REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María

Facultad De Arquitectura e Ingenieria Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingenieria Civil

"ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URBANIZACIÓN BOULEVARD LOS ARCES – CAYMA - AREQUIPA"

TOMO I

Tesis presentada por el bachiller:

Angulo Ascuña Christian Eduardo

para optar Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor: Ing. Rosas Espinoza Jorge

AREQUIPA – PERU

2018

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

El BORRADOR DE TESIS Titulado:

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URBANIZACION BOULEVARD LOS ARCES - CAYMA - AREQUIPA.

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

Nuestro DICTAMEN es:

APROBADO

OBSERVACIONES:

Arequipa, 18 de DICIEMBRE del 2017

COD. 1887

1938

COD: 2766

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Con el amor y gratitud que a mis padres y hermano considero, sus consejos y paciencia, su incondicional apoyo y energía brindada en el trayecto de mi vida, a mi hija Maria Gracia Alizée por ser el motor que me da la fuerza para la culminación del presente proyecto y los que aún vendrán.

Christian Eduardo Angulo Ascuña.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer enormemente al Ingeniero Olger Febres, Milagros Guillén, y al Ingeniero Jorge Rosas, por la orientación brindada durante la elaboración de mi proyecto de tesis. No solamente son unos grandes profesionales sino también han sabido guiarme en este camino profesional.

Agradezco al Arquitecto Renato Nuñez Catacora, por brindarme los planos iniciales de arquitectura del presente proyecto.

Y de igual manera agradezco al Ingeniero Jesús Chalco por el asesoramiento técnico brindado durante la elaboración del presente proyecto. Es un gran profesional y una gran persona.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RESUMEN

El presente proyecto, es el diseño estructural en concreto armado de un edificio multifamiliar de ocho niveles ubicado en la urbanización Boulevard los Arces, distrito de Cayma en la ciudad de Arequipa.

El diseño arquitectónico del edificio multifamiliar es de 8 niveles y un semisótano con un área total del terreno de 428.69m2.

Para el suministro del agua se diseñó un sistema de cisterna y bomba hidroneumática sin la estructura del tanque elevado, reemplazando tal con sistema de almacenamiento de agua elevado rotoplas. La cisterna está enterrada y ubicada en la parte frontal de la edificación.

Para el desarrollo de la cimentación del edificio, se tomó en consideración la capacidad portante del suelo de 1.94 kg/cm².

El edificio estructuralmente está constituido por placas (muros de corte), columnas y vigas. En los techos se colocaron losas unidireccionales, las cuales trabajan como diafragmas rígidos en los diferentes niveles del edificio. La cimentación se consideró unir todos los elementos realizando así una platea de cimentación.

El análisis y diseño estructural fueron desarrollados dentro de la normativa establecida en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Al iniciar el proyecto se realizó la estructuración del mismo, la cual se busca la idealización de una edificación simple y un correcto comportamiento asemejándolo a un comportamiento real.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Posteriormente se realiza el pre dimensionamiento de los elementos estructurales, así como el Metrado de cargas y el análisis sísmico, cumpliendo los requisitos de la Norma E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Obtenido los resultados del análisis se tiene la respuesta de la estructura aplicando el espectro de pseudo-aceleraciones, de las cuales nos da como resultado: los períodos de vibración de la estructura, las fuerzas cortantes en la base, sus desplazamientos y las fuerzas actuantes en los elementos estructurales del edificio.

Una vez obtenidos los esfuerzos por cargas verticales y análisis sísmico se diseñan los elementos del edificio de concreto armado, tales como: columnas, vigas, losas, placas, muro de contención, escalera y cisterna.

La modelación sísmica del edificio se realizó mediante computadora, usando softwares como ETABS 2016, SAP 2000, CSICOL, AUTOCAD 2017 que me permitió realizar cálculos complejos y de elementos finitos.

La resistencia a compresión del concreto es f’c= 210 Kg/cm2 y f’c=280 Kg/cm2 variando entre ellos según los elementos estructurales.

Finalmente se realizaron los costos y presupuestos, así como la programación de obra del casco rojo del edificio, estableciendo un tiempo de 6 meses aproximadamente.

PALABRAS CLAVE: Edificio Multifamiliar de Concreto Armado, Losas en una dirección, platea de cimentación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

The present project is the concrete structural design of an eight-level multi-family building located in Boulevard los Arces urbanization, Cayma district in Arequipa city.

