77	-1.1E-11	-293887.16	3.037E-10	-126451.36	206	28.056	126451.36	30.00	35.00	0.000919	< min	3.50	2	20.00	6.28	A351	ok
206	56.111 Env X	Combinal	Max	0	-4321.98	-1.1E-11	-293887.16	7.119E-10	-2373.78	206	56.111	2373.78	30.00	35.00	0.000017	< min	3.50	2	20.00	6.28	A352	ok
206	56.111 Env X	Combinal	Max	0	-3730.36	3.6E-11	-197644.91	7.549E-10	4733.51	206	0	4733.51	30.00	35.00	0.000034	< min	3.50	2	20.00	6.28	A353	ok
206	84.167 Env X	Combinal	Max	0	-3520.89	3.6E-11	-197644.91	-2.02E-10	106517.26	206	28.056	106517.00	30.00	35.00	0.000773	< min	3.50	2	20.00	6.28	A354	ok
206	112.222 Env X	Combinal	Max	0	-3315.81	3.6E-11	-19															

209	0	Env X	Combinational	Max	0	170.84	6.1E-11	-188811.08	1.019E-09	307742.02	209	0	307742.02	30.00	35.00	0.002628	< min	3.50	2	20.00	6.28	A401	ok
209	28.5	Env X	Combinational	Max	0	1581.71	6.1E-11	-188811.08	-5.817E-10	265734.62	209	28.5	265734.62	30.00	35.00	0.001952	< min	3.50	2	20.00	6.28	A402	ok
209	57	Env X	Combinational	Max	0	1752.79	6.1E-11	-188811.08	-1.764E-09	217580.55	209	57	217580.55	30.00	35.00	0.001592	< min	3.50	2	20.00	6.28	A403	ok
209	57	Env X	Combinational	Max	0	1934.01	2E-11	-118058.08	-2.896E-10	213846.13	209	0	213846.13	30.00	35.00	0.001565	< min	3.50	2	20.00	6.28	A404	ok
209	85.5	Env X	Combinational	Max	0	2144.66	2E-11	-118058.08	-7.889E-10	155790.04	209	28.5	155790.04	30.00	35.00	0.001135	< min	3.50	2	20.00	6.28	A405	ok
209	114	Env X	Combinational	Max	0	2355.94	2E-11	-118058.08	-1.288E-09	91588.73	209	57	91588.73	30.00	35.00	0.000664	< min	3.50	2	20.00	6.28	A406	ok
209	114	Env X	Combinational	Max	0	2963.35	7.3E-12	-55831.55	-2.91E-10	85347.96	209	0	85347.96	30.00	35.00	0.000618	< min	3.50	2	20.00	6.28	A407	ok
209	142.5	Env X	Combinational	Max	0	3171.50	7.3E-12	-55831.55	-2.902E-10	2042.49	209	28.5	2042.49	30.00	35.00	0.000215	< min	3.50	2	20.00	6.28	A408	ok
209	171	Env X	Combinational	Max	0	3385.27	7.3E-12	-55831.55	-2.894E-10	-64372.42	209	57	-64372.42	30.00	35.00	0.000466	< min	3.50	2	20.00	6.28	A409	ok
209	171	Env X	Combinational	Max	0	4209.11	0	9764.02	-5.093E-10	-69073.13	209	0	69073.13	30.00	35.00	0.000500	< min	3.50	2	20.00	6.28	A410	ok
209	199.5	Env X	Combinational	Max	0	4419.35	0	9764.02	-2.495E-10	-144111.43	209	28.5	144111.43	30.00	35.00	0.001049	< min	3.50	2	20.00	6.28	A411	ok
209	228	Env X	Combinational	Max	0	4631.01	0	9764.02	8.311E-11	-225198.8	209	57	-225198.8	30.00	35.00	0.001649	< min	3.50	2	20.00	6.28	A412	ok
209	228	Env X	Combinational	Max	0	5420.28	4.9E-11	86443.7	1.328E-09	-233051.41	209	0	-233051.41	30.00	35.00	0.001708	< min	3.50	2	20.00	6.28	A413	ok
209	256.5	Env X	Combinational	Max	0	5630.32	4.9E-11	86443.7	2.389E-11	-340323.45	209	28.5	-340323.45	30.00	35.00	0.002515	< min	3.50	2	20.00	6.28	A414	ok
209	285	Env X	Combinational	Max	0	5842.16	4.9E-11	86443.7	-9.723E-10	-453738.56	209	57	-453738.56	30.00	35.00	0.003384	< min	3.50	2	20.00	6.28	A415	ok
209	285	Env X	Combinational	Max	0	6358.25	4.1E-11	186282.4	5.093E-10	-464518.56	209	0	-464518.56	30.00	35.00	0.003468	< min	3.50	2	20.00	6.28	A416	ok
209	313.5	Env X	Combinational	Max	0	6568.1	4.1E-11	186282.4	-5.376E-10	-592622.17	209	28.5	-592622.17	30.00	35.00	0.004472	Ok	3.64	2	20.00	6.28	A417	ok
209	342	Env X	Combinational	Max	0	6780.1	4.1E-11	186282.4	-1.366E-09	-726867.68	209	57	-726867.68	30.00	35.00	0.005549	Ok	5.83	2	20.00	6.28	A418	ok
231	0	Env X	Combinational	Max	0	-2099.81	1.9E-12	-172162.94	-6.992E-11	46681.5	231	0	46681.5	30.00	35.00	0.000337	< min	3.50	2	20.00	6.28	A419	ok
231	34.667	Env X	Combinational	Max	0	-1845.71	1.9E-12	-172162.94	-2.144E-11	115154.03	231	34.667	115154.03	30.00	35.00	0.000036	< min	3.50	2	20.00	6.28	A420	ok
231	69.333	Env X	Combinational	Max	0	-1564.19	1.9E-12	-172162.94	4.923E-11	174321.49	231	69.333	174321.49	30.00	35.00	0.001272	< min	3.50	2	20.00	6.28	A421	ok
231	104	Env X	Combinational	Max	0	-1299.17	1.9E-12	-172162.94	1.375E-10	223806.85	231	104	223806.85	30.00	35.00	0.001639	< min	3.50	2	20.00	6.28	A422	ok
231	104	Env X	Combinational	Max	0	-264.53	1.3E-12	-118960.43	1.273E-10	231269.8	231	0	231269.8	30.00	35.00	0.001074	< min	3.50	2	20.00	6.28	A423	ok
231	138.667	Env X	Combinational	Max	0	-8.37	1.3E-12	-118960.43	1.273E-11	236095.64	231	34.667	236095.64	30.00	35.00	0.001690	< min	3.50	2	20.00	6.28	A424	ok
231	173.333	Env X	Combinational	Max	0	-27.34	1.3E-12	-118960.43	2.251E-10	231503.62	231	69.333	231503.62	30.00	35.00	0.001636	< min	3.50	2	20.00	6.28	A425	ok
231	208	Env X	Combinational	Max	0	537.02	1.3E-12	-118960.43	3.883E-10	217295.18	231	104	217295.18	30.00	35.00	0.001590	< min	3.50	2	20.00	6.28	A426	ok
231	208	Env X	Combinational	Max	0	1889.42	-4.7E-12	-63765.17	-2.424E-10	218708.53	231	0	218708.53	30.00	35.00	0.001601	< min	3.50	2	20.00	6.28	A427	ok
231	242.667	Env X	Combinational	Max	0	2148.13	-4.7E-12	-63765.17	-7.632E-11	167977.82	231	34.667	167977.82	30.00	35.00	0.001225	< min	3.50	2	20.00	6.28	A428	ok
231	277.333	Env X	Combinational	Max	0	2432.08	-4.7E-12	-63765.17	1.289E-10	107303.85	231	69.333	107303.85	30.00	35.00	0.000779	< min	3.50	2	20.00	6.28	A429	ok
231	312	Env X	Combinational	Max	0	2690.64	-4.7E-12	-63765.17	3.601E-10	38174.95	231	104	38174.95	30.00	35.00	0.000276	< min	3.50	2	20.00	6.28	A430	ok
231	312	Env X	Combinational	Max	0	3183.6	5.3E-12	24831.87	2.248E-10	30426.74	231	28.5	30426.74	30.00	35.00	0.000225	< min	3.50	2	20.00	6.28	A431	ok
231	346.667	Env X	Combinational	Max	0	4094.46	5.3E-12	24831.87	1.595E-10	-81881.44	231	34.667	-81881.44	30.00	35.00	0.000593	< min	3.50	2	20.00	6.28	A432	ok
231	381.333	Env X	Combinational	Max	0	4376.46	5.3E-12	24831.87	-9.595E-12	-201587.83	231	69.333	-201587.83	30.00	35.00	0.001474	< min	3.50	2	20.00	6.28	A433	ok
231	416	Env X	Combinational	Max	0	4632.24	5.3E-12	24831.87	-1.787E-10	-330678.07	231	104	-330678.07	30.00	35.00	0.002442	< min	3.50	2	20.00	6.28	A434	ok
232	0	Env X	Combinational	Max	0	-5395.59	2.8E-12	-251782.55	-3.865E-11	-365261.38	232	0	-365261.38	30.00	35.00	0.000705	< min	3.50	2	20.00	6.28	A435	ok
232	36.071	Env X	Combinational	Max	0	-5124.28	2.8E-12	-251782.55	4.587E-11	-175400.81	232	36.071	-175400.81	30.00	35.00	0.002032	< min	3.50	2	20.00	6.28	A436	ok
232	72.143	Env X	Combinational	Max	0	-4852.49	2.8E-12	-251782.55	1.224E-10	4398.28	232	72.143	4398.28	30.00	35.00	0.000275	< min	3.50	2	20.00	6.28	A437	ok
232	72.143	Env X	Combinational	Max	0	-3769.26	3.1E-12	-151815.11	1.91E-10	14454.05	232	0	14454.05	30.00	35.00	0.000104	< min	3.50	2	20.00	6.28	A438	ok
232	108.214	Env X	Combinational	Max	0	-3497.71	3.1E-12	-151815.11	9.913E-11	145652.54	232	36.071	145652.54	30.00	35.00	0.001060	< min	3.50	2	20.00	6.28	A439	ok
232	144.286	Env X	Combinational	Max	0	-3226.16	3.1E-12	-151815.11	3.846E-11	266788.63	232	72.143	266788.63	30.00	35.00	0.000160	< min	3.50	2	20.00	6.28	A440	ok
232	144.286	Env X	Combinational	Max	0	-1753.86	2.5E-12	-70289.92	6.366E-11	271939.17	232	0	271939.17	30.00	35.00	0.001999	< min	3.50	2	20.00	6.28	A441	ok
232	180.357	Env X	Combinational	Max	0	-1482.31	2.5E-12	-70289.92	7.457E-11	330496.26	232	36.071	330496.26	30.00	35.00	0.000440	< min	3.50	2	20.00	6.28	A442	ok
232	216.429	Env X	Combinational	Max	0	-1210.76	2.5E-12	-70289.92	9.394E-11	393722.77	232	72.143	393722.77	30.00	35.00	0.002522	< min	3.50	2	20.00	6.28	A443	ok
232	216.429	Env X	Combinational	Max	0	334.77	1.5E-12	5763.33	2.456E-10	395673.88	232	0	395673.88	30.00	35.00	0.002937	< min	3.50	2	20.00	6.28	A444	ok
232	252.5	Env X	Combinational	Max	0	606.32	1.5E-12	5763.33	2.128E-10	395224.49	232	36.071	395224.49	30.00	35.00	0.002934	< min	3.50	2	20.00	6.28	A445	ok
232	288.571	Env X	Combinational	Max	0	877.87	1.5E-12	5763.33	1.8E-10	384337.23	232	72.143	384337.23	30.00	35.00	0.002850	< min	3.50	2	20.00	6.28	A446	ok
232	288.571	Env X	Combinational	Max	0	2370.21	-2.5E-12	81100.1	-1.273E-10	381702.68	232	0	381702.68	30.00	35.00	0.002830	< min	3.50	2	20.00	6.28	A447	ok
232	324.643	Env X	Combinational	Max	0	2641.76	-2.5E-12	81100.1	-2.254E-10	302059.45	232	36.071	302059.45	30.00	35.00	0.002812	< min	3.50	2	20.00	6.28	A448	ok
232	360.714	Env X	Combinational	Max	0	2913.31	-2.5E-12	81100.1	-1.997E-10	211976.58	232	72.143	211976.58	30.00	35.00	0.001551	< min	3.50	2	20.00	6.28	A449	ok
232	360.714	Env X	Combinational	Max	0	4251.39	1.5E-12	157273.38	1.273E-10	204920.18	232	0	204920.18	30.00	35.00	0.001488	< min	3.50	2	20.00	6.28	A450	ok
232	396.786	Env X	Combinational	Max	0	4522.94	1.5E-12	157273.38	1.273E-10	53517.8	232	36.071	53517.8	30.00	35.00	0.000387	< min	3.50	2	20.00	6.28	A451	ok
232	432.857	Env X	Combinational	Max	0	4794.48	1.5E-12	157273.38	1.273E-10	-100358.05	232	72.143	-100358.05	30.00	35.00	0.000728	< min	3.50	2	20.00	6.28	A452	ok
232	432.857	Env X	Combinational	Max	0	5886.98	1.5E-12	248502.01	7.276E-11	-110980.58	232	0	-110980.58	30.00	35.00	0.000866	< min	3.50	2	20.00	6.28	A453	ok

PLANILLA ZAPATAS

TABLE: Joint Reactions														
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3	Area Tentat	Dimencian	Long - X-	Long - Y -	A.Asum	A.Asu >
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm	m2	Sugerida	B =(m)	L =(m)	m2	A.tent
19	DEAD	LinStatic	1227.75	3051.92	102980.36	-277224.31	125762.06	4320.16	4.58	2.14	2.20	2.20	4.84	Ok
19	L	LinStatic	-2270.95	2464.78	110181.71	-342228.8	-450394.51	3183.27	4.90	2.21	2.20	2.20	4.84	Ok
21	DEAD	LinStatic	340.34	2290.23	94179.472	-207244.07	40875.62	4277.56	4.19	2.05	2.20	2.20	4.84	Ok
21	L	LinStatic	-3167.66	1866.25	105967.17	-254189.25	-536599.53	3140.86	4.71	2.17	2.20	2.20	4.84	Ok
23	DEAD	LinStatic	204.66	1942.37	106039.07	-170299.86	27552.9	4363.67	4.71	2.17	2.20	2.20	4.84	Ok
23	L	LinStatic	-3415.87	1591.33	105677.45	-208171.33	-560813.53	3154.77	4.70	2.17	2.20	2.20	4.84	Ok
25	DEAD	LinStatic	-482.99	2698.4	97792.42	-219899.12	-39611.18	4679.62	4.35	2.08	2.20	2.20	4.84	Ok
25	L	LinStatic	-3815.66	2239.63	92580.855	-265672.91	-599290.8	3301.06	4.11	2.03	2.20	2.20	4.84	Ok
27	DEAD	LinStatic	440.06	2502.39	104696.41	-168078.98	49066.9	4169.6	4.65	2.16	2.20	2.20	4.84	Ok
27	L	LinStatic	-2850.73	1982.26	106966.55	-223765.57	-508859.12	3033.72	4.75	2.18	2.20	2.20	4.84	Ok
29	DEAD	LinStatic	336.5	1606.71	101857.46	-58464.29	39151.83	4178.78	4.53	2.13	2.20	2.20	4.84	Ok
29	L	LinStatic	-3062.53	1050.64	94107.053	-120871.46	-529178.05	3044.4	4.18	2.05	2.20	2.20	4.84	Ok
56	DEAD	LinStatic	-1750.83	3321.65	23530.39	-286742.33	-163002.6	1428.96	1.05	1.02	1.20	1.20	1.44	Ok
56	L	LinStatic	-3490.84	2832.54	20181.75	-337063.37	-430518.3	981.6	0.90	0.95	1.20	1.20	1.44	Ok
63	DEAD	LinStatic	511.15	224.58	31815.743	12034.22	51733.14	1361	1.41	1.19	1.20	1.20	1.44	Ok
63	L	LinStatic	-1099.89	26.62	29423.385	-10192.67	-205178.38	988.29	1.31	1.14	1.20	1.20	1.44	Ok