The architectural design consists of eight levels plus a semi-basement. The land on which the project will be build has a total area of 428.69 m2.

The water supply was designed with cistern and hydropneumatic pump system without elevated tank structure, replacing it with a high water storage system called “Rotoplas”. The cistern is located buried in the front of the building.

For the foundation calculation, it was considered 1.94 kg / cm² as the bearing capacity of the ground.

The structural system of the building is make up of plates (cutting walls), columns and beams. Unidirectional slabs were placed on the ceilings, which also works as rigid diaphragms on different levels of it. The foundation has been formed by a foundation plate that join all the elements.

The analysis and structural design were developed within the provisions of the National Building Regulations (RNE).

The analysis and structural design were develop within the normative framework of the Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

At the beginning, the building was structured in order to make as simple as possible so that “idealization” is closer to the real behavior of the building.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

In second hand, the pre-dimensioning of the structural elements and the load metering were carried out; followed by seismic analysis, fulfilling the requirements of the E-030 Standard of the National Building Regulation.

Obtained the results of the analysis we have the response of the structure applying the spectrum of pseudo-accelerations, which gives us the periods of vibration, the shear force in the base, displacements and the acting forces in the structural elements of the building.

Once obtained the vertical loads efforts and seismic analysis, the elements of the reinforced concrete are designed, such as columns, beams, slabs, plates, retaining wall, staircase and cistern.

The seismic modeling of the building was analyzed by computer, using software as ETABS 2016, SAP 2000, CSICOL, AUTOCAD 2017 that allowed me to perform complex and finite element calculations.

The compressive strength of the concrete is f'c = 210 Kg / cm2 and f'c = 280 Kg / cm2, varying among them according to the structural elements.

Finally, the costs, budgets and work programming of the red hull building establish a period of 6 months approximately.

KEYWORDS: Armed Concrete Multifamily Building, Slabs in one direction, foundation plate.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

INDICE

CAPITULO Nº 01: DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACION

1.1 Generalidades. Pág. 01

1.2 Antecedentes. Pág. 01

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo General. Pág. 02

1.3.2 Objetivos Específicos. Pág. 02

1.4 Área y Perímetro. Pág. 03

1.5 Ubicación. Pág. 04

1.6 Descripción del Proyecto. Pág. 05

1.7 Materiales Empleados. Pág. 13

1.8 Método de Diseño Pág. 14

1.9 Software Empleado. Pág. 16

1.9.1 ETABS Pág. 16

1.9.2 SAP 2000 Pág. 16

CAPITULO Nº 02: DISEÑO CONCEPTUAL.

2.1 Introducción. Pág. 17

2.2 Estructuración Pág. 17

2.3 Pre dimensionamiento Pág. 20

2.3.1 Losas Aligeradas en Una Dirección. Pág. 20

2.3.2 Vigas. Pág. 22

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.3.3 Columnas. Pág. 23

2.3.4 Placas. Pág. 26

2.3.5 Escalera. Pág. 28

2.3.6 Ascensor. Pág. 29

2.3.7 Cisterna y Tanque de Agua. Pág. 30

2.3.8 Muros de Contención. Pág. 32

CAPITULO Nº 03: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.

3.1 Objetivo del Estudio. Pág. 33

3.2 Memoria Descriptiva. Pág. 34

3.2.1 Ubicación y Descripción del Área en Estudio. Pág. 34

3.2.2 Acceso del Área en Estudio. Pág. 34

3.2.3. Condiciones Climáticas de la zona. Pág. 34

3.3 Programa de Ensayos de Laboratorio. Pág. 35

3.3.1 Trabajo de Campo Pág. 35

3.3.2 Trabajo en Laboratorio Pág. 36

3.4 Interpretación de Resultados. Pág. 38

3.4.1 Perfil Estratigráfico. Pág. 38

3.4.2 Ensayo de Corte Directo. Pág. 39

3.4.3 Análisis de Suelos. Pág. 42

3.4.4 Densidad Máxima y Mínima Pág. 43

3.4.5 Densidad Natural Pág. 43

3.5 Conclusiones y Recomendaciones. Pág. 44

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO Nº 04: ANALISIS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SISMORRESISTENTES.

4.1 Introducción. Pág. 45

4.2 Metrado de Cargas Pág. 46

4.2.1 Metrado de Carga Muerta y Viva Pág. 46

4.2.1.1 Peso Propio de la Losa Aligerada en una Dirección. Pág. 46

4.2.1.2 Peso Propio de las Vigas por Nivel. Pág. 49

4.2.1.3 Peso Propio de las Columnas. Pág. 51

4.2.1.4. Peso Propio de las Placas. Pág. 54

4.2.1.5 Peso Propio de la Escalera por Nivel. Pág. 56

4.2.1.6 Peso Total de la Estructura Pág. 58

4.3 Análisis Estructural para Cargas de Gravedad. Pág. 59

4.3.1. Definiciones. Pág. 59

4.3.2 Resultado del Análisis Bajo Cargas de Gravedad. Pág. 61

4.4 Resultado del Análisis Sísmico. Pág. 61

4.4.1 Definición Análisis Sísmico Pág. 61

4.4.2 Parámetros del Análisis Sísmico. Pág. 63

4.4.3 Zonificación Pág. 63

4.4.4 Condiciones Geotécnicas: Factor “S” y Factor “Tp” Pág. 64

4.4.5 Factor de Amplificación Sísmica “C”. Pág. 66

4.4.6 Factor de Uso “U”. Pág. 67

4.4.7 Configuración estructural del edificio. Pág. 67

4.4.8 Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas. Pág. 70

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.4.9 Estimación del Peso “P” Pág. 72

4.5 Análisis Estático Pág. 72

4.6 Análisis Dinámico Pág. 74

4.6.1 Aceleración Espectral Pág. 74

4.6.2 Interpretación de Resultados Pág. 78

4.6.3 Control de Desplazamientos Laterales Pág. 80

4.6.4 Fuerza Cortante Mínima en la Base Pág. 84

CAPITULO Nº 05: DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SISMORRESISTENTES Y OTROS ELEMENTOS.

5.1 Introducción. Pág. 87

5.2 Requisitos Generales. Pág. 87

5.2.1 Resistencia Requerida. Pág. 87

5.2.2 Diseño por Flexión Pág. 88

5.2.3 Diseño por Flexo Compresión”. Pág. 89

5.2.4 Diseño por Cortante. Pág. 89

5.3 Diseño de Vigas. Pág. 90

5.3.1 Diseño de Vigas Peraltadas Pág. 90

5.3.1.1 Análisis Estructural Pág. 91

5.3.1.2 Diseño por Flexión Pág. 94

5.3.1.3 Diseño por Corte Pág. 96

5.3.1.4 Empalmes por Traslape del Refuerzo para Barras Sujetas a Compresión. Pág. 97

5.3.1.5 Ejemplo de Diseño Pág. 99

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.4 Diseño de Columnas Pág. 106

5.4.1 Diseño por Flexo compresión Pág. 108

5.4.2 Efectos de Esbeltez. Pág. 109

5.4.2.1 Estructuras sin desplazamiento lateral. Pág. 109

5.4.2.2 Estructuras con desplazamiento lateral. Pág. 113

5.4.3 Diseño por Corte. Pág. 115

5.4.4 Empalmes por Traslape del Refuerzo. Pág. 118

5.4.5 Ejemplo de Diseño. Pág. 120

5.5 Diseño de Muros de Corte Pág. 138

5.5.1 Refuerzo mínimo horizontal y vertical. Pág. 140

5.5.2 Diseño por Flexo compresión. Pág. 140

5.5.3 Diseño por Corte. Pág. 142

5.5.4 Empalmes por traslape del refuerzo. Pág. 145

5.5.5 Ejemplo de Diseño de una Placa Típica P1. Pág. 145

5.6 Diseño de Cimentación Pág. 156

5.6.1 Clasificación de las Cimentaciones. Pág. 157

5.6.2 Descripción de la Cimentación a Diseñar (Platea) Pág. 158

5.6.3 Dimensionamiento de la Platea de Cimentación. Pág. 161

5.6.4 Verificación por Cortante. Pág. 169

5.6.5 Punzonamiento para platea de cimentación. Pág. 172

5.6.6 Diseño por Flexión. Pág. 182

5.7 Diseño de Losa Aligerada. Pág. 186

5.7.1 Concepto de Losas Aligeradas en una dirección. Pág. 186

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.7.2 Diseño por Flexión. Pág. 188

5.7.3 Diseño por Corte. Pág. 189

5.7.4 Ejemplo de Diseño. Pág. 190

5.8 Diseño de la Cisterna. Pág. 199

5.8.1 Diseño de la losa del techo de la Cisterna Pág. 203

5.8.2 Diseño de la losa de fondo de la Cisterna Pág. 206

5.9 Diseño de las Escaleras Pág. 207

5.9.1 Diseño por Flexión. Pág. 209

5.9.2 Diseño por Corte. Pág. 210

5.10 Diseño de Tabiquería en Albañilería Pág. 212

CAPITULO Nº 06: COSTOS, PRESUPUESTO Y PROGRAMACION DEL CASCO GRIS.