Event -X-	Event -Y-	Esf.max Suelo	Esf. Max	Esf. Min	Columna	Columna	Altur Efect	Long. Volad.	Dist.	Cort.	Esf.Cort	Mod.diseño	Cuantia	Area Acero	Diametro Asum	Nro.Varill	Nro TotVar	Espaceam.	RESUMEN
Mx / P (cm)	My / P	qmaxTot	qmax	qmin	Long Y	Long X	d	b = (Lx-Colx)/2	b' = b d/2	Vu	Vu/φ _t h _{ud}	Mo.		As (cm2)	Dia (mm)	Nro.	Nro T.	Sp =(cm)	SENTIDO X = Y
0.03	0.012	22839.09	676.86	584.27	0.30	0.30	0.44	0.95	0.73	1414.63	0.17	67194.97	0.000042	32.26	16.00	16.05	16.00	14.00	16 Ø 16 @ 14 cm Mc
0.03	0.041	24693.34	552.39	466.11	0.30	0.30	0.44	0.95	0.73	1154.50	0.14	54838.61	0.000034	32.26	16.00	16.05	16.00	14.00	16 Ø 16 @ 14 cm Mc
0.02	0.004	20626.37	501.59	444.79	0.30	0.30	0.44	0.95	0.73	1048.31	0.13	49794.95	0.000031	32.26	16.00	16.05	16.00	14.00	16 Ø 16 @ 14 cm Mc
0.02	0.051	23326.50	410.81	360.36	0.30	0.30	0.44	0.95	0.73	858.60	0.10	40783.59	0.000025	32.26	16.00	16.05	16.00	14.00	16 Ø 16 @ 14 cm Mc
0.02	0.003	22868.52	418.89	383.74	0.30	0.30	0.44	0.95	0.73	875.49	0.11	41585.69	0.000026	32.26	16.00	16.05	16.00	14.00	16 Ø 16 @ 14 cm Mc
0.02	0.053	23007.35	346.45	311.12	0.30	0.30	0.44	0.95	0.73	724.08	0.09	34993.91	0.000021	32.26	16.00	16.05	16.00	14.00	16 Ø 16 @ 14 cm Mc
0.02	0.004	23470.40	588.60	526.45	0.30	0.30	0.44	0.95	0.73	1230.16	0.15	58432.78	0.000036	32.26	16.00	16.05	16.00	14.00	16 Ø 16 @ 14 cm Mc
0.03	0.065	20625.48	498.95	426.52	0.30	0.30	0.44	0.95	0.73	1042.80	0.13	49533.09	0.000031	32.26	16.00	16.05	16.00	14.00	16 Ø 16 @ 14 cm Mc
0.02	0.005	22578.60	539.66	494.39	0.30	0.30	0.44	0.95	0.73	1127.89	0.14	53574.72	0.000033	32.26	16.00	16.05	16.00	14.00	16 Ø 16 @ 14 cm Mc
0.02	0.048	23361.55	432.92	386.19	0.30	0.30	0.44	0.95	0.73	904.81	0.11	42978.54	0.000027	32.26	16.00	16.05	16.00	14.00	16 Ø 16 @ 14 cm Mc
0.01	0.004	21374.38	337.16	326.77	0.30	0.30	0.44	0.95	0.73	704.67	0.09	33471.70	0.000021	32.26	16.00	16.05	16.00	14.00	16 Ø 16 @ 14 cm Mc
0.01	0.056	20124.85	224.68	209.47	0.30	0.30	0.44	0.95	0.73	489.58	0.06	22304.94	0.000014	32.26	16.00	16.05	16.00	14.00	16 Ø 16 @ 14 cm Mc
0.12	0.069	26297.23	3712.18	901.22	0.30	0.30	0.24	0.45	0.33	2004.58	0.82	45102.98	0.000173	9.60	14.00	6.24	7.00	19.00	7 Ø 14 @ 19 cm Mc
0.17	0.213	25719.76	3609.66	324.42	0.30	0.30	0.24	0.45	0.33	1949.22	0.80	43857.35	0.000168	9.60	14.00	6.24	7.00	19.00	7 Ø 14 @ 19 cm Mc
0.00	0.016	22512.20	158.91	153.01	0.30	0.30	0.24	0.45	0.33	85.81	0.04	1930.73	0.000007	9.60	14.00	6.24	7.00	19.00	7 Ø 14 @ 19 cm Mc
0.00	0.070	20787.17	18.81	18.17	0.30	0.30	0.24	0.45	0.33	10.16	0.00	228.50	0.000001	9.60	14.00	6.24	7.00	19.00	7 Ø 14 @ 19 cm Mc

CAPACIDAD PORTANTE SUELOS

PRESIONES ADMISIBLES EN EL TERRENO DE CIMENTACIÓN					
Naturaleza del terreno	Presión admisible en Kg/cm², para profundidad de cimentación en m de:				
	0	0,5	1	2	3
I. Rocas ⁽¹⁾					
No estratificadas	30	40	50	60	60
Estratificadas	10	12	16	20	29
2. Terrenos sin cohesión ⁽²⁾					
Graveras	--	4	5	6,3	8
Arenosos gruesos	--	2,5	3,2	4	5
Arenosos finos	--	1,6	2	2,5	3,2
3. Terrenos coherentes					
Arcillosos duros	--	--	4	4	4
Arcillosos semiduros	--	--	2	2	2
Arcillosos blandos	--	--	1	1	1
Arcillosos fluidos	--	--	0,5	0,5	0,5
4. Terrenos deficientes					
Fangos	En general resistencia nula, salvo que se determine experimentalmente el valor admisible				
Terrenos orgánicos					
Rellenos sin consolidar					
Observaciones:					

1) Los valores que se indican corresponden a rocas sanas, pudiendo tener alguna grieta. Para rocas meteorizadas o muy agrietadas las tensiones se reducirán prudencialmente.

2) Los valores indicados se refieren a aterrenos consolidados que requieren el uso del pico para removerlos. Para terrenos de consolidación media en que la pala penetra con dificultad, los valores anteriores se multiplicarán por 0.8. Para terrenos sueltos, que se remuevan fácilmente con la pala, los valores indicados se multiplicarán por 0.5.

Los valores indicados corresponden a una anchura de cimientto igual o superior a 1 m. En caso de anchuras inferiores, la presión se multiplicará por la anchura del cimientto expresada en metros. Cuando el nivel freático diste de la superficie de apoyo menos de su anchura, los valores de la Tabla se multiplicarán por 0.8.

PERIODOS DE FRECUENCIA SAP 2000

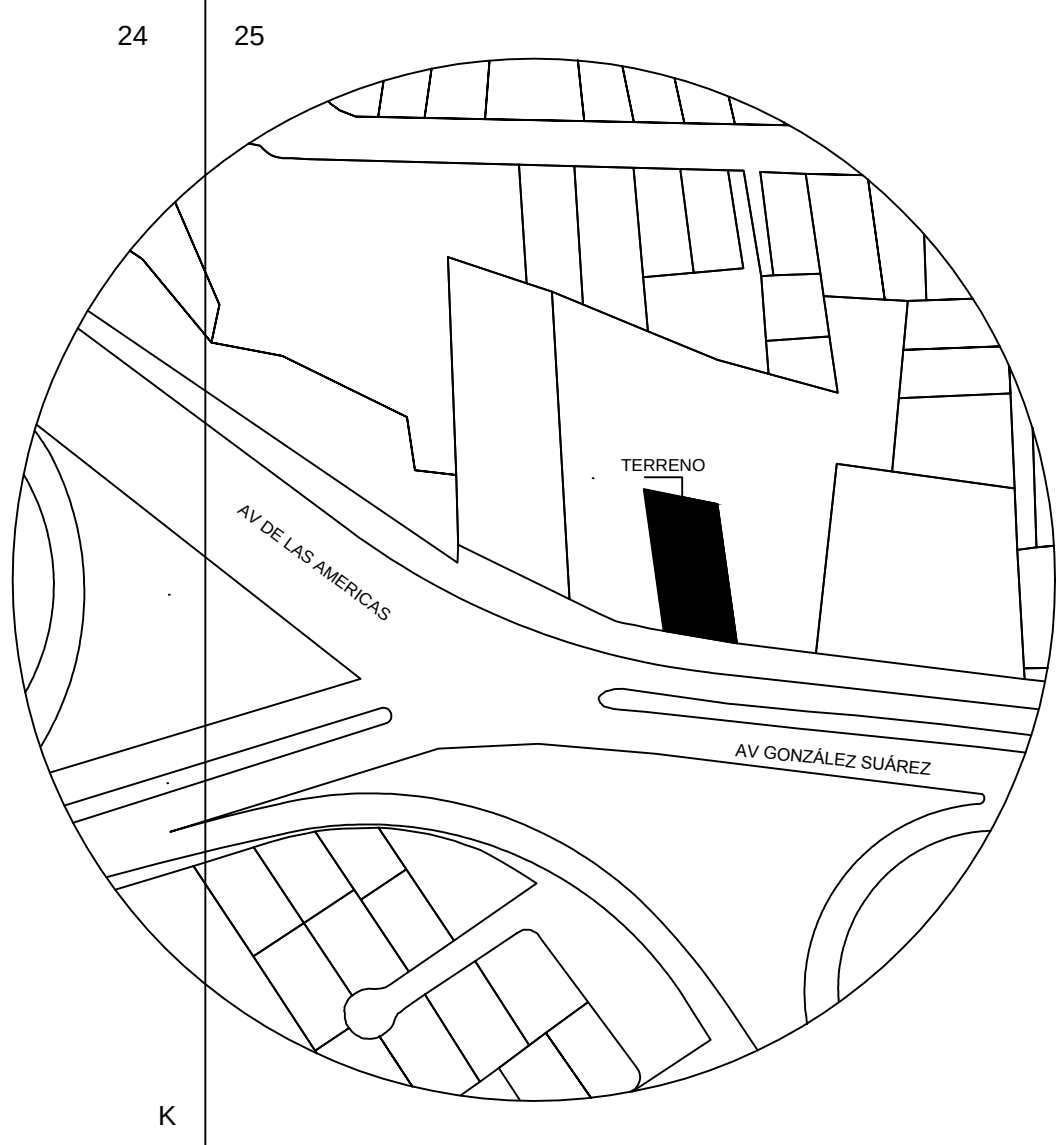
TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,650483	1,537319722	9,659264691	93,30139436
MODAL	Mode	2	0,62283	1,605574063	10,08811936	101,7701522
MODAL	Mode	3	0,543652	1,839413064	11,55737314	133,5728739
MODAL	Mode	4	0,303015	3,300171528	20,73558925	429,9646617
MODAL	Mode	5	0,299004	3,344437347	21,0137196	441,5764115
MODAL	Mode	6	0,289343	3,456107361	21,71536299	471,5569899
MODAL	Mode	7	0,263684	3,792420125	23,82847841	567,7963832
MODAL	Mode	8	0,248489	4,024323415	25,28556975	639,3600377
MODAL	Mode	9	0,167542	5,968636202	37,50204729	1406,403551
MODAL	Mode	10	0,155781	6,419250763	40,33334208	1626,778483
MODAL	Mode	11	0,151003	6,622382124	41,60965406	1731,363311
MODAL	Mode	12	0,148326	6,74192444	42,36076058	1794,434037

DESPLAZAMIENTOS SAP 2000

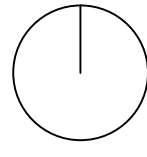
TABLE: Joint Displacements										
Joint Text	Input Text	Case Text	Type Text	U1 cm	U2 cm	U3 cm	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians	
19	Env X	Combination	Max	0	0	0	0	0	0	0
20	Env X	Combination	Max	0.27371	-0.033206	-0.119145	-0.000389	0.000971	-0.000029	
21	Env X	Combination	Max	0	0	0	0	0	0	0
22	Env X	Combination	Max	0.275269	-0.023271	-0.090205	-0.000307	0.00062	-0.000029	
23	Env X	Combination	Max	0	0	0	0	0	0	0
24	Env X	Combination	Max	0.276111	-0.015332	-0.085404	-0.000291	0.000525	-0.000029	
25	Env X	Combination	Max	0	0	0	0	0	0	0
26	Env X	Combination	Max	0.276856	-0.00767	-0.099941	-0.000508	0.000369	-0.00003	
27	Env X	Combination	Max	0	0	0	0	0	0	0
28	Env X	Combination	Max	0.277888	0.011881	-0.133593	-0.000564	0.000766	-0.000028	
29	Env X	Combination	Max	0	0	0	0	0	0	0
30	Env X	Combination	Max	0.278207	0.027829	-0.089526	-0.000455	0.000682	-0.000028	
56	Env X	Combination	Max	0	0	0	0	0	0	0
57	Env X	Combination	Max	0.272085	-0.047483	-0.027826	-0.002349	-0.001445	-0.000027	
63	Env X	Combination	Max	0	0	0	0	0	0	0
64	Env X	Combination	Max	0.27824	0.040334	-0.045743	-0.000303	0.000873	-0.000027	
72	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.091025	-0.213516	-0.000545	0.001826	-0.000067	
73	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.068017	-0.162869	-0.000331	0.0006	-0.000067	
74	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.049179	-0.155073	-0.000396	0.000585	-0.000067	
75	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.031014	-0.182714	-0.000386	0.000227	-0.000067	
76	Env X	Combination	Max	0.667509	0.003378	-0.242461	-0.000678	0.000821	-0.000067	
77	Env X	Combination	Max	0.667509	0.033982	-0.157589	-0.000458	0.000799	-0.000067	
89	Env X	Combination	Max	0.667509	0.058346	-0.081493	-0.000353	0.001015	-0.000067	
99	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.204759	-0.278317	0.000099	0.001474	-0.000127	
100	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.161165	-0.215211	-0.000127	0.000604	-0.000127	
101	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.125474	-0.204913	-0.000242	0.000534	-0.000127	
102	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.091057	-0.242489	-0.000187	0.000158	-0.000127	
103	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.00708	-0.319956	-0.000595	0.000773	-0.000127	
104	Env X	Combination	Max	1.027981	0.071742	-0.199473	-0.000569	0.000687	-0.000127	
111	Env X	Combination	Max	1.027981	0.132675	-0.100042	-0.000669	0.000999	-0.000127	
114	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.345226	-0.312838	-0.001036	0.002353	-0.000219	
115	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.27008	-0.246787	-0.000711	0.000407	-0.000219	
116	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.208558	-0.234865	-0.000703	0.000533	-0.000219	
117	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.149233	-0.280008	-0.001015	0.000105	-0.000219	
118	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.001881	-0.366353	-0.001375	0.00073	-0.000219	
119	Env X	Combination	Max	1.363335	0.130259	-0.214288	-0.000604	0.001495	-0.000219	
127	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.435901	-0.328317	-0.00292	-0.000108	-0.000307	
128	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.330308	-0.278513	-0.003368	0.00052	-0.000307	
129	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.243268	-0.261732	-0.003184	0.000227	-0.000307	
130	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.159337	-0.316991	-0.003705	-0.000295	-0.000307	
131	Env X	Combination	Max	1.800539	0.042655	-0.409565	-0.003605	0.000607	-0.000307	
132	Env X	Combination	Max	1.800539	0.221105	-0.227718	-0.001703	0.001293	-0.000307	
140	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.111786	-1.671468	-0.003609	0.00693	-0.000067	
141	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.241545	-1.550884	-0.002348	0.006448	-0.000127	
142	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.408635	-1.825397	-0.002656	0.007212	-0.000219	
148	Env X	Combination	Max	1.866304	0.285532	-0.22803	0.000028	0.000186	-0.000304	
149	Env X	Combination	Max	1.852057	0.298119	-0.412352	-0.001396	0.000367	-0.000028	
150	Env X	Combination	Max	1.840293	0.144344	-0.319065	-0.001761	0.000608	-0.000137	
151	Env X	Combination	Max	1.840317	-0.006441	-0.279766	-0.002002	0.000284	-0.000269	
175	Env X	Combination	Max	1.838585	0.043549	-0.263322	-0.001723	0.000367	-0.000183	
594	Env X	Combination	Max	1.800539	0.011708	-0.466172	-0.004634	0.001027	-0.000307	
604	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.019239	-0.535518	-0.005255	0.000864	-0.000307	
614	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.050185	-0.569285	-0.005538	0.000222	-0.000307	
624	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.081132	-0.543227	-0.005516	0.000523	-0.000307	
634	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.112079	-0.470331	-0.005209	0.001077	-0.000307	
644	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.136911	-0.378784	-0.004624	0.001141	-0.000307	
662	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.18032	-0.299389	-0.003921	-0.000257	-0.000307	
672	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.201303	-0.281641	-0.003885	-0.000261	-0.000307	
682	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.222286	-0.265472	-0.003652	-0.000156	-0.000307	
700	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.265028	-0.266046	-0.00359	0.000082	-0.000307	
710	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.286788	-0.26983	-0.003751	0.000028	-0.000307	
720	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.308548	-0.270224	-0.003694	0.000043	-0.000307	
738	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.348027	-0.307933	-0.003713	0.000619	-0.000307	
748	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.365746	-0.342069	-0.003861	0.000556	-0.000307	
758	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.383344	-0.365663	-0.003848	0.000275	-0.000307	
768	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.400863	-0.370586	-0.003684	-0.000064	-0.000307	
778	Env X	Combination	Max	1.800539	-0.418382	-0.356092	-0.003378	-0.000209	-0.000307	
945	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.164064	-0.274058	-0.001349	-0.000224	-0.000219	
955	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.178895	-0.252229	-0.001403	-0.000289	-0.000219	
965	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.193727	-0.231433	-0.001203	-0.000145	-0.000219	
983	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.223939	-0.245649	-0.00119	0.000169	-0.000219	
993	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.239319	-0.254191	-0.00134	0.000057	-0.000219	
1003	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.2547	-0.249899	-0.001199	-0.000069	-0.000219	
1021	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.282605	-0.245071	-0.001311	-0.000012	-0.000219	
1031	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.295129	-0.23974	-0.001681	-0.000114	-0.000219	
1041	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.307653	-0.232645	-0.001857	-0.000076	-0.000219	
1051	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.320177	-0.227163	-0.001835	0.00017	-0.000219	
1061	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.332701	-0.251359	-0.001598	0.000944	-0.000219	
1079	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.361078	-0.536004	-0.001952	0.004884	-0.000219	
1089	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.37693	-0.904652	-0.002412	0.006391	-0.000219	
1099	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.392783	-1.351292	-0.002607	0.00709	-0.000219	
1261	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.099661	-0.243232	-0.000484	-0.000125	-0.000127	
1271	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.108265	-0.226775	-0.000596	-0.000225	-0.000127	
1281	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.11687	-0.205278	-0.000548	-0.000191	-0.000127	
1299	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.134396	-0.216028	-0.000583	0.00018	-0.000127	
1309	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.143319	-0.224099	-0.000665	0.000028	-0.000127	
1319	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.152242	-0.21485	-0.000553	-0.000095	-0.000127	
1337	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.168431	-0.230837	-0.000419	0.000373	-0.000127	
1347	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.175696	-0.248307	-0.000521	0.000026	-0.000127	
1357	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.182962	-0.257233	-0.00051	0.00008	-0.000127	
1367	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.190228	-0.252256	-0.000408	0.000007045	-0.000127	
1377	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.197494	-0.255626	-0.000224	0.000389	-0.000127	
1395	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.213956	-0.43904	-0.001091	0.004036	-0.000127	
1405	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.223152	-0.74696	-0.001771	0.005569	-0.000127	
1415	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.232349	-1.134379	-0.002148	0.006295	-0.000127	
1791	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.035556	-0.185736	-0.000658	-0.000082	-0.000067	
1801	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.040097	-0.172866	-0.000749	-0.000156	-0.000067	

1811	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.044638	-0.152622	-0.000695	-0.000169	-0.000067
1829	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.053888	-0.166999	-0.000694	0.000186	-0.000067
1839	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.058598	-0.175043	-0.000763	0.000002	-0.000067
1849	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.063307	-0.16207	-0.000666	-0.000118	-0.000067
1867	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.071851	-0.174489	-0.000584	0.000277	-0.000067
1877	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.075686	-0.18654	-0.000682	0.000015	-0.000067
1887	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.079521	-0.188705	-0.000699	-6.093E-07	-0.000067
1897	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.083356	-0.173143	-0.000672	-0.000039	-0.000067
1907	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.08719	-0.175413	-0.00063	0.000458	-0.000067
1925	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.096215	-0.406021	-0.001923	0.004453	-0.000067
1935	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.101406	-0.759651	-0.002769	0.006	-0.000067
1945	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.106596	-1.199042	-0.003296	0.00673	-0.000067
2037	Env X	Combination	Max	0.667509	0.028729	-0.201704	-0.000865	0.000836	-0.000067
2045	Env X	Combination	Max	0.667509	0.023476	-0.253679	-0.001091	0.00067	-0.000067
2050	Env X	Combination	Max	0.667509	0.018223	-0.281546	-0.001195	0.000201	-0.000067
2055	Env X	Combination	Max	0.667509	0.01297	-0.262314	-0.001187	-0.000234	-0.000067
2060	Env X	Combination	Max	0.667509	0.008148	-0.23438	-0.001054	-0.00021	-0.000067
2293	Env X	Combination	Max	0.278188	0.025461	-0.117904	-0.000702	0.000591	-0.000025
2303	Env X	Combination	Max	0.278157	0.022922	-0.154162	-0.000837	0.000476	-0.000027
2313	Env X	Combination	Max	0.278113	0.020297	-0.16998	-0.000903	0.000111	-0.000028
2323	Env X	Combination	Max	0.278057	0.017628	-0.147808	-0.000899	-0.000211	-0.000028
2333	Env X	Combination	Max	0.277983	0.014858	-0.123057	-0.000813	-0.000161	-0.000031
2350	Env X	Combination	Max	0.277835	0.010067	-0.164016	-0.000951	0.001005	-0.000023
2359	Env X	Combination	Max	0.277766	0.008093	-0.21411	-0.001193	0.001024	-0.000026
2368	Env X	Combination	Max	0.277681	0.006032	-0.25931	-0.001351	0.000749	-0.000026
2377	Env X	Combination	Max	0.277576	0.003959	-0.283816	-0.00145	0.000229	-0.000027
2386	Env X	Combination	Max	0.277444	0.001869	-0.271365	-0.001544	-0.000326	-0.000027
2395	Env X	Combination	Max	0.277268	-0.00037	-0.222676	-0.001571	-0.000751	-0.000029
2404	Env X	Combination	Max	0.277099	-0.002724	-0.162585	-0.001407	-0.00094	-0.00003
2413	Env X	Combination	Max	0.276955	-0.005226	-0.112593	-0.001068	-0.000587	-0.000034
2430	Env X	Combination	Max	0.276612	-0.009399	-0.10327	-0.000624	-0.000014	-0.000026
2439	Env X	Combination	Max	0.276419	-0.011255	-0.099855	-0.000605	-0.000071	-0.000029
2448	Env X	Combination	Max	0.276255	-0.013216	-0.081877	-0.00051	-0.000128	-0.000031
2466	Env X	Combination	Max	0.275895	-0.017106	-0.093678	-0.000481	0.000143	-0.000026
2476	Env X	Combination	Max	0.275686	-0.019037	-0.099358	-0.000537	0.000009906	-0.000029
2486	Env X	Combination	Max	0.275477	-0.021076	-0.083928	-0.000495	-0.000087	-0.000031
2504	Env X	Combination	Max	0.275042	-0.024705	-0.102089	-0.000548	0.000341	-0.000026
2514	Env X	Combination	Max	0.274809	-0.026238	-0.115959	-0.000687	0.000203	-0.000028
2524	Env X	Combination	Max	0.274567	-0.027858	-0.122331	-0.000754	0.000035	-0.000029
2534	Env X	Combination	Max	0.274311	-0.029515	-0.111206	-0.000737	-0.000082	-0.000029
2544	Env X	Combination	Max	0.27403	-0.031281	-0.103915	-0.000631	0.00012	-0.000033
2562	Env X	Combination	Max	0.273615	-0.03503	-0.191237	-0.000898	0.001469	-0.000025
2572	Env X	Combination	Max	0.273464	-0.037087	-0.290918	-0.001247	0.001405	-0.000028
2582	Env X	Combination	Max	0.273287	-0.039227	-0.360029	-0.001527	0.000638	-0.000028
2592	Env X	Combination	Max	0.273089	-0.041384	-0.365551	-0.001754	-0.000413	-0.000028
2602	Env X	Combination	Max	0.272857	-0.043543	-0.296749	-0.001946	-0.001314	-0.000029
2612	Env X	Combination	Max	0.272553	-0.045639	-0.16481	-0.002133	-0.001859	-0.000026
2710	Env X	Combination	Max	0.274986	-0.025031	-0.105141	-0.000558	0.000279	-0.000027
2715	Env X	Combination	Max	0.274703	-0.026934	-0.11969	-0.00068	0.000135	-0.000029
2720	Env X	Combination	Max	0.274409	-0.028899	-0.117247	-0.000707	-0.000048	-0.000029
2725	Env X	Combination	Max	0.274089	-0.030938	-0.103786	-0.00063	0.000018	-0.000031
2866	Env X	Combination	Max	0.278242	0.031175	-0.080369	-0.000596	-0.000159	-0.000029
2867	Env X	Combination	Max	0.278257	0.034324	-0.09938	-0.000584	0.000064	-0.000028
2868	Env X	Combination	Max	0.278257	0.037392	-0.091102	-0.000487	0.000426	-0.000027
3078	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.000483	-0.286243	-0.00118	0.001238	-0.000067
3087	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.004344	-0.355909	-0.001448	0.001317	-0.000067
3096	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.008206	-0.418255	-0.001579	0.000954	-0.000067
3105	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.012067	-0.446899	-0.001594	0.000283	-0.000067
3114	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.015915	-0.422538	-0.001511	-0.000443	-0.000067
3123	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.01969	-0.363303	-0.001344	-0.001035	-0.000067
3132	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.023465	-0.284682	-0.001107	-0.001346	-0.000067
3141	Env X	Combination	Max	0.667509	-0.027239	-0.212348	-0.000804	-0.000955	-0.000067
3315	Env X	Combination	Max	0.667509	0.053474	-0.135144	-0.000486	0.000601	-0.000067
3323	Env X	Combination	Max	0.667509	0.048601	-0.158127	-0.000583	0.000314	-0.000067
3328	Env X	Combination	Max	0.667509	0.043728	-0.153952	-0.000641	-0.000013	-0.000067
3333	Env X	Combination	Max	0.667509	0.038855	-0.141776	-0.000622	-0.000032	-0.000067
3631	Env X	Combination	Max	1.027981	0.058605	-0.246656	-0.000993	0.000886	-0.000127
3636	Env X	Combination	Max	1.027981	0.045468	-0.3046	-0.001213	0.000789	-0.000127
3638	Env X	Combination	Max	1.027981	0.032331	-0.340042	-0.001295	0.00034	-0.000127
3640	Env X	Combination	Max	1.027981	0.019194	-0.331587	-0.001248	-0.000121	-0.000127
3642	Env X	Combination	Max	1.027981	0.006057	-0.311244	-0.001056	-0.000142	-0.000127
3657	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.017711	-0.3634	-0.001135	0.001202	-0.000127
3659	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.028343	-0.432054	-0.001411	0.001291	-0.000127
3661	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.038975	-0.492879	-0.001537	0.00092	-0.000127
3663	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.049607	-0.517836	-0.001539	0.000246	-0.000127
3665	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.060238	-0.49193	-0.001434	-0.000478	-0.000127
3667	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.0696	-0.43096	-0.00124	-0.00107	-0.000127
3669	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.076752	-0.350285	-0.000973	-0.001377	-0.000127
3671	Env X	Combination	Max	1.027981	-0.083905	-0.275414	-0.000639	-0.001007	-0.000127
3688	Env X	Combination	Max	1.027981	0.120488	-0.157344	-0.000765	0.000791	-0.000127
3691	Env X	Combination	Max	1.027981	0.108302	-0.188673	-0.000829	0.000418	-0.000127
3692	Env X	Combination	Max	1.027981	0.096115	-0.193033	-0.000838	0.000019	-0.000127
3694	Env X	Combination	Max	1.027981	0.083929	-0.185804	-0.000778	-0.000005296	-0.000127
3879	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.019704	-0.400244	-0.002316	0.000929	-0.000219
3880	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.037528	-0.450231	-0.002939	0.000919	-0.000219
3881	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.053351	-0.493352	-0.003304	0.00063	-0.000219
3882	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.073174	-0.509975	-0.003439	0.000121	-0.000219
3883	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.090998	-0.483493	-0.003362	-0.000416	-0.000219
3884	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.108821	-0.430751	-0.003086	-0.000859	-0.000219
3885	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.124575	-0.364638	-0.002618	-0.001083	-0.000219
3886	Env X	Combination	Max	1.363335	-0.136904	-0.305423	-0.001951	-0.000783	-0.000219
3889	Env X	Combination	Max	1.363335	0.108236	-0.282003	-0.001203	0.001072	-0.000219
3890	Env X	Combination	Max	1.363335	0.086212	-0.335507	-0.001649	0.000679	-0.000219
3891	Env X	Combination	Max	1.363335	0.064189	-0.36743	-0.001924	0.000302	-0.000219
3892	Env X	Combination	Max	1.363335	0.042166	-0.368584	-0.002005	-0.000021	-0.000219
3893	Env X	Combination	Max	1.363335	0.020142	-0.353338	-0.001863	-0.00005	-0.000219
3935	Env X	Combination	Max	1.800539	0.176493	-0.338386	-0.002704	0.000901	-0.000307
3942	Env X	Combination	Max	1.800539	0.13188	-0.39981	-0.003383	0.000335	-0.000307
3949	Env X	Combination	Max	1.800539	0.087268	-0.401347	-0.003747	-0.000052	-0.000307

6.2 PLANOS ARQUITECTONICOS Y ESTRUCTURALES.



UBICACION

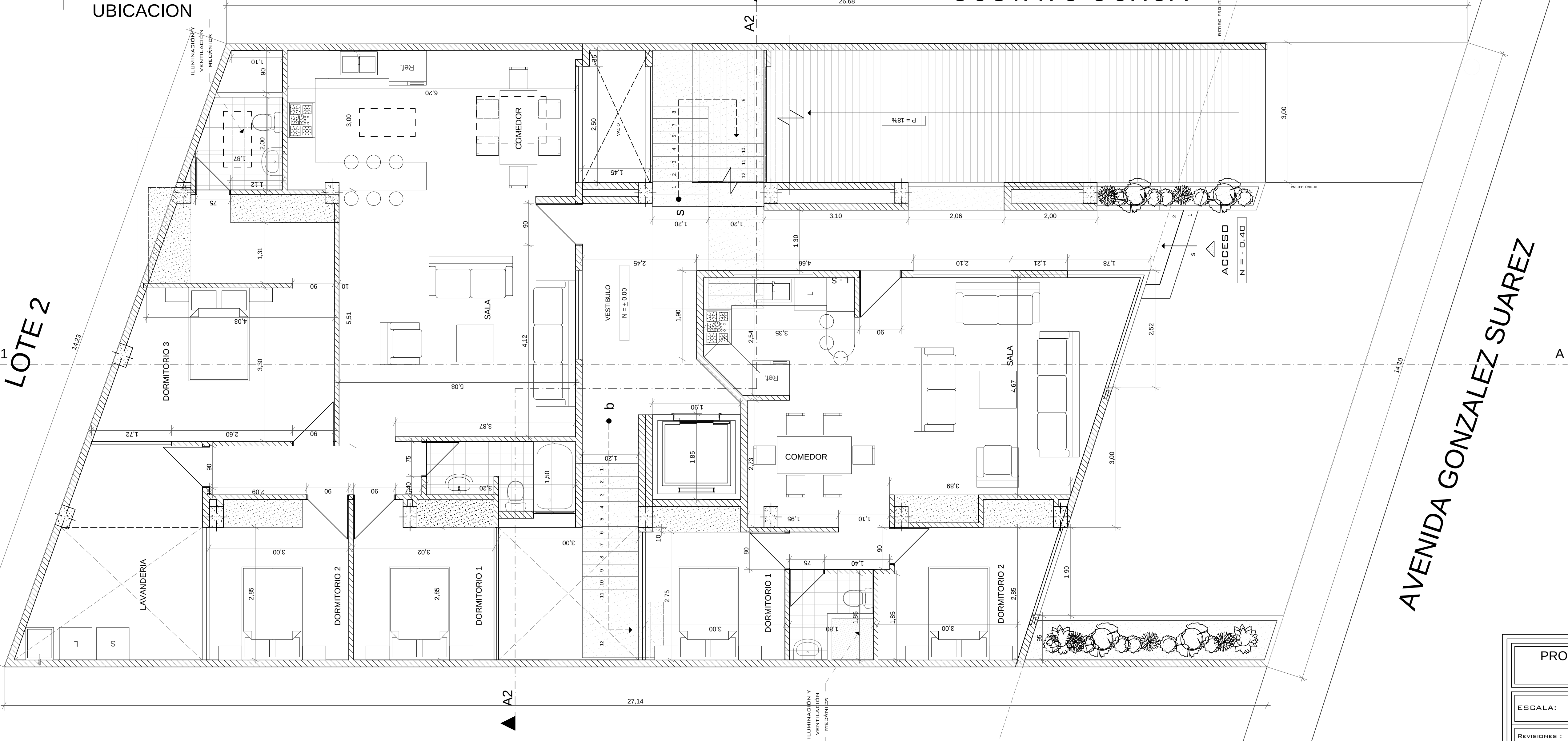


GUSTAVO OCHOA

CUADRO DE AREAS						
ZONIFICACION		AREA DEL TERRENO 361,16 m ²		CLAVE CATASTRAL 14-07-027-067		
C.O.S. PLANTA BAJA		69,39 %	C.O.S. O.P. 0,00%		C.U.S.	160,23 %
PISO	AREA BRUTA	AREA NO COMPUTABLE				C.O.S. P.B.
		circulacion	estacionamiento	otros	subsuelo	
P. BAJA	250,63 m ²	38,74 m ²	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00 m ²	69,39 %
P.P. ALTA	220,51 m ²	15,74 m ²	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00 m ²	61,05 %
S.P. ALTA	147,66 m ²	15,59 m ²	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00 m ²	40,88 %
T.P. ALTA	146,14 m ²	15,56 m ²	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00 m ²	40,46 %
BUHARDILLA	64,45 m ²	0,00 m ²	0,00 m ²	80,97 m ²	0,00 m ²	17,84 %
SUBSUELO			360,86 m ²			
TOTAL	829,39 m ²	TOTAL AREA NO COMPUTABLE		527,46 m ²	C.U.S.	160,23 %

ESPECIFICACIONES
TECNICAS

CIMENTACION	HORMIGON ARMADO
CADENAS	HORMIGON ARMADO
COLUMNAS	HORMIGON ARMADO
PAREDES	LADRILLO
ENLUCIDOS	MORTERO ARENA CEMENTO (1-3)
PISOS INTERIORES	PISO FLOTANTE CERAMICOS Y
PISOS EXTERIORES	HORMIGON SIMPLE
CUBIERTA	TEJA Y CERÁMICA
PUERTAS	MADERA
VENTANAS	ALUMINIO
ARMARIOS	MADERA
PINTURA	LATEX
ENTREPISOS	HORMIGON ARMADO
ESCALERAS	HORMIGON ARMADO
MURDS DE CONTENCIÓN	HORMIGO ARMADO



emplazamiento
ESCALA 1:50

PROYECTO MULTIFAMILIAR PARA EL:
Sr. Juan Alvarez

ESCALA: 1:50

REVISIONES :

DIB. ARG. PABLO MENDOZA
DIB. ELMER PUMA S.
REV. ARG. PABLO MENDOZA

ARG. PABLO MENDOZA
N°BENESCOT:1007-09-934556

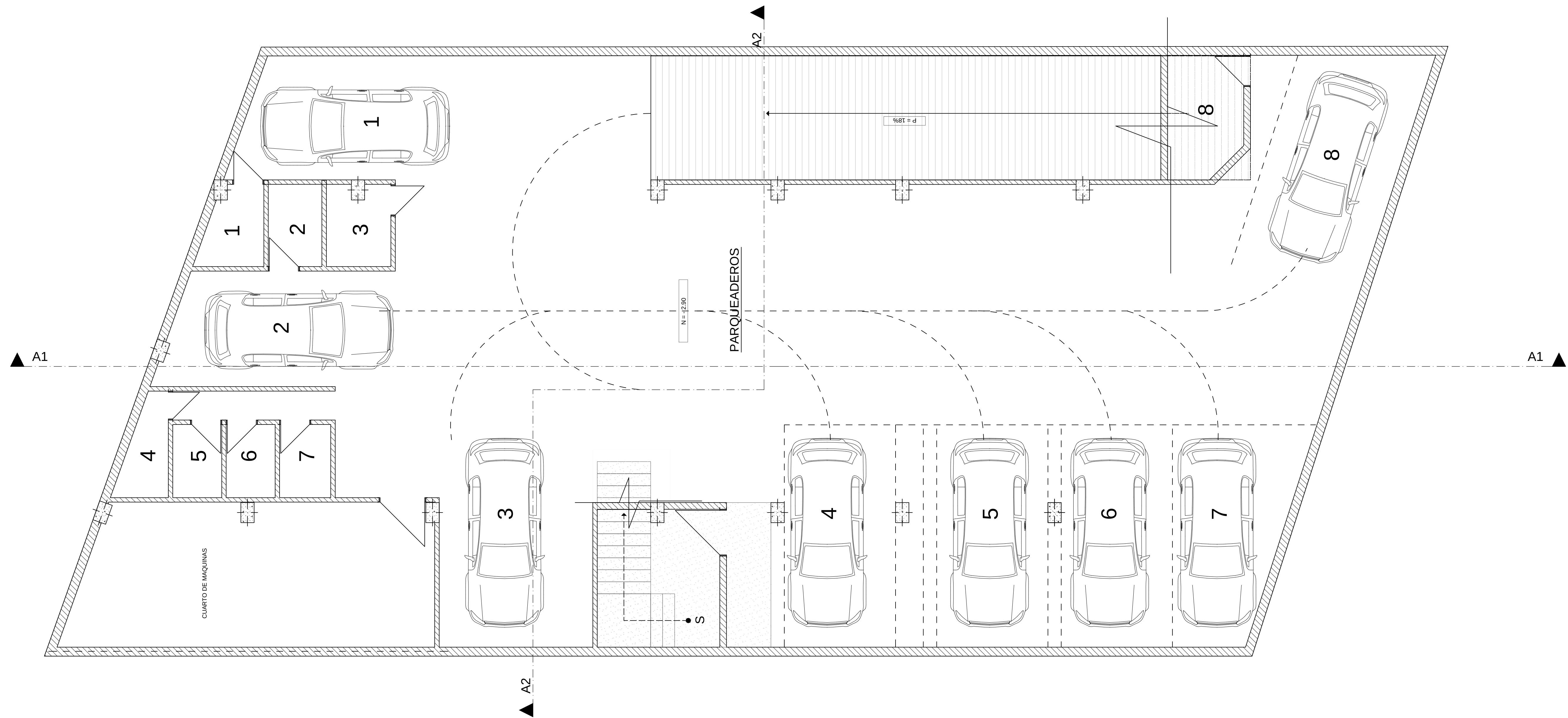
Contiene :