6.1 Costos y Presupuestos. Pág. 217

6.1.1 Introducción Metrados. Pág. 217

6.1.2 Análisis de Costos Unitarios. Pág. 217

6.1.3 Presupuesto de la Obra. Pág. 218

6.2 Programación de Casco Rojo. Pág. 223

6.2.1 Diagrama de Gantt. Pág. 223

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES: Pág. 224

BIBLIOGRAFIA: Pág. 227

ANEXO 01: Diagrama de Gantt

ANEXO 02: Planos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

LISTA DE TABLAS

CAPITULO N°01: ASPECTOS GENERALES.

TABLA No 01: Cuadro Resumen Áreas de Edificio Multifamiliar Pág. 003

TABLA N° 02 Factores de Reducción de Carga, Según la Norma E.060. Pág. 015

CAPITULO N°02: DISEÑO CONCEPTUAL.

TABLA N° 03 Definición de Elementos Básicos de la Escalera. Pág. 029

TABLA N° 04 Dotación de Agua por Departamento según RNE. Pág. 030

TABLA N° 05 Dotación Total de Agua. Pág. 031

CAPITULO N°03: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.

TABLA N° 06 Ensayo de Corte Directo + Envolvente de Resistencia. Pág. 039

TABLA N° 07 Análisis de Suelos. Pág. 042

TABLA N° 08 Densidad Máxima y Mínima. Pág. 043

TABLA N° 09 Densidad Natural. Pág. 043

CAPITULO N°04: ANALISIS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SISMORRESISTENTES.

TABLA N° 10 Pesos Unitarios de Materiales según la Norma E020. Pág. 045

TABLA N° 11 Cargas Vivas Repartidas para Edificios de Vivienda. Pág. 046

TABLA N° 12 Cargas Actuantes para las Losas Aligeradas en un sentido. Pág. 048

TABLA N° 13 Carga Muerta para Losa Aligerada en una dirección. Pág. 048

TABLA N° 14 Carga Viva para la Losa Aligerada en una dirección. Pág. 049

TABLA N° 15 Cargas Actuantes para Vigas. Pág. 049

TABLA N° 16 Peso Propio de Vigas. Pág. 051

TABLA N° 17 Tipo de Columnas existente. Pág. 051

TABLA N° 18 Cargas Actuantes para Columnas. Pág. 051

TABLA N° 19 Pesos Transmitidos por las Columnas en la Edificación. Pág. 053

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

TABLA N° 20 Cargas Actuantes para Placas. Pág. 055

TABLA N° 21 Peso Propio de Placas del Edificio. Pág. 055

TABLA N° 22 Cargas Actuantes para la Escalera. Pág. 057

TABLA N° 23 Carga Muerta y Viva para la escalera por nivel. Pág. 058

TABLA N° 24 Resumen de Metrado de Cargas. Pág. 058

TABLA N° 25 Valores del factor de zona según la norma E030. Pág. 064

TABLA N° 26 Factor de suelo “S”. Pág. 065

TABLA N° 27 Perfil de suelo – Periodos TP y TL. Pág. 065

TABLA N° 28 Valores del Coeficiente Básico de reducción “Ro”. Pág. 070

TABLA N° 29 Cálculo de la Fuerza cortante en la base para el análisis estático. Pág. 073

TABLA N° 30 Cálculo de Espectro Inelástico de Pseudo-aceleración para el análisis dinámico. Pág. 075

TABLA N° 31 Espectro Pseudo- aceleraciones. Pág. 077

TABLA N° 32 Valores de T vs Sa del Espectro de Diseño. Pág. 078

TABLA N° 33 Control de Desplazamientos para la Dirección x-x. Pág. 081

TABLA N° 34 Control de Desplazamientos para la Dirección y-y. Pág. 082

TABLA N° 35 Límites para Desplazamiento Lateral. Pág. 083

TABLA N° 36 Fuerzas Cortantes Basales Resultantes del Análisis Dinámico en “x”. Pág. 084

TABLA N° 37 Fuerzas Cortantes Basales Resultantes del Análisis Dinámico en “y”. Pág. 085

TABLA N° 38 Comprobación de la Fuerza Cortante en la Base. Pág. 086

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO N°05: DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SISMORRESISTENTES Y OTROS ELEMENTOS.