UBICACION
EMPLAZAMIENTO
CUADRO DE AREAS - ESPECIFICACIONES TECNICAS

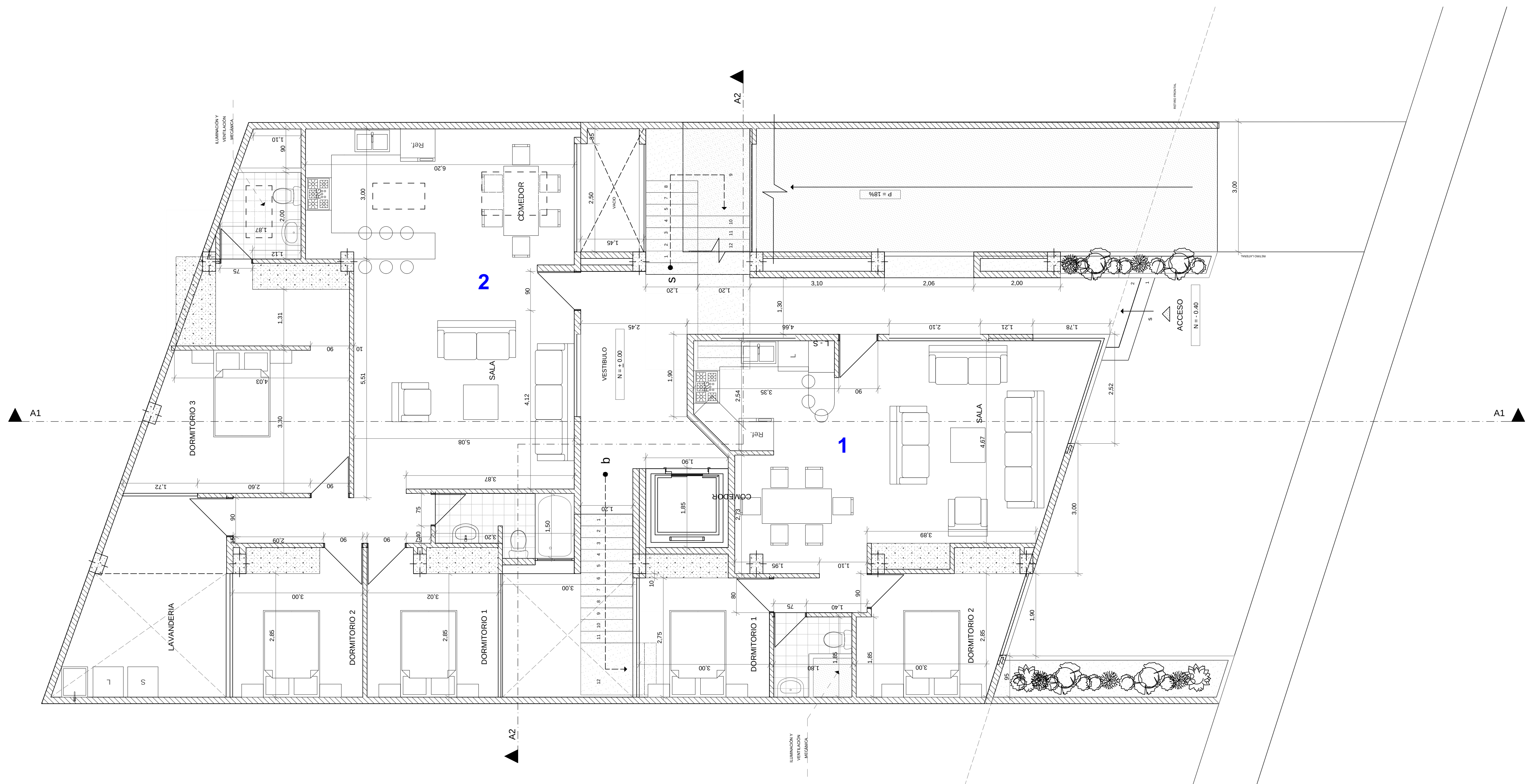
CUENCA, SEPTIEMBRE - 2014

HOJA : 1 / 13

PLANTA SOTANO
ESCALA 1:50

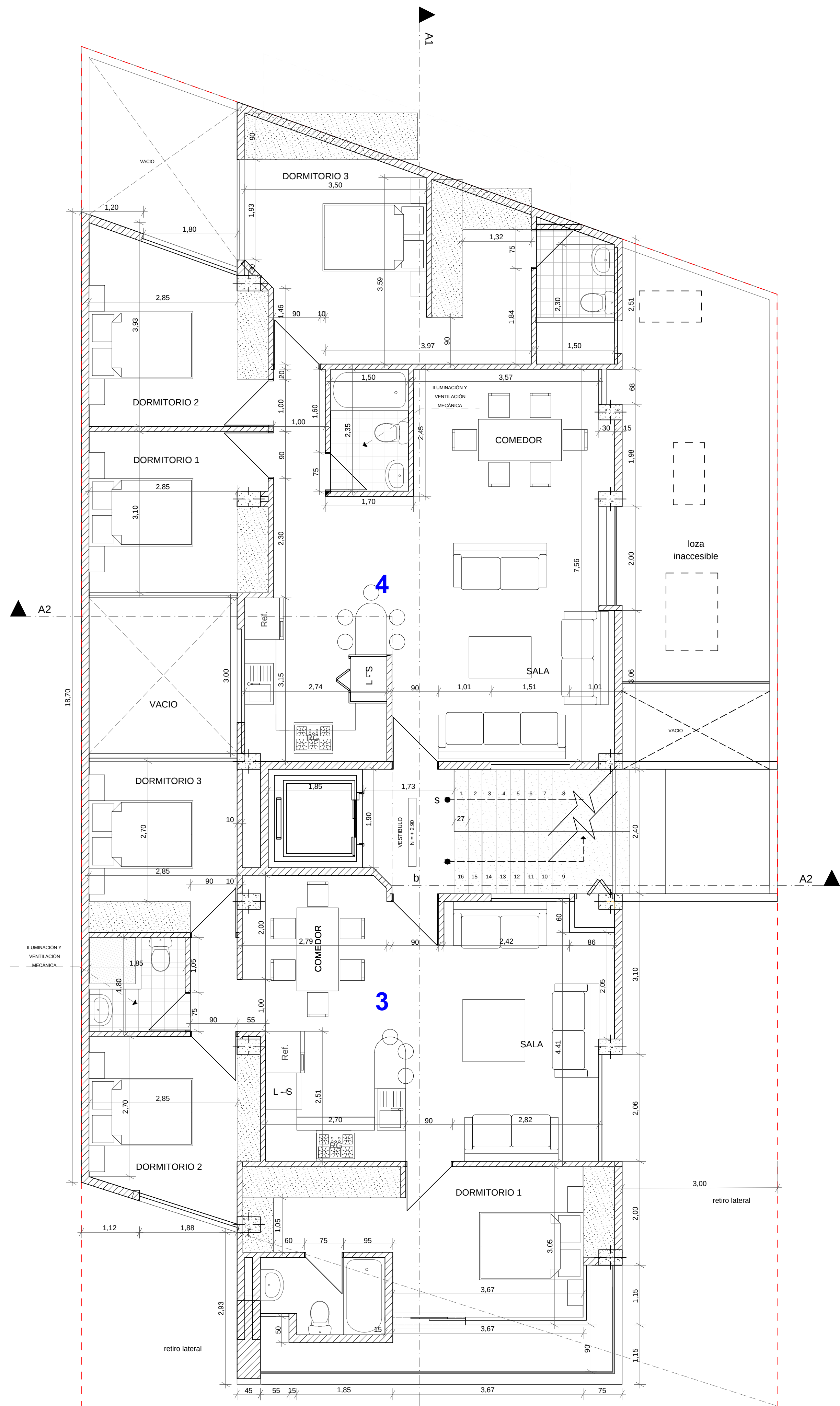


PROYECTO MULTIFAMILIAR PARA EL: Sr. Juan Alvarez	
ESCALA: 1:50	
REVISIONES :	DIS. ARQ. PABLO MENDOZA
	DIB. ELMER PUMA S.
	REV. ARQ. PABLO MENDOZA
ARQ. PABLO MENDOZA N°BENESCT:1007-09-934556	
CUENCA, SEPTIEMBRE - 2014	
Contiene : PLANTA DE SOTANO	HOJA : 2 / 13

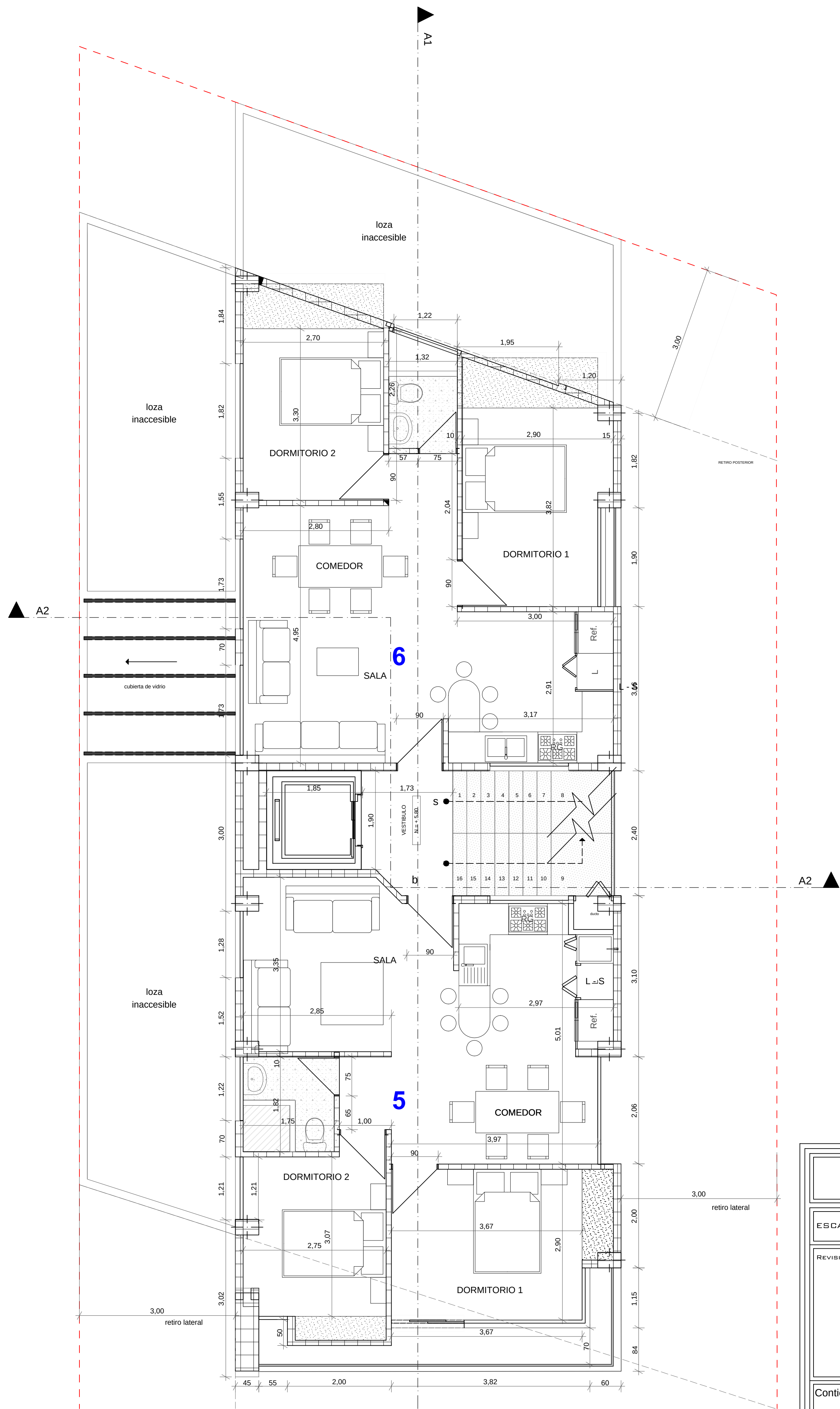


PLANTA BAJA
ESCALA 1:50

PROYECTO MULTIFAMILIAR PARA EL: Sr. Juan Alvarez	
ESCALA: 1:50	
REVISIONES:	
	DISEÑO: ARQ. PABLO MENDOZA
	DIBUJO: ELMER PUMA S.
	REVISIÓN: ARQ. PABLO MENDOZA
	ARQ. PABLO MENDOZA N° BENESCYT: 1007-09-934556
Contiene:	CUENCA, SEPTIEMBRE - 2014
PLANTA BAJA	HOJA : 3 / 13

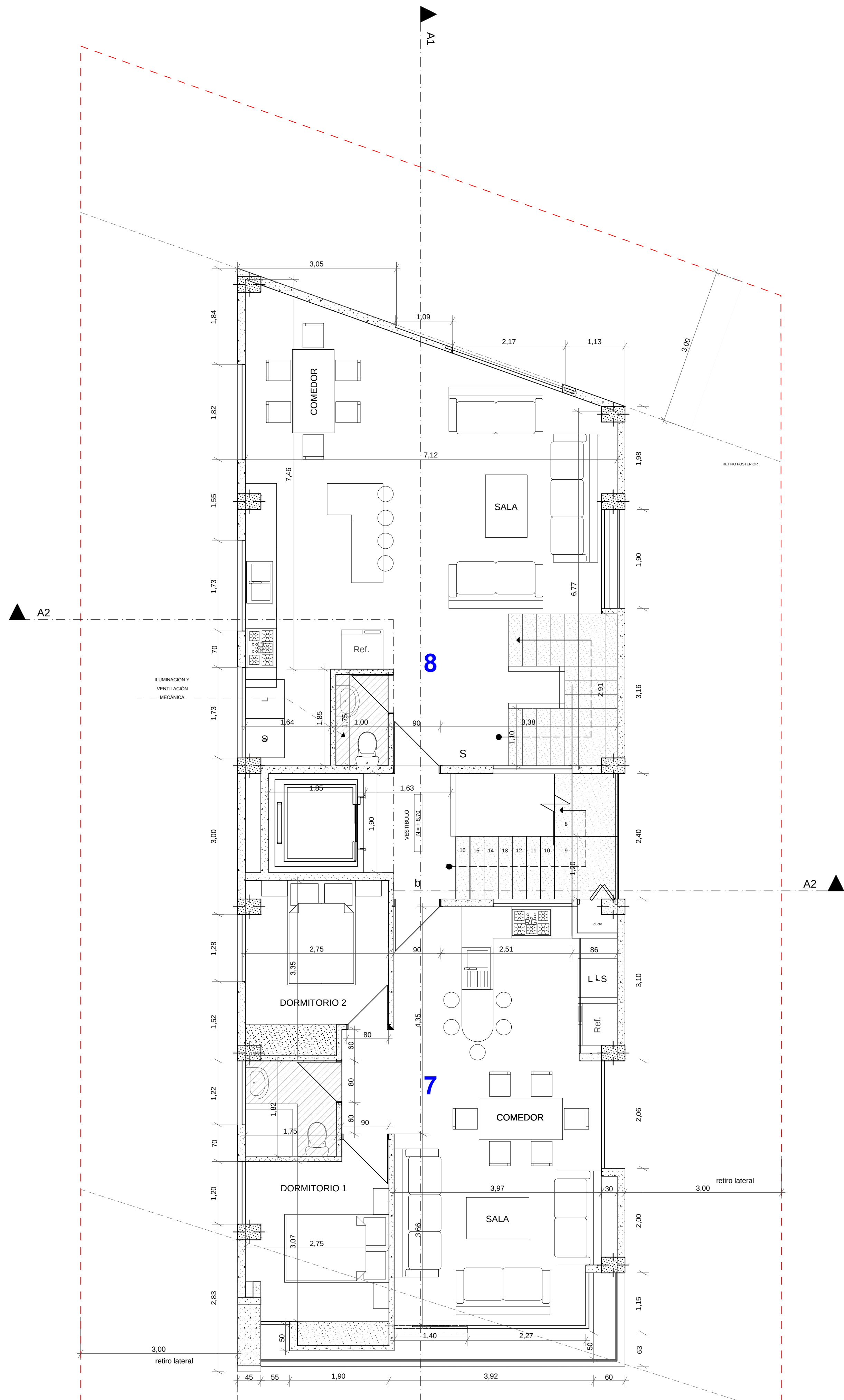


PRIMERA PLANTA ALTA
ESCALA 1:50

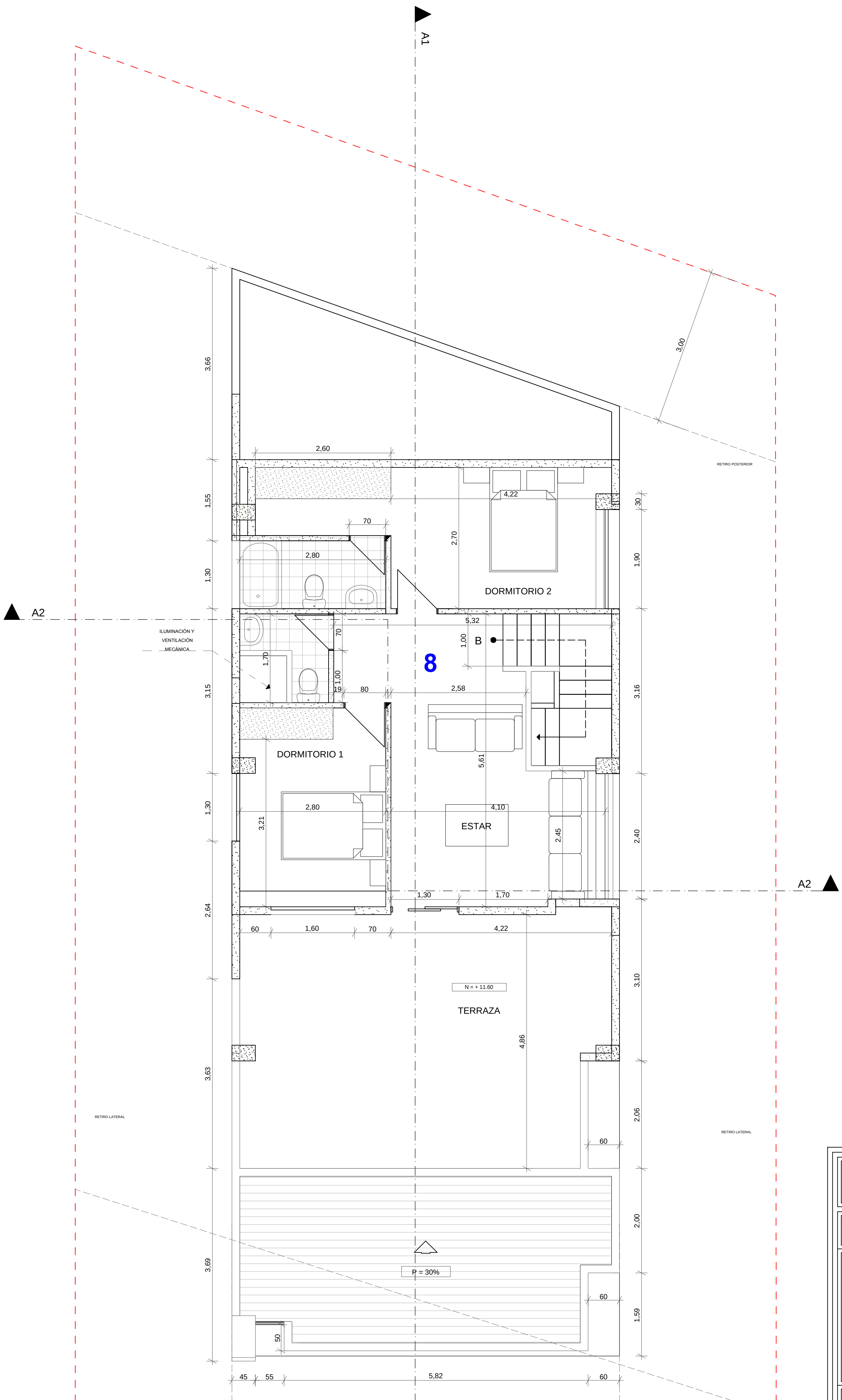


SEGUNDA PLANTA ALTA
ESCALA 1:50

PROYECTO MULTIFAMILIAR PARA EL: Sr. Juan Alvarez	
ESCALA: 1:50	
REVISIONES:	
	DIS. ARQ. PABLO MENDOZA DIR. ELMER PUMA S. REV. ARQ. PABLO MENDOZA
	ARQ. PABLO MENDOZA N°BENESCT:1007-09-934556
Contiene:	CUENCA, SEPTIEMBRE - 2014
2DA PLANTA ALTA, 1RA PLANTA ALTA	HOJA : 4/13



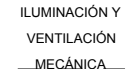
TERCERA PLANTA ALTA
ESCALA 1:50



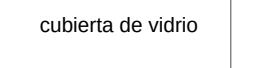
BUHARDILLA
ESCALA 1:50

PROYECTO MULTIFAMILIAR PARA EL: Sr. Juan Alvarez	
ESCALA: 1:50	DIS. ARQ. PABLO MENDOZA DIR. ELMER PUMA S. REV. ARQ. PABLO MENDOZA
REVISIONES :	
CONTIENE :	
BUHARDILLA, 3RA PLANTA ALTA	
CUENCA, SEPTIEMBRE - 2014	
HOJA : 5/13	

CUADRO DE AREAS			
DEPARTAMENTO	AREA (M2)	CIRCULACION	PISOS
1	74.05	6.36	P. BAJA
2	129.18		P. BAJA
3	90.01		pra. p/alta
4	106.31		pra. p/alta
5	68.63		2DA. P. ALTA
6	61.97		2DA. P. ALTA
7	67.87		3RA. P. ALTA
8	61.97		3RA. P. ALTA
8	64.45	2.36	buhardilla



DEPARTAMENTO 8
ESCALA 1:50



PLANTA DE CUBIERTAS
ESCALA 1:50

PROYECTO MULTIFAMILIAR PARA EL:
Sr. Juan alvarez

ESCALA: 1:50

REVISIONES :

DIS.	ARQ. PABLO MENDOZA
DIB.	ELMER PUMA G.
REV.	ARQ. PABLO MENDOZA

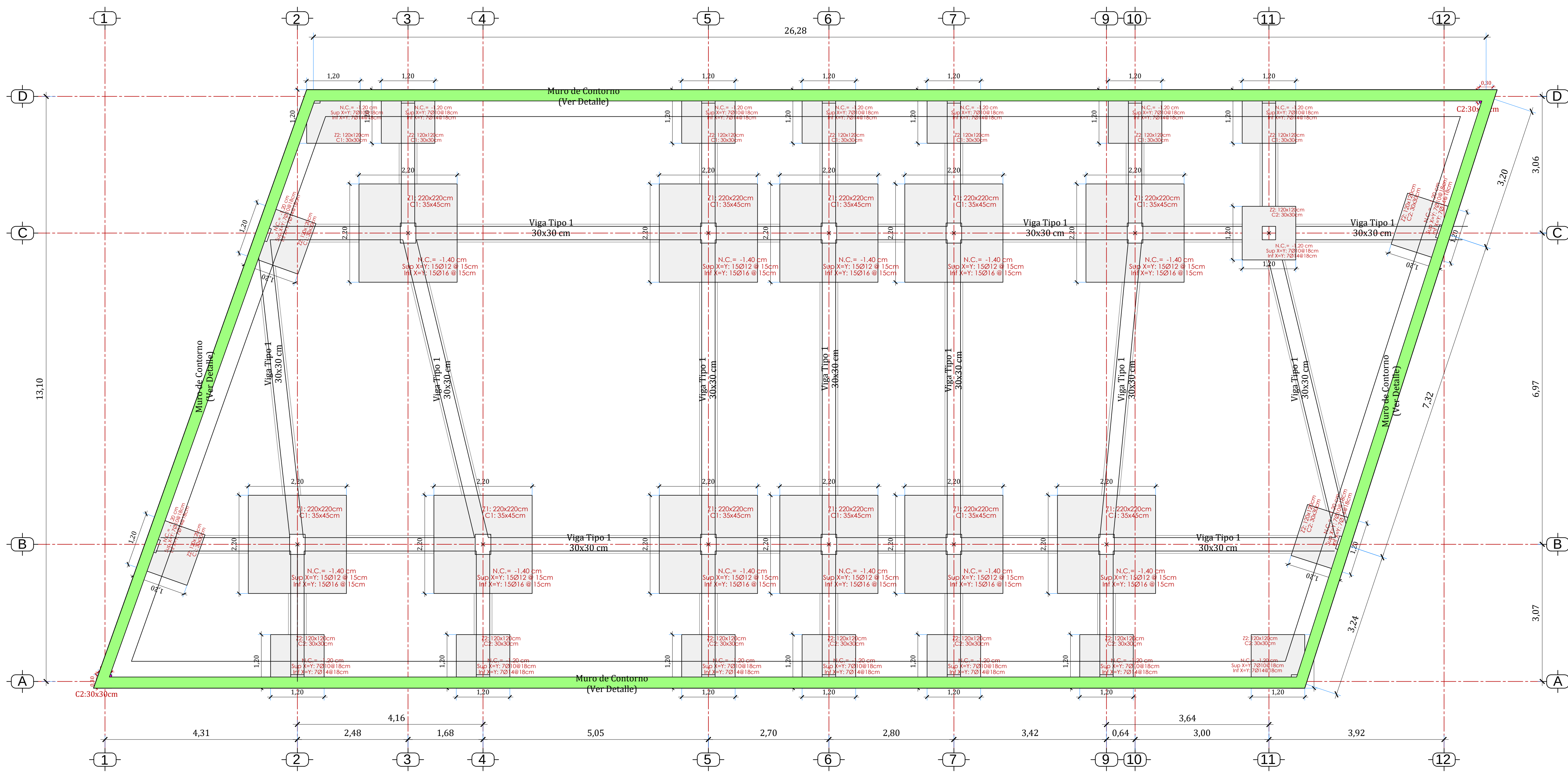
ARQ. PABLO MENDOZA
N°SENECYT:1007-09-934556

Contiene :

DEPARTAMENTO 8 , PLANTA DE CUBIERTAS

CUENCA, SEPTIEMBRE - 2014

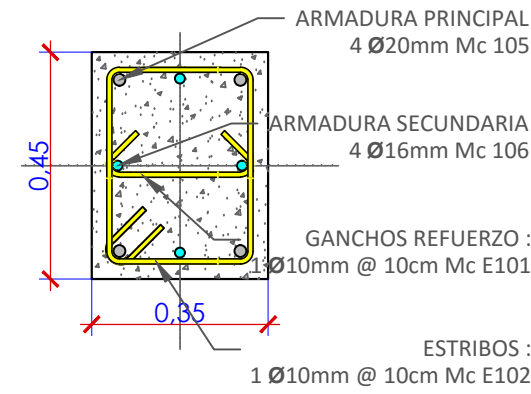
HOJA : 8/13



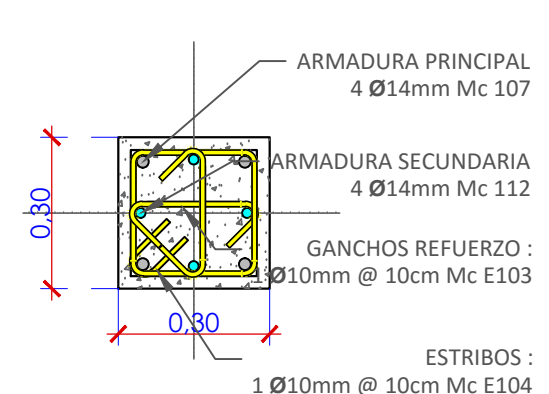
PLANTA DE CIMENTACIÓN
Detalle de Zapatas respectivas
Esc.: 1:50

ARMADURA ESTRUCTURAL EN ZAPATAS									
Ref.	Cant.	Dimensiones (m)				Armadura Superior			
		Ax	By	H		Rqe - X -	Rqe - Y -	Rqe - X -	Rqe - Y -
Z1	11.00	2.30	2.30	0.50	16016 #14 cm Mc 101	16016 #14 cm Mc 102	16016 #14 cm Mc 102	16016 #14 cm Mc 102	26.62
Z2	19.00	1.20	1.20	0.30	7014 #19 cm Mc 103	23016 #14 cm Mc 103	7010 #19 cm Mc 104	7010 #19 cm Mc 104	8.21
									34.83

SECCIÓN ZAPATA - COLUMNA C1
BxH= 35x45 cm
Esc.: 1:15



SECCIÓN ZAPATA - COLUMNA C2
BxH= 30x30 cm
Esc.: 1:15



DET. DE ARMADURA Zapata: Z1

Ax*By = 1.50 x 1.50 m.
Esc.: 1:25

Acero Superior

Acero Inferior

2.20
X=1.10; Y=1.10

Z1: 220x220cm
C1: 35x45cm

N.C. = -1.40 cm
Sup X=Y: 15012 @ 15cm
Inf X=Y: 15016 @ 15cm

DET. DE ARMADURA Zapata: Z2

Ax*By = 1.20 x 1.20 m.
Esc.: 1:25

Acero Superior

Acero Inferior

1.20
X=0.60; Y=0.60

Z2: 120x120cm
C2: 30x30cm

N.C. = -1.20 cm
Sup X=Y: 7010 @ 18cm
Inf X=Y: 7014 @ 18cm

PLANILLA DE HIERROS									
CIMENTACION									
Marca	Ø	Tipo	Dimensiones (cm)				Ganchos	Cant.	Long. Total
Mc	(mm)		a	b	c	d	#	(cm)	(m)
101	10	C1	215	40	20			352	1179.20
102	12	C	215	30				352	968.00
103	14	C1	115	50	20			266	678.50
104	10	C	115	30				266	465.50
105	20	L	140	40				44	96.80
106	16	L	140	40				44	96.80
107	14	L	140	40				76	167.20
108	16	L	120	30				4	218.95
109	12	L	120	30				316	474.00
110	12	L	90	30				316	379.20
111	12	L	100					316	316.00
112	16	L	78.76					44	315.04
E101	10	O	27	37				2	176
E102	10	C	27					2	176
E103	10	O	27					2	304
E104	10	O	27					2	304
E105	10	O	22	22				2	108
E106	10	O	52	17				2	394

DETALLE DE GANCHOS PARA ESTRIBOS

ESTRIBOS

ARMADURA PRINCIPAL

DETALLE DE GANCHOS DOBLADO A 180°

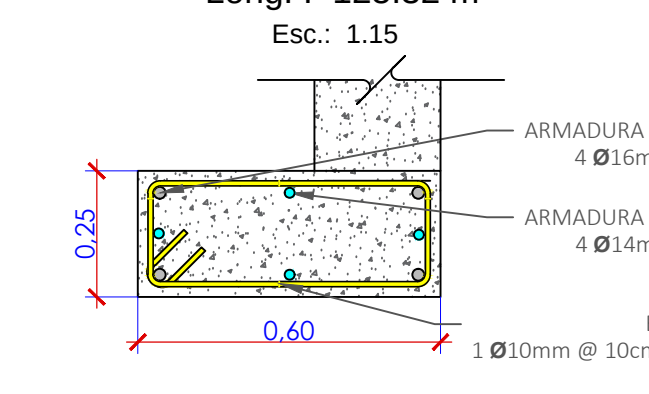
DETALLE DE GANCHOS DOBLADO A 90°

Long. Desarrollo

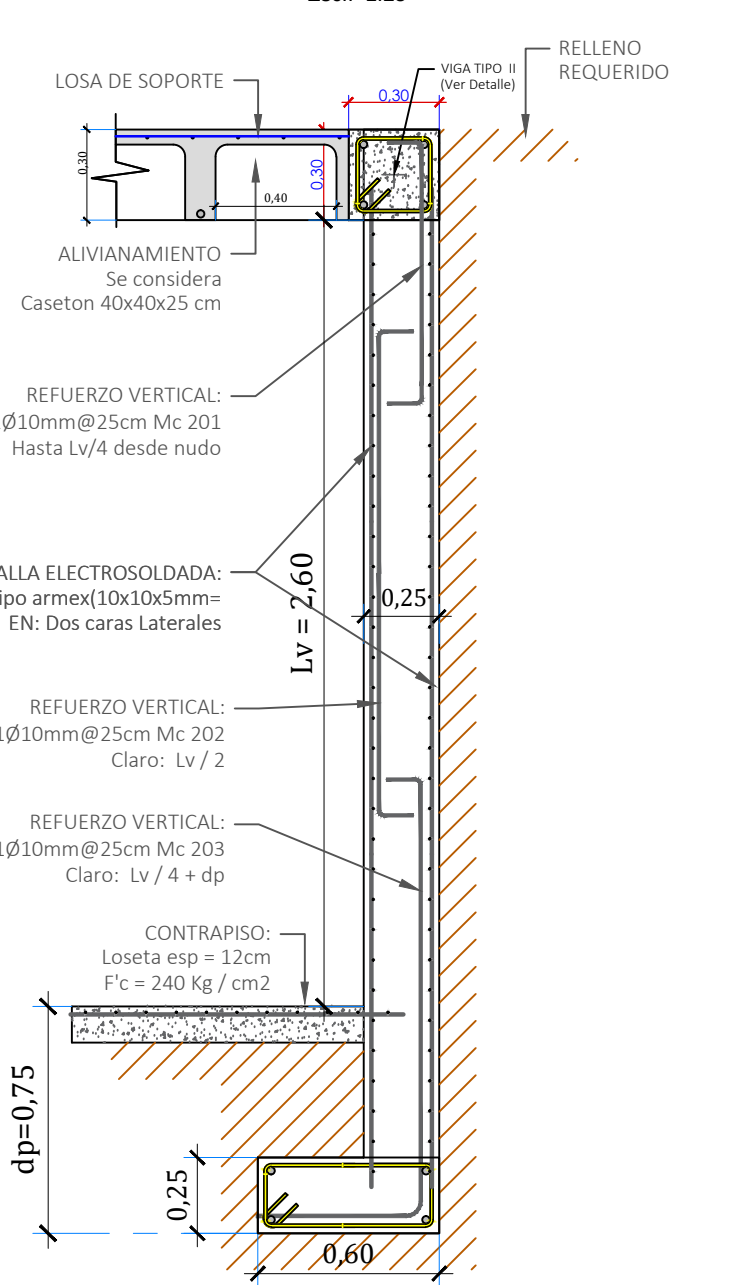
Long. Desarrollo

RESUMEN DE HIERROS DE VIGAS					CIMENTACION				
Ø	Longitud Total	Peso ml	Peso Total	Cant.	Ø	Longitud Total	Peso Total	Cant.	
(mm)	(m)	(kg/ml)	(kg)	12mts Long					
8	0.00	0.222	0.00	0.00					
10	3278.66	0.395	1293.71	273.22					
12	2137.20	0.617	1317.66	178.10					
14	845.50	0.888	750.95	70.46					
16	2466.84	1.208	2980.96	305.57					
18	0.00	1.578	0.00	0.00					
20	66.00	1.998	131.97	6.67					
22	0.00	2.466	0.00	0.00					
25	0.00	2.984	0.00	0.00					
		SUMAS	6536.35	Kg					

SECCIÓN DE VIGA DE SOPORTE
BxH= 60x25 cm
Long.: 125.32 m
Esc.: 1:15



MURO DE HORMIGÓN ARMADO T-1
Long.: 125.35 m
Esc.: 1:25



Columna C1- Zapata Z1

Sección de Armadura:

Arm. Long. Principal
4 Ø20mm Mc 201

Arm. Long. Secundaria
4 Ø18mm Mc 202

Estribos: 1 Ø10mm @ 8cm

1 Ø10 Mc-E204 1 Ø10 Mc-E208 1 Ø10 Mc-E206

Cant.: 11

Long.: 140 cm

Desde N = -3.40m. Hasta N = -2.90m.