TABLA N° 39 Cargas Obtenidas del análisis estructural para la Placa P1. Pág. 151

TABLA N° 40 Combinaciones de carga Pu y Mu para la placa P1. Pág. 151

TABLA N° 41 5 Combinaciones de carga Pu y Mu para la placa P1. Pág. 152

TABLA N° 42 Cálculo de Áreas de Cimentación de las Columnas. Pág. 159

TABLA N° 43 Cálculo de Áreas de Cimentación de las Columnas. Pág. 159

TABLA N° 44 Valores del Módulo de Balasto según Terzaghi. Pág. 165

TABLA N° 45 Anexo 01 RNE 2016. Pág. 191

CAPITULO N°06: DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SISMORRESISTENTES Y OTROS ELEMENTOS.

TABLA N° 46 Resumen de Metrados. Pág. 220

TABLA N° 47 Presupuesto de la Edificación. Pág. 223

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

LISTADO DE FIGURAS

CAPITULO N°01: DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN.

FIG N° 01 Plano de Localización del Proyecto Pág. 001

FIG N° 02 Plano de Ubicación del Proyecto. Pág. 004

FIG N° 03 Arquitectura Inicial del Semisótano Pág. 007

FIG N° 04 Arquitectura Inicial del 1er Piso. Pág. 008

FIG N° 05 Arquitectura Inicial del 2do, 3ro, 4to, 5to Piso. Pág. 009

FIG N° 06 Arquitectura Inicial del 6to Piso. Pág. 010

FIG N° 07 Arquitectura Inicial del 7mo Piso. Pág. 011

FIG N° 08 Arquitectura Inicial del 8vo Piso. Pág. 012

FIG N° 09 Arquitectura Inicial del Techo. Pág. 013

CAPITULO N°02: DISEÑO CONCEPTUAL.

FIG N° 10 Detalle General del Aligerado. Pág. 021

FIG N° 11 Área de Techo que Carga la Columna Analizada. Pág. 025

CAPITULO N°03: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.

FIG N° 12 Perfil Estratigráfico de Calicata 01. Pág. 038

FIG N° 13 Envolvente de Resistencia. Pág. 040

FIG N° 14 Curvas Esfuerzo Deformación. Pág. 041

CAPITULO N°04: ANALISIS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SISMORRESISTENTES.

FIG N° 15 Área de Techo que Carga la Columna Analizada. Pág. 047

FIG N° 16 Tipos de Placas Existentes I. Pág. 054

FIG N° 17 Tipos de Placas Existentes II. Pág. 054

FIG N° 18 Características de la Escalera. Pág. 056

FIG N° 19 Distribución de Cargas del Edificio. Pág. 059

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

FIG N° 20 Vista Frontal del Modelo Estructural en ETABS 2016. Pág. 060

FIG N° 21 Fuerzas Internas Actuantes sobre el eje 6 debido a CM y CV. Pág. 061

FIG N° 22 Zonas Sísmicas según Norma E030. Pág. 063

FIG N° 23 Esquinas Entrantes. Pág. 069

FIG N° 24 Curva Espectro de Respuesta. Pág. 078

CAPITULO N°05: DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SISMORRESISTENTES Y OTROS ELEMENTOS.

FIG N° 25 Sección Transversal de Viga Peraltada Pág. 091

FIG N° 26 Requerimientos de Estribos en Vigas. Pág. 096

FIG N° 27 Consideraciones para especificar las zonas de empalme del refuerzo En Vigas. Pág. 098

FIG N° 28 Esquema de la Viga a Diseñar Pág. 099

FIG N° 29 Envolvente de Momentos Flectores para la Viga a Diseñar Pág. 099

FIG N° 30 Datos Calculados por ETABS 2016 para obtener el Acero Máximo En las Vigas a Diseñas Pág. 101

FIG N° 31 Distribución Final del Refuerzo por Flexión para la Viga en Estudio Pág. 102

FIG N° 32 Envolvente de Fuerzas Cortantes para la Viga a Diseñar en (ton-m). Pág. 102