Columna C2- Zapata Z2

Sección de Armadura:

Arm. Long. Principal
4 Ø18mm Mc 201

Estribos: 1 Ø10mm @ 8cm

1 Ø10 Mc-E204 1 Ø10 Mc-E208 1 Ø10 Mc-E206

Cant.: 19

Long.: 140 cm

Desde N = -3.40m. Hasta N = -2.90m.

CUADRO DE ARMADO DE COLUMNAS
Detalle de columnas respectivas
Esc.: 1:50

Columna C1- Zapata Z1

Sección de Armadura:

Arm. Long. Principal
4 Ø20mm Mc 201

Arm. Long. Secundaria
4 Ø18mm Mc 202

Estribos: 1 Ø10mm @ 8cm

1 Ø10 Mc-E204 1 Ø10 Mc-E208 1 Ø10 Mc-E206

Cant.: 11

Long.: 140 cm

Desde N = -3.40m. Hasta N = -2.90m.

Columna C2- Zapata Z2

Sección de Armadura:

Arm. Long. Principal
4 Ø18mm Mc 201

Estribos: 1 Ø10mm @ 8cm

1 Ø10 Mc-E204 1 Ø10 Mc-E208 1 Ø10 Mc-E206

Cant.: 19

Long.: 140 cm

Desde N = -3.40m. Hasta N = -2.90m.

ESTRUCTURA METALICA (PERFILERA)
A) Acero estructural - perfiles melódicos, que cumplan la Norma para aceros ASTM A-36. La resistencia a la fluencia (fy) debe ser mayor igual a 252kg/cm².
B) Juntas soldadas deberán cumplir con las especificaciones del código AWS. Para aceros tipo ASTM A-36.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS UTILIZADAS PARA EL DISEÑO:

ACI 318M-11 (USA), NEC 2011 (ECUADOR),
NEC-SE-2014 (ECUADOR)

HORMIGONES:

A) -Tamaño máximo del árido para fundiciones <= 30 mm

B) -Hormigón después de 28 días de fabricación debe tener una resistencia a la compresión f'c = 240 kg/cm²

(En losas de cubierta utilizar aditivos impermeabilizantes al 100%)

REFUERZO:

A) -Varillas Corrugadas con resistencia a la fluencia fy = 4200 kg/cm²

B) -En refuerzo transversal anclar con ganchos de 135° (Vigas y Columnas)

C) -El primer estribo en vigas colocar a no más de 5 cm del elemento de apoyo

D) -Los traspases deben cumplir con el código ACI 318M-08 (USA), sección 12.15: "Empalmes de alambres y barras corrugadas a tracción", y sección 12.17: "Requisitos especiales de empalmes en columna"

E) -Recubrimiento del refuerzo:

- Losas: 2 cm

- Vigas: 3 cm y Columnas: 4 cm

- Concreto colado directamente sobre el suelo: 7 cm

- Concreto expuesto a la acción del suelo: 5 cm

RELLENO en el TRASDO:

A) -Peso Especifico = 1800kg/m³

B) -Ángulo de fricción interna = 30°

C) -Coeficiente de rozamiento = 0.56

OBSERVACIONES

Unidad de medida empleado:

- Para la geometría de elementos, las acotaciones se especifican en metros (m)

- Para detalles de barras de acero, las acotaciones se especifican en centímetros (cm)

PROYECTO: "Estudio Estructural del edificio Multifamiliar del Sr. Juan Alvarez"

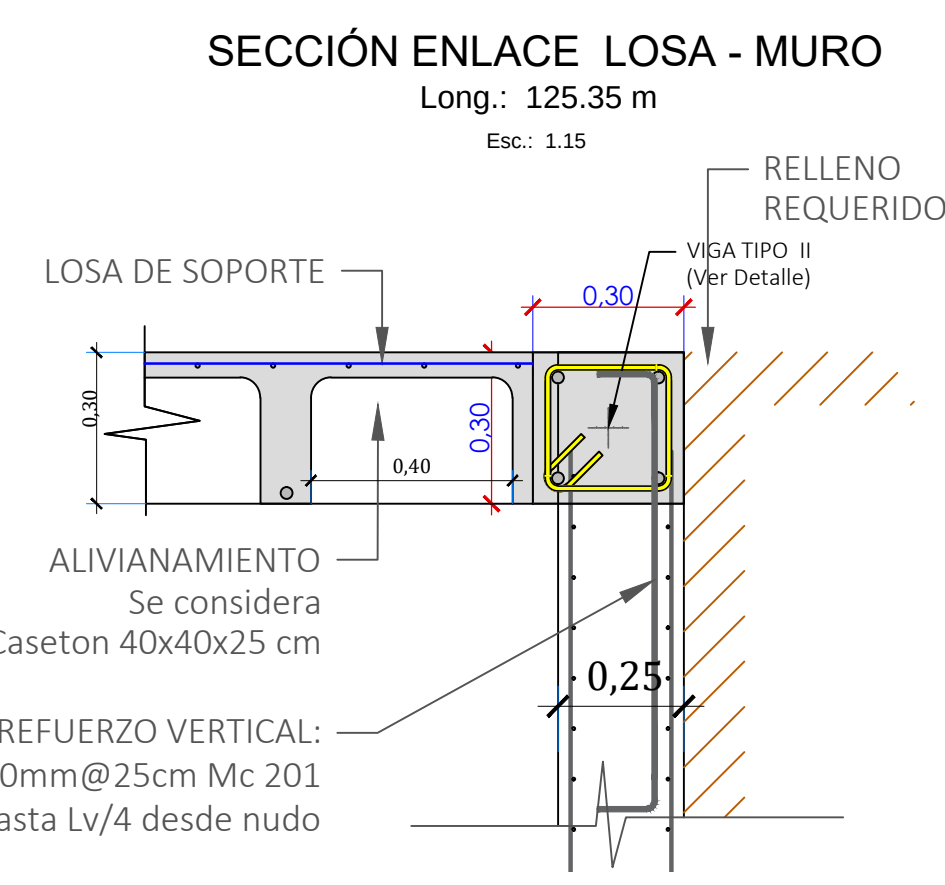
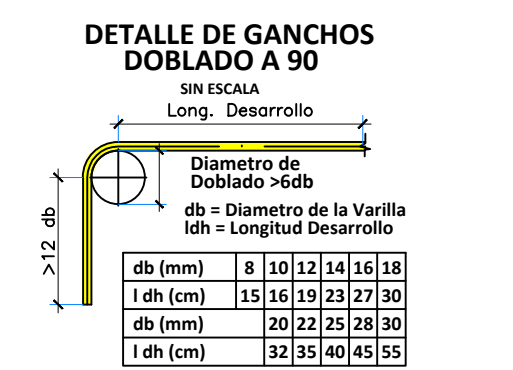
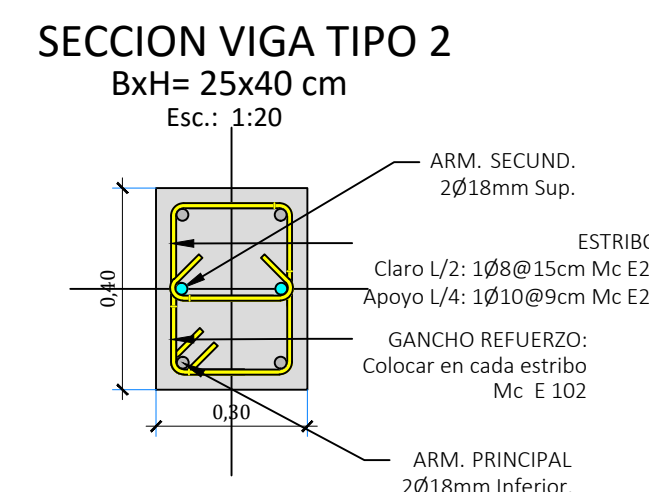
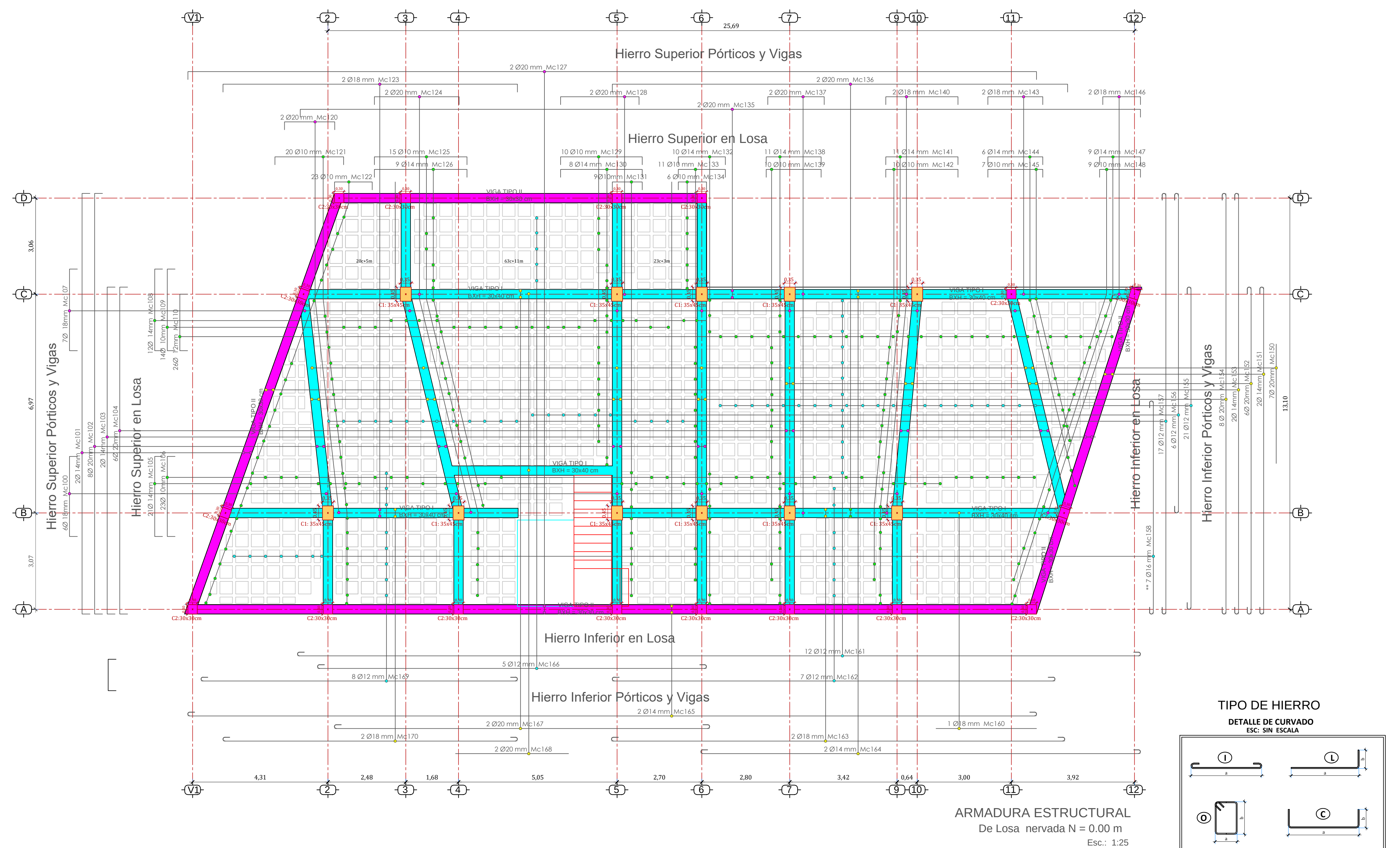
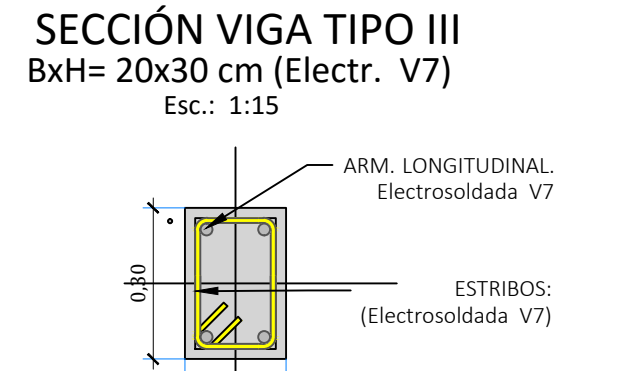
ESCALA: Las Indicadas

OBSERVACIONES:

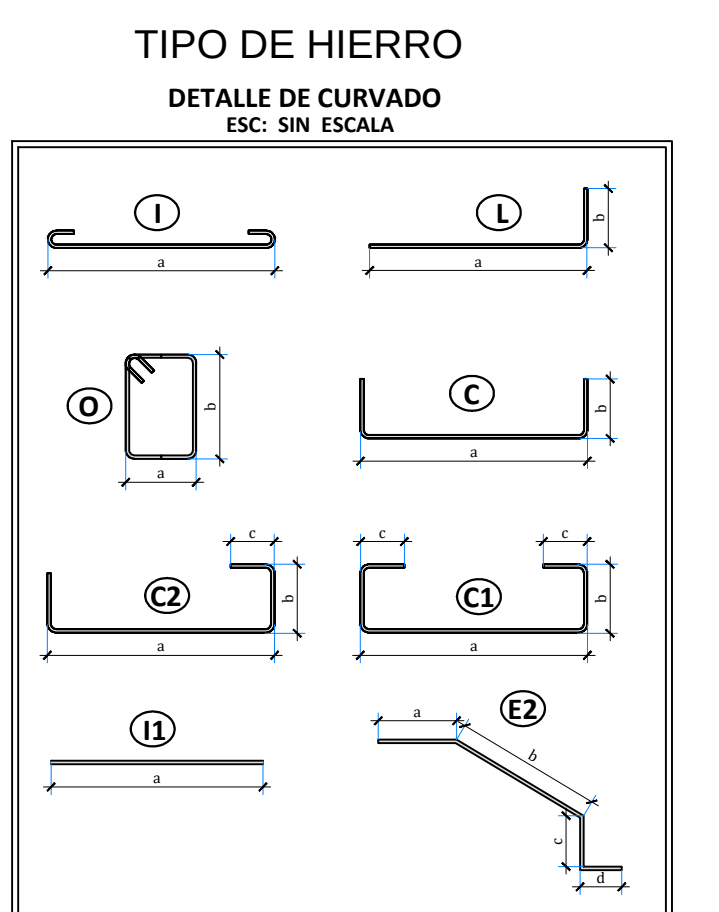
CONTENIDO: Planta de Cimentación, Armadura estructural de Columnas, Detalles varios

FECHA: May.-16

HOJA: 1 DE 1



PLANILLA DE HIERROS										LOSAN = 0,00 m		
Marca	ø	Tipo	Dimensiones (cm)					Ganchos	Cant.	Long. Parcial	Long. Total	Observ. / Localiz.
Mc	(mm)		a	b	c	d	#	(cm)	Uni.	m	m	
100	18	C	255	20				7	2,95	20,65		Sup. Vigas y Port.
101	20	C	1340	20				2	13,80	27,60		Sup. Vigas y Port.
102	20	C	1340	20				8	13,80	110,40		Sup. Vigas y Port.
103	20	C	1040	20				4	10,80	43,20		Sup. Lona
104	14	C	255	20				25	2,95	73,75		Sup. Lona
105	10	C	255	20				25	2,95	66,50		Sup. Vigas y Port.
106	18	C	260	20				4	3,00	12,00		Sup. Vigas y Port.
107	18	C	200	20				2	2,40	4,80		Sup. Vigas y Port.
108	14	C	260	20				12	3,00	36,00		Sup. Lona
109	10	C	260	20				11	3,00	33,00		Sup. Lona
110	12	C	180	20				23	2,20	50,60		Sup. Lona
111	14	C	100	20				23	1,40	32,20		Sup. Lona
112	10	C	100	20				22	1,40	30,80		Sup. Lona
113	20	C	160	20				2	2,00	4,00		Sup. Vigas y Port.
121	10	C	220	20				20	2,60	52,00		Sup. Lona
122	10	C	120	20				23	1,60	36,80		Sup. Lona
123	18	C	940	20				2	9,80	19,60		Sup. Vigas y Port.
124	10	C	220	20				31	2,20	68,20		Sup. Vigas y Port.
125	10	C	295	20				15	3,35	50,25		Sup. Lona
126	14	C	295	20				9	3,35	30,15		Sup. Lona
127	20	C	2710	20				2	27,80	55,60		Sup. Vigas y Port.
128	20	C	250	20				2	2,80	5,60		Sup. Vigas y Port.
129	10	C	250	20				10	2,90	29,00		Sup. Lona
130	14	C	250	20				8	2,90	23,20		Sup. Lona
131	10	C	95	20				9	1,35	12,15		Sup. Lona
132	14	C	150	20				10	1,80	18,00		Sup. Lona
133	10	C	190	20				11	1,90	20,90		Sup. Lona
134	10	C	95	20				6	1,35	8,10		Sup. Lona
135	20	C	2675	20				2	27,15	54,30		Sup. Vigas y Port.
136	20	C	1450	20				2	14,50	29,00		Sup. Vigas y Port.
137	20	C	180	20				2	2,20	4,40		Sup. Vigas y Port.
138	14	C	175	20				11	2,15	23,65		Sup. Lona
139	10	C	175	20				10	2,15	21,50		Sup. Lona
140	18	C	240	18				2	2,70	5,40		Sup. Vigas y Port.
141	14	C	230	20				11	2,70	29,70		Sup. Lona
142	10	C	230	20				10	2,70	27,00		Sup. Lona
143	18	C	175	20				2	2,15	4,30		Sup. Vigas y Port.
144	14	C	175	20				11	2,15	23,65		Sup. Lona
145	10	C	175	20				7	2,15	15,05		Sup. Lona
146	18	C	130	20				2	1,70	3,40		Sup. Vigas y Port.
147	14	C	130	20				2	1,70	3,40		Sup. Vigas y Port.
148	10	C	130	20				9	1,70	15,30		Sup. Lona



ESTRUCTURA METÁLICA (PERFILERÍA)
A)- Acero estructural - perfiles metálicos, que cumplan la Norma para aceros ASTM A-36. La resistencia a la fluencia (fy) debe ser mayor igual a 2520kg/cm².
B)- Juntas soldadas deberán cumplir con las especificaciones del código AWS. Para aceros tipo ASTM A-36.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS UTILIZADAS PARA EL DISEÑO:
ACI 318M-11 [USA], NEC 2011 [ECUADOR],
NEC-SE-2014 [ECUADOR]

HORMIGONES:
A)- Tamaño máximo del árido para fundiciones ≤ 30 mm
B)- Hormigón después de 28 días de fabricado debe tener una resistencia a la compresión $f'c = 240$ kg/cm²
(En losas de cubierta utilizar aditivos impermeabilizantes al 100%)

REFUERZO:

- A) Varillas Camufladas con resistencia a la tracción $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- B) En Refuerzo transversal onlar con ganchos de 135°
- C) En Vigas y Columnas
- C) El primer estribo en vigas colocarse a más de 5 cm del elemento de apoyo
- D) Los traspases deben cumplir con el código ACI 318M-88 (USA).
- E) 12.15: "Empalmes de alambres y barras camufladas"
- 12.16: "Empalmes de alambres y barras camufladas a compresión"

sección 12.17: "Requisitos especiales de empalmes en columnas"

- E)- Recubrimiento del refuerzo:
 - Vigas: 3 cm y Columnas: 4 cm
 - Concreto colado directamente sobre el suelo: 7 cm
 - Concreto expuesto a la acción del suelo: 5 cm

RELENO en los TRASDOS:

- A) "Pse específico" = 1800kg/m³
- B) Ángulo de fricción interna = 30°
- C) "Coeficiente de Rozamiento" = 0.56

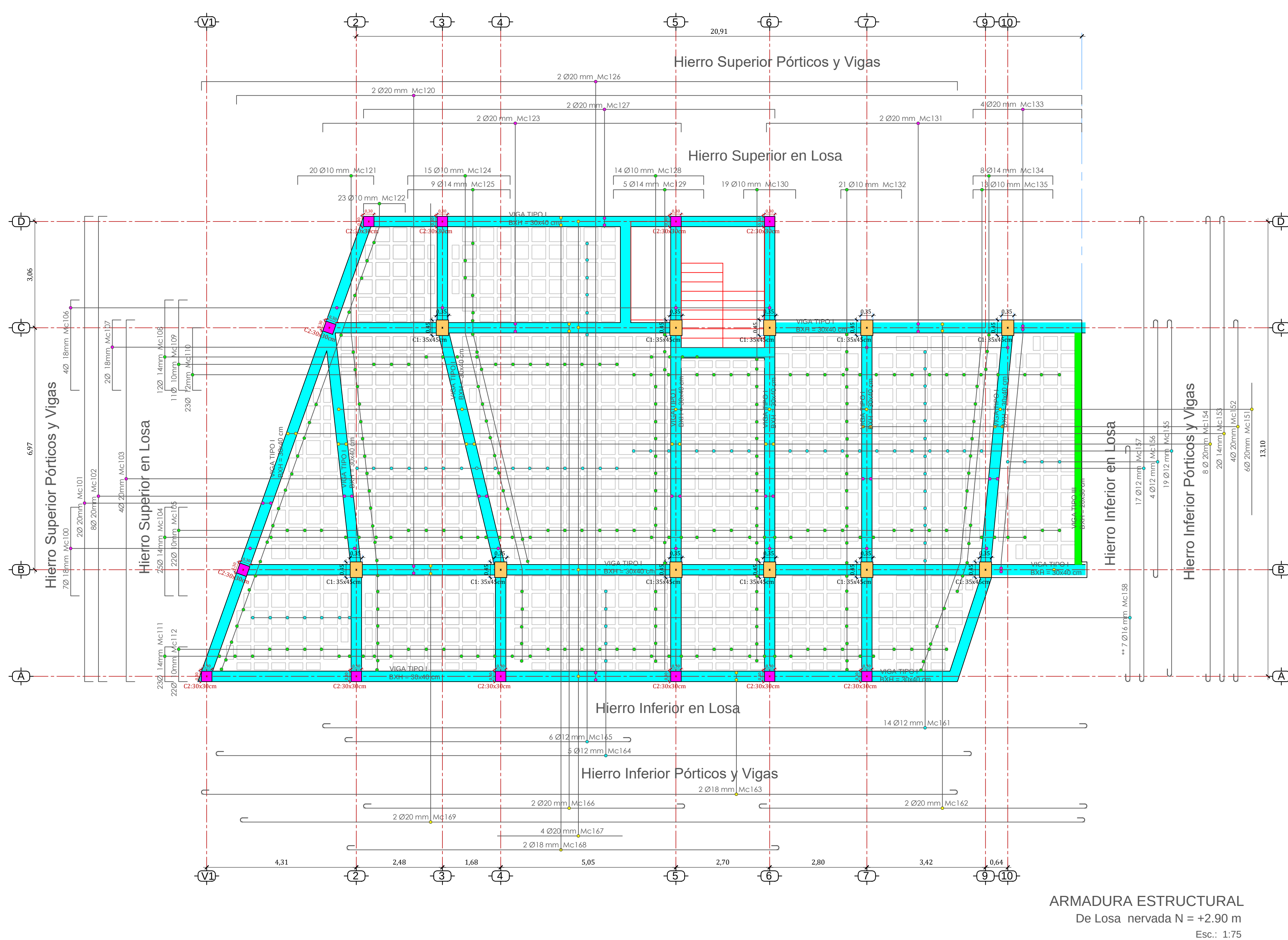
OBSERVACIONES	
Unidad de medida empleadas:	
- Para la geometría de elementos, las cotaciones se especifican en metros (m)	
- Para detalles de barras de acero, las cotaciones se especifican en centímetros (cm)	

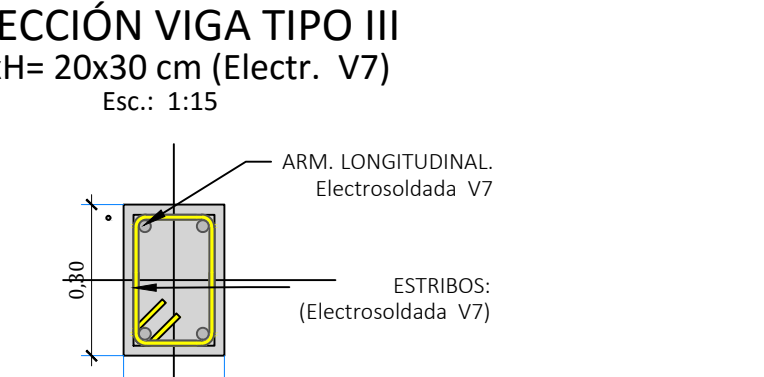
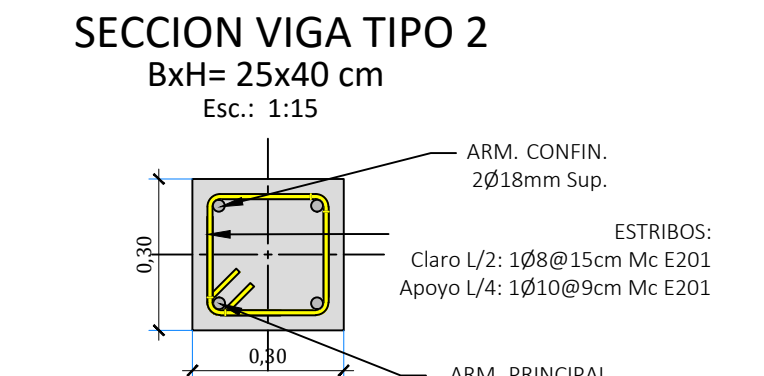
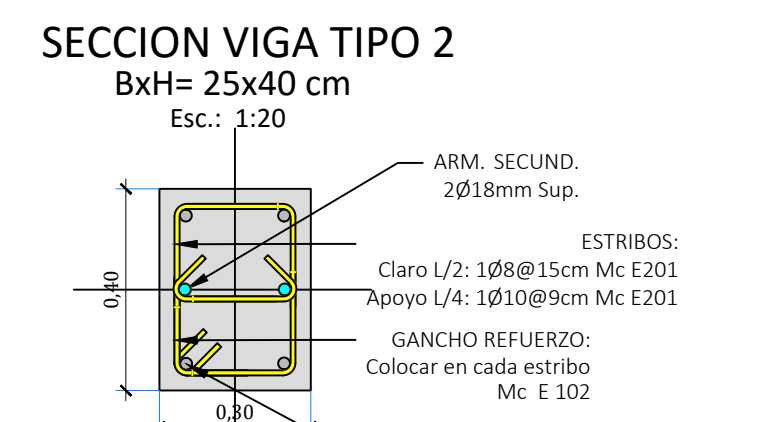
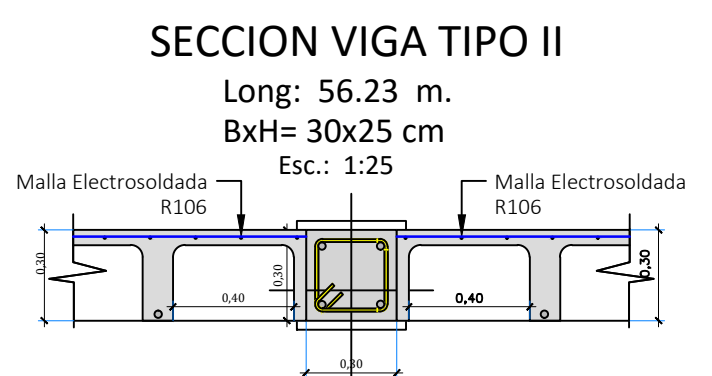
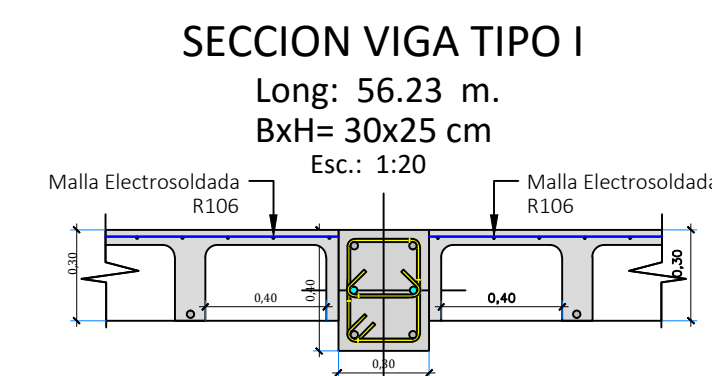
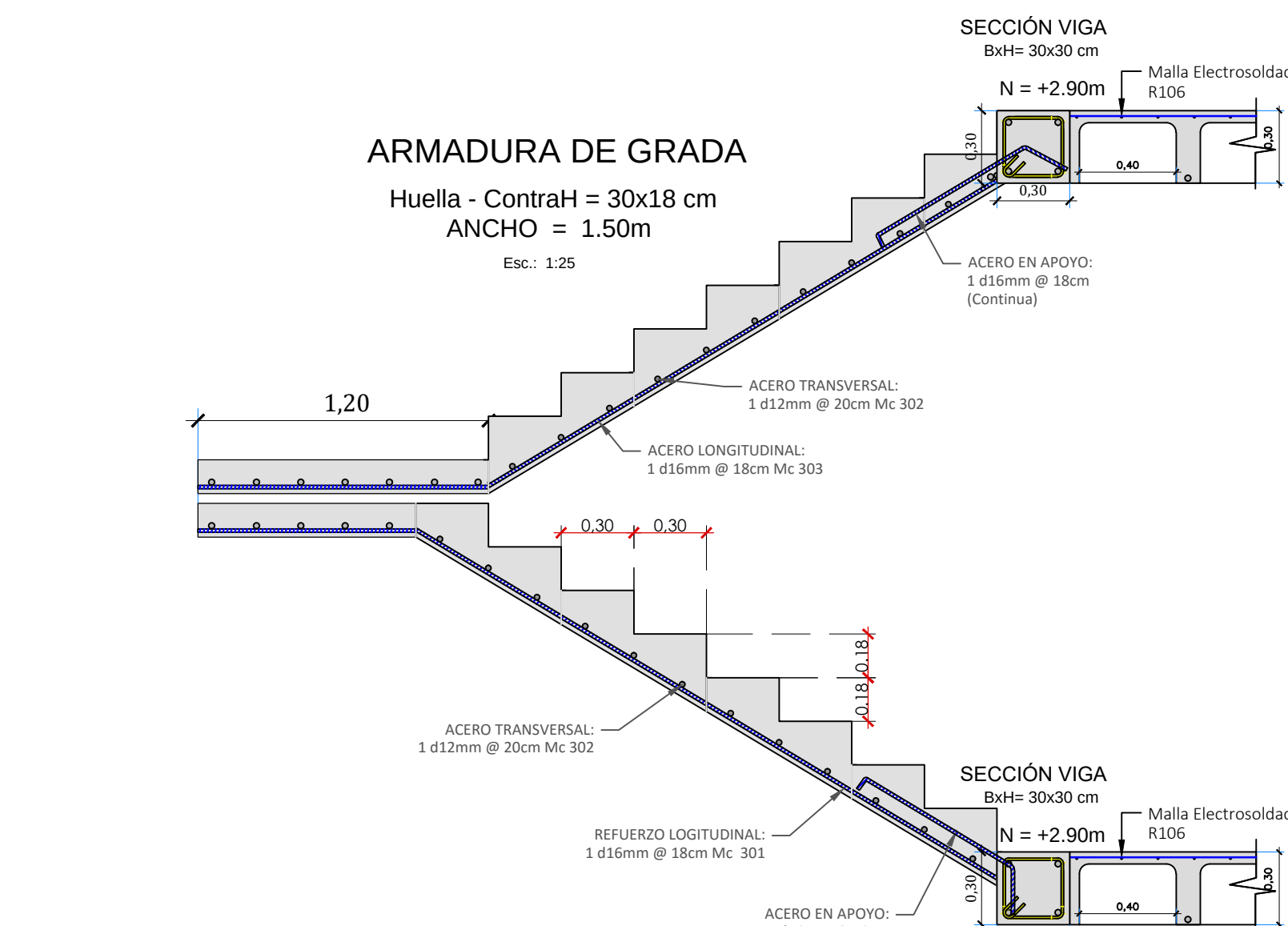
5. _____

PROYECTO: "Estudio Estructural del edificio Multifamiliar del Sr. Juan Alvarez "
--

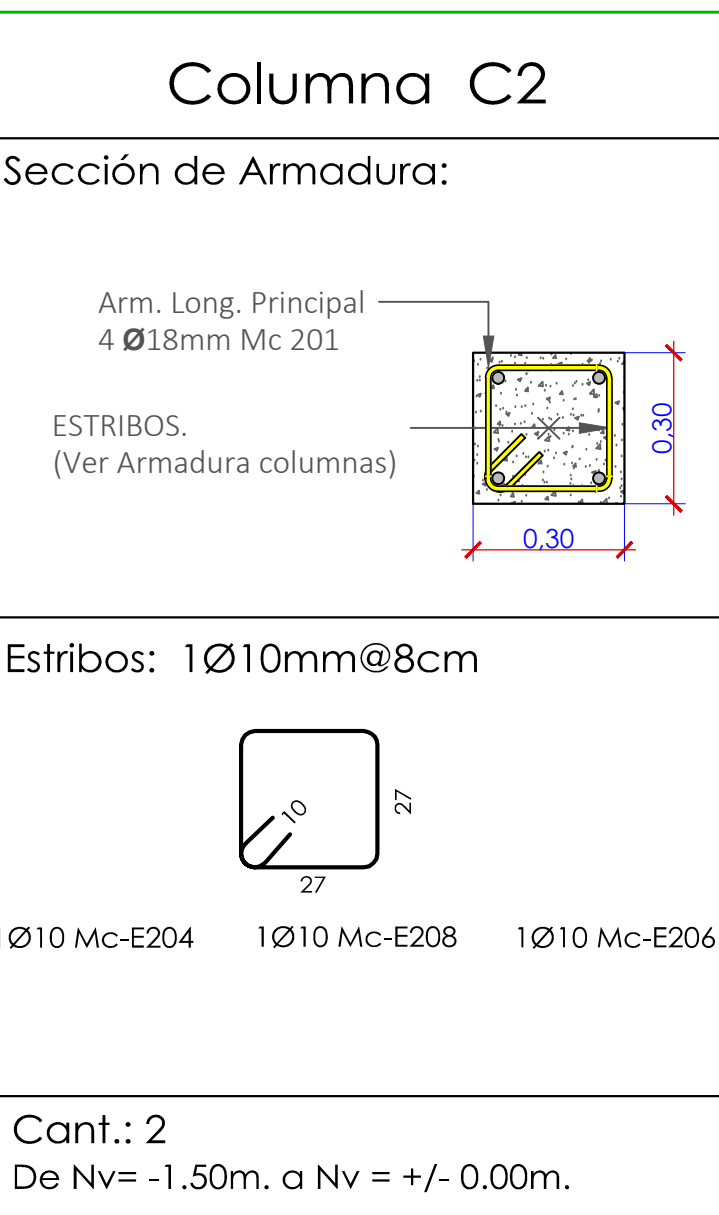
ESCALA: Las Indicadas	 FAC. Ingeniería Civil COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVIDOR DEL PUEBLO	
OBSERVACIONES:		DIS: Ismael Aray.
		DIB: Ismael Aray
		REV: Ing. Juan Sola Q.