FIG N° 33 Fuerzas Cortantes Últimas para la Viga a Diseñar en (ton-m) Pág. 103

FIG N° 34 Diseño Final de Tramo Seleccionado para la Viga V-013 Semisótano Pág. 106

FIG N° 35 Esquema de Columna con las Cargas que recibe Pág. 107

FIG N° 36 Diagrama de Interacción: Un gráfico en el que se representa la combinación de momentos y cargas axiales actuantes, que hace fallar a una columna. Pág. 109

FIG N° 37 Efectos de Esbeltez en Columnas con Simple Curvatura Pág. 111

FIG N° 38 Efectos de Esbeltez en Columnas con Doble Curvatura Pág. 111

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

FIG N° 39 Nomograma para Desplazamientos Laterales no impedidos. Pág. 113

FIG N° 40 Disposiciones para el espaciamiento de estribos en las columnas Pág. 118

FIG N° 41 Consideraciones para Empalme del Refuerzo en columnas Pág. 119

FIG N° 42 Ubicación en Planta de la Columna C2 Pág. 120

FIG N° 43 Carga Axial Pu de la Columna C2 Pág. 121

FIG N° 44 Momento Último en Dirección M33 Pág. 122

FIG N° 45 Momento Último en Dirección M22 Pág. 123

FIG N° 46 Sección de la Columna a Diseñar Pág. 124

FIG N° 47 Diagrama de Interacción Pág. 126

FIG N° 48 Columnas Presentan Curvaturas dobles. Pág. 128

FIG N° 49 Curvaturas Dobles de la Columna C2. Pág. 128

FIG N° 50 Momentos de Inercia en Columnas C2. Pág. 131

FIG N° 51 Desplazamiento lateral no impedido. Pág. 132

FIG N° 52 Requerimientos de estribos en columnas Pág. 136

FIG N° 53 Diseño Final de la Columna Analizada Pág. 137

FIG N° 54 Elementos Confinados de Borde en muros. Pág. 141

FIG N° 55 Placa a Diseñar Pág. 145

FIG N° 56 Desplazamiento de la Placa P1. Pág. 147

FIG N° 57 Armado Preliminar por flexión para la placa en estudio. Pág. 150

FIG N° 58 Diafragma de Interacción en la Dirección x-x Pág. 152

FIG N° 59 Diafragma de Interacción Ubicando el Punto Mn (Dirección X) Pág. 153

FIG N° 60 Diseño Final de la placa analizada. Pág. 156

FIG N° 61 Esquema de Platea de Cimentación Pág. 158

FIG N° 62 Área de Influencia de Cada elemento. Pág. 160

FIG N° 63 Nueva Área de Cimentación de Platea. Pág. 162

FIG N° 64 Modelo de Winkler Pág. 164

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

FIG N° 65 Idealización de la estructura de Fundación Pág. 164

FIG N° 66 Fuerzas Ejercidas por la presión del suelo. Pág. 166

FIG N° 67 Deformaciones por Asentamiento o Desplazamientos Verticales Pág. 168

FIG N° 68 Diagrama de Fuerza Cortante en x-x Pág. 170

FIG N° 69 Diagrama de Fuerza Cortante en y-y Pág. 171

FIG N° 70 Sección crítica al Punzonamiento Pág. 173

FIG N° 71 Sección crítica al Punzonamiento de la Columna C-02. Pág. 174

FIG N° 72 Esquema de la Viga de Cimentación a Diseñar Pág. 175

FIG N° 73 Datos Calculados por ETABS 2016 para Obtener el Acero Máximo para la Viga de Cimentación a Diseñar. Pág. 176

FIG N° 74 Cortante en V13 Pág. 178

FIG N° 75 Cortante en V23 Pág. 178

FIG N° 76 Requerimientos de Estribos en Vigas Pág. 180

FIG N° 77 Diseño Final de Tramo Seleccionado de la Viga de Cimentación Pág. 181

FIG N° 78 Diagrama de Momentos en X-X. Pág. 182

FIG N° 79 Refuerzo Superior e inferior en la Dirección X-X de la Platea Pág. 183

FIG N° 80 Diagrama de Momentos en Y-Y Pág. 183

FIG N° 81 Refuerzo Superior e Inferior en la Dirección Y-Y de la Platea Pág. 184

FIG N° 82 Distribución Final del Refuerzo para la Platea de cimentación. Pág. 185

FIG N° 83 Detalle General del Aligerado Pág. 187

FIG N° 84 Losa Aligerada Unidireccional – Semisótano Pág. 190

FIG N° 85 Sección de vigueta en SAP2000 Pág. 192

FIG N° 86 Carga Viva en SAP 2000 Pág. 193

FIG N° 87 Carga Muerta en SAP 2000 Pág. 193

FIG N° 88 Diagrama Momento Flector en SAP2000 Pág. 194

FIG N° 89 Momento en la Dirección M22 Nivel semisótano Pág. 194

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

FIG N° 90 Diagrama de Fuerza Cortante Vu. Pág. 195

FIG N° 91 Diagrama de Nueva Fuerza Cortante Vu Pág. 196

FIG N° 92 Plano de Losa Aligerada en una dirección Pág. 198

FIG N° 93 Vista en Planta de la Cisterna a Diseñar. Pág. 199

FIG N° 94 Sección e Idealización del Muro de la Cisterna a Diseñar. Pág. 200

FIG N° 95 Diagrama de Mo Flector M11 del Muro de Cisterna a Diseñar. Pág. 201

FIG N° 96 Diagrama de Fuerza Cortante del Muro de Cisterna a Diseñar. Pág. 202

FIG N° 97 Diagrama de Momento Flector del techo de Cisterna Pág. 204

FIG N° 98 Diagrama de Fuerza Cortante del Techo de Cisterna. Pág. 205

FIG N° 99 Corte de la Cisterna, Mostrando el Armado Final del Refuerzo Pág. 206

FIG N° 100 Vista en Planta de la Escalera a Analizar Pág. 207

FIG N° 101 Distribución de Cargas en Escalera. Pág. 208

FIG N° 102 Modelado de Escalera en SAP2000. Pág. 209

FIG N° 103 Esquema del Armado Final para la Escalera. Pág. 211

FIG N° 104 Detalle Unión Muro - Columna. Pág. 216

FIG N° 103 Detalle Columneta y Vigueta. Pág. 216

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

1.1 Generalidades

El desarrollo del proyecto de tesis tiene como finalidad el diseño estructural de un edificio multifamiliar de ocho niveles más un semisótano ubicado en una urbanización del distrito de Cayma de la ciudad de Arequipa.

El área total del terreno es de 332.00 m2 colindando posteriormente con la Urbanización La Explanada, en el lado izquierda y derecha con terrenos de la Urbanización Boulevard los Arces y una calle con un parque.

Fuente: Google Earth

FIG. No 01: Plano de Localización del Proyecto

1.2 Antecedentes

Debido que el distrito de Cayma es una zona comercial como turística y, que próximamente se construirán más proyectos de construcción como centros comerciales, esto ocasionará más demanda de vivienda. Es por ello que se quiere diseñar y analizar un edificio multifamiliar de concreto armado de 8 pisos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anteriormente el terreno era un terreno destinado a la agricultura, el área de estudio es cercana a la urbe comercial de Arequipa.

1.3 Objetivos

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo es realizar el análisis y diseño estructural de un edificio de ocho niveles de concreto armado, destinado al uso de viviendas, ubicado en el distrito de Cayma en Arequipa.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar y Diseñar una vivienda multifamiliar de ocho niveles aplicando la norma E-030 de Diseño Sismo resistente, la norma de Cargas E-020, la norma de suelos y cimentaciones E-050, la norma de concreto armado E-060 y la norma de instalaciones sanitarias para edificaciones IS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- Comprobar el diseño de concreto armado en el edificio, aplicando la norma E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- Utilizar el software de modelamiento (SAP 2000, Csi Colum y Etabs) como herramienta para el diseño y análisis en sistemas de edificaciones en construcción civil.
- Verificar que el diseño tenga un buen funcionamiento estructural.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.4 Área Y Perímetro

Área del terreno : 428.69 m2

Área Construida : 2597.50 m2

Perímetro : 73.00 m

	SEMI SOTANO	1ER PISO	2DO AL 5TO PISO	6TO PISO	7MO PISO	8VO PISO	TECHO
AREA (m^2)	332.5	282.63	289	289	286.85	280	259.52
ALTURA DE PISO A PISO (m)	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
AMBIENTES	12 Estacionamientos Simples y 01 Cuarto de Bombas y Cisterna	01 Hall de Ingreso y 01 Departamento	02 Departamentos por piso	01 Departamento	2 