CONTENIDO: Armadura estructural losa N=0.00 Armadura estructural de Losa N= 2.90 Detalles varios	FECHA: May.-16
	HOJA: 1 DE 2

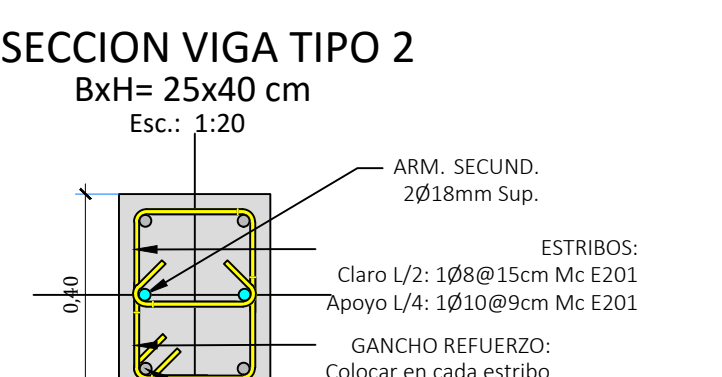
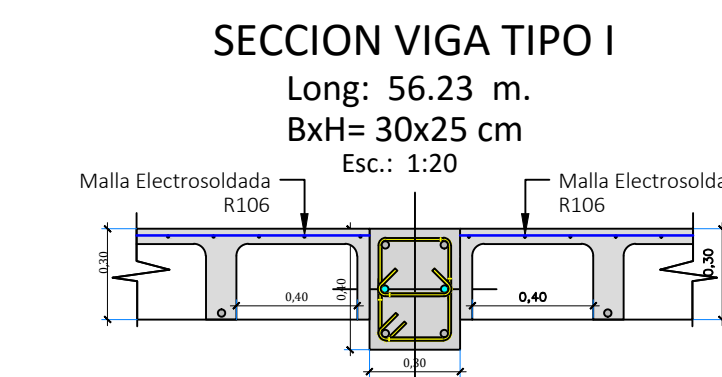
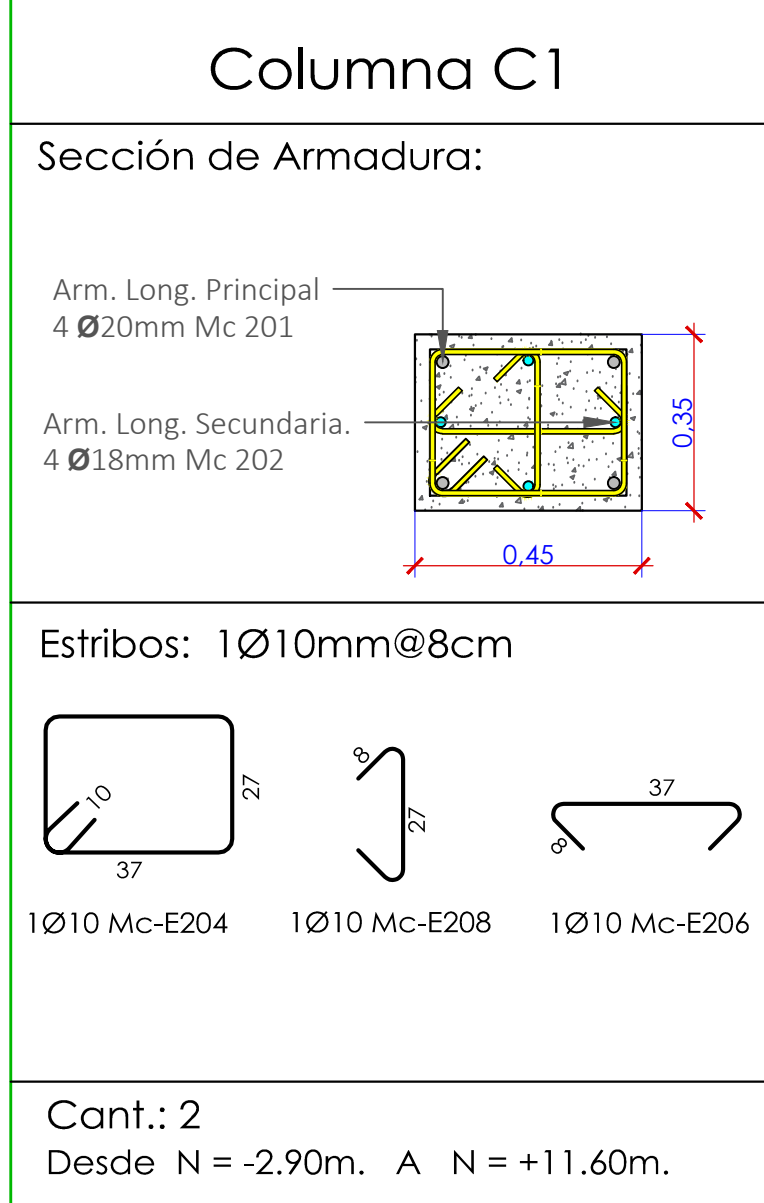




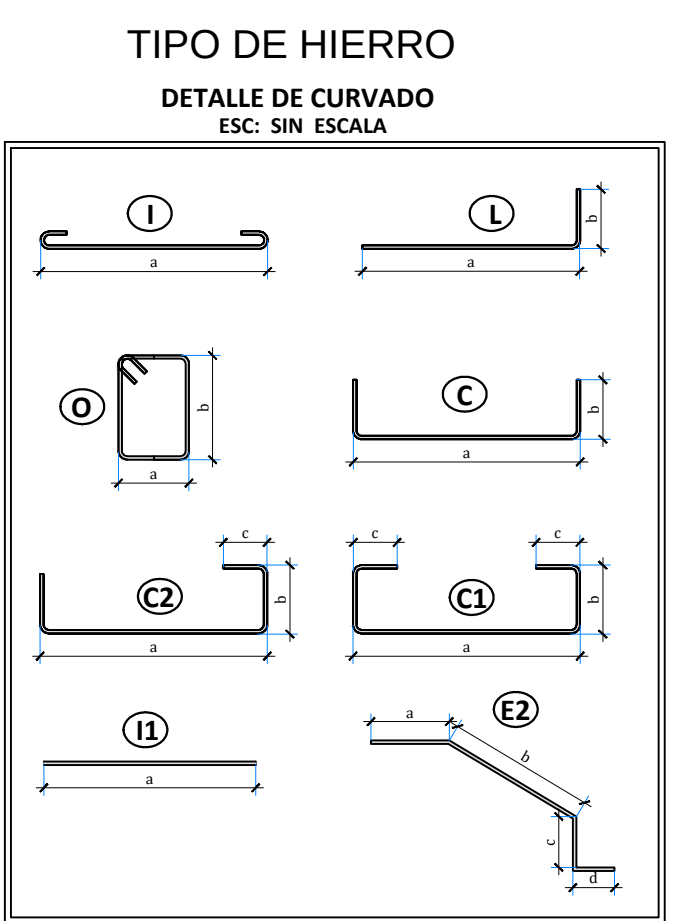
PLANILLA DE HIERROS										LOSAN = +5,80 m		
Marca	ø	Tipo	Dimensiones (cm)				Ganchos	Cant.	Long. Parcial	Long. Total	Observ. / Localiz.	
Mc	(mm)		a	b	c	d	#	(cm)	Unl.	(m)		
100	14	C	100	20				23	1,40	32,50	Sup. Losa	
101	10	C	100	20				22	1,40	30,80	Sup. Losa	
102	18	C	255	20				7	2,95	20,65	Sup. Vigas y Port.	
103	18	C	1060	20				2	11,01	22,02	Sup. Vigas y Port.	
104	20	C	1060	20				12	11,01	132,12	Sup. Vigas y Port.	
105	20	C	1060	20				4	11,01	44,04	Sup. Vigas y Port.	
106	14	C	255	20				23	2,95	67,85	Sup. Losa	
107	10	C	255	20				25	2,95	73,75	Sup. Losa	
108	18	C	202	20				7	2,42	16,94	Sup. Vigas y Port.	
109	14	C	202	20				18	2,42	43,56	Sup. Losa	
110	10	C	202	20				19	2,42	45,98	Sup. Losa	
120	20	C	245	20				2	24,75	49,50	Sup. Vigas y Port.	
121	10	C	220	20				20	2,60	52,00	Sup. Losa	
122	10	C	120	20				17	1,60	27,20	Sup. Losa	
123	10	C	255	20				13	3,35	43,55	Sup. Losa	
124	14	C	295	20				6	3,35	20,10	Sup. Losa	
125	20	C	2178	20				19	22,18	421,42	Sup. Vigas y Port.	
126	20	C	2147	20				5	21,87	109,35	Sup. Vigas y Port.	
127	10	C	260	20				14	3,00	42,00	Sup. Losa	
128	14	C	260	20				5	3,00	15,00	Sup. Losa	
129	10	C	150	20				13	1,90	24,70	Sup. Losa	
130	10	C	175	20				21	2,15	45,15	Sup. Losa	
131	20	C	315	20				4	3,55	14,20	Sup. Vigas y Port.	
132	14	C	230	20				8	2,70	21,60	Sup. Losa	
133	10	C	230	20				13	2,70	35,10	Sup. Losa	
152	20	II	880					6	3,80	22,80	INF. Vigas y Port.	
153	18	I	1060				2	2 x 10	10,80	21,60	INF. Vigas y Port.	
154	20	I	1060				2	2 x 10	12,1080	12,600	INF. Vigas y Port.	
155	12	I	695				2	2 x 10	4	7,15	28,60	INF. Losa
156	12	I	742				2	2 x 10	4	7,62	30,48	INF. Losa
157	12	I	1040				2	2 x 10	80	10,60	80,60	INF. Losa
158	12	I	680				2	2 x 10	7	7,00	49,00	INF. Losa
161	12	I	2825				2	2 x 10	8	23,45	187,60	INF. Losa
162	12	I	900				2	2 x 10	7	9,20	64,40	INF. Losa
163	18	I	2180				2	2 x 10	2	22,60	45,20	INF. Vigas y Port.
164	12	I	2180				2	2 x 10	5	22,00	110,00	INF. Losa
165	12	I	1070				2	2 x 10	7	10,90	76,30	INF. Losa
166	20	I	2150				2	2 x 10	2	21,70	43,40	INF. Vigas y Port.
167	20	I	1400				4	2 x 10	4	3,00	12,40	INF. Vigas y Port.
168	20	I	2000				2	2 x 10	2	24,20	48,40	INF. Vigas y Port.
E101	10	O	22	32			2	2 x 10	1285	1,28	1644,80	Estribos Viga T1



RESUMEN DE HIERROS DE VIGAS						LOSAN = +5,80 m	
Ø	Longitud Total	Peso ml	Peso Total	Cant.	12mts Long		
(mm)	(m)	(kg/ml)	(kg)				
8	0,00	0,22	0,00	0,00			
10	205,03	0,39	81,483	172,09			
12	864,38	0,62	535,92	72,03			
14	205,31	0,89	177,84	16,69			
16	0,00	1,21	0,00	0,00			
18	125,21	1,58	197,62	16,43			
20	1029,23	2,00	2058,97	85,77			
22	0,00	2,47	0,00	0,00			
25	0,00	2,98	0,00	0,00			
SUMAS				3779,18	kg		



PLANILLA DE HIERROS										LOSAN = +8,40 m		
Marca	ø	Tipo	Dimensiones (cm)				Ganchos	Cant.	Long. Parcial	Long. Total	Observ. / Localiz.	
Mc	(mm)		a	b	c	d	#	(cm)	Unl.	(m)		
100	18	C	202	20			--	6	2,42	14,52	Sup. Vigas y Port.	
101	18	C	762	20			--	2	8,02	16,04	Sup. Vigas y Port.	
102	20	C	762	20			--	10	8,02	80,20	Sup. Vigas y Port.	
103	14	C	202	20			--	21	2,42	50,82	Sup. Losa	
104	10	C	202	20			--	20	2,42	48,40	Sup. Losa	
105	18	C	202	20			--	6	2,42	14,52	Sup. Vigas y Port.	
106	14	C	202	20			--	16	2,42	38,72	Sup. Losa	
107	10	C	202	20			--	16	2,42	38,72	Sup. Losa	
120	10	C	295	20			--	9	3,35	30,15	Sup. Losa	
121	14	C	295	20			--	6	3,35	20,10	Sup. Losa	
122	20	C	2210	20			--	2	22,50	45,00	Sup. Vigas y Port.	
123	20	C	1850	20			--	2	18,70	37,40	Sup. Vigas y Port.	
124	10	C	260	20			--	10	3,00	30,00	Sup. Losa	
125	14	C	200	20			--	5	2,40	12,00	Sup. Losa	
126	18	C	305	20			--	2	3,45	6,90	Sup. Vigas y Port.	
127	10	C	100	20			--	6	1,40	8,40	Sup. Losa	
128	10	C	150	20			--	13	1,50	24,70	Sup. Losa	
129	10	C	175	20			--	15	2,15	32,25	Sup. Losa	
130	20	C	315	20			--	4	3,55	14,20	Sup. Vigas y Port.	
131	10	C	250	20			--	15	2,70	40,50	Sup. Losa	
152	20	II	380				--	6	3,80	22,80	Inf. Vigas y Port.	
153	18	I	762				2	2 x 10	2	7,82	15,61	Inf. Vigas y Port.
154	20	I	762				2	2 x 10	4	7,82	78,20	Inf. Vigas y Port.
155	12	I	410				2	2 x 10	4	4,30	12,70	Inf. Losa
156	12	I	762				2	2 x 10	4	7,82	31,28	Inf. Losa
157	12	I	762				2	2 x 10	26	7,82	203,32	Inf. Losa
158	12	I	410				2	2 x 10	3	4,30	12,90	Inf. Losa
161	12	I	1995				2	2 x 10	8	20,12	160,96	Inf. Losa
162	12	I	895				2	2 x 10	7	9,15	64,05	Inf. Losa
163	20	I	2085				2	2 x 10	2	21,05	42,10	Inf. Vigas y Port.
164	20	I	300				2	2 x 10	2	3,20	6,40	Inf. Vigas y Port.
165	12	I	780				2	2 x 10	7	8,00	56,00	Inf. Losa
166	20	I	1830				2	2 x 10	2	21,80	37,60	Inf. Vigas y Port.
167	20	II	360				4	2 x 10	4	3,80	15,20	Inf. Vigas y Port.
E101	10	O	22	32			2	2 x 10	829	1,28	1061,12	Estribos Vigas T1



RESUMEN DE HIERROS DE VIGAS						LOSAN = +8,40 m	
Ø	Longitud Total	Peso ml	Peso Total	Cant.	12mts Long		
(mm)	(m)	(kg/ml)	(kg)				
8	0,00	0,22	0,00	0,00			
10	1314,24	0,39	518,58	109,52			
12	545,71	0,62	338,45	45,48			
14	121,64	0,89	107,99	10,14			
16	0,00	1,21	0,00	0,00			
18	67,62	1,58	106,73	5,64			
20	378,50	2,00	756,98	31,54			
22	0,00	2,47	0,00	0,00			
25	0,00	2,98	0,00	0,00			
SUMAS				1825,83	kg		

ESTRUCTURA METÁLICA (PERFILERÍA)
A) Acero estructural - perfiles metálicos, que cumplan la Norma para aceros ASTM A-36. La resistencia a la fluencia (fy) debe ser mayor igual a 250kg/cm².
B) Juntas soldadas deberán cumplir con las especificaciones del código AWS. Para aceros tipo ASTM A-36.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
NORMAS UTILIZADAS PARA EL DISEÑO:
ACI 318M-11 [USA], NEC 2011 (ECUADOR),
NEC-SE-2014 (ECUADOR).

HORMIGONES:
A) Tamaño máximo del árido para fundiciones = 30 mm
B) Hormigón después de 28 días de fabricación debe tener una resistencia a la compresión f'c = 240 kg/cm² (En losas de cubierta utilizar aditivos impermeabilizantes al 100%).

REFUERZO:
A) Varillas Corrugadas con resistencia a la fluencia fy = 4200 kg/cm²
B) En refuerzo transversal anclar con ganchos de 135° (Vigas y Columnas)
C) El primer estribo en vigas colocar a no más de 5 cm del elemento de apoyo
D) Los traslapes deben cumplir con el código ACI 318M-08 [USA], sección 12.15: "Empalmes de alambres y barras corrugadas a tracción", sección 12.16: "Empalmes de alambres y barras corrugadas a compresión", y sección 12.17: "Requisitos especiales de empalmes en columnas".
E) Recubrimiento del refuerzo:
- Vigas: 3 cm y Columnas: 4 cm
- Concreto colado directamente sobre el suelo: 7 cm
- Concreto expuesto a la acción del suelo: 5 cm

RELLENO en el TRASDOSO:
A) Peso Específico = 1800kg/m³
B) Ángulo de fricción interna = 30°
C) Coeficiente de Rozamiento = 0.36

OBSERVACIONES
Unidad de medida empleadas:
- Para la geometría de elementos, las cotaciones se especifican en metros (m)
- Para detalles de barras de acero, las cotaciones se especifican en centímetros (cm)

PROYECTO: "Estudio Estructural del edificio Multifamiliar del Sr. Juan Alvarez"

ESCALA: Las Indicadas

OBSERVACIONES:

DIS: Ismael Aray
DIB: Ismael Aray
REV: Ing. Juan Solá Q.

Ismael Aray
Tessita UGACUE.

CONTENIDO:
Armadura estructural losa N=+5,80
Armadura estructural de Losa N= +8,40
Detalles varios

FECHA:
May.-16

HOJA: 1 DE 3

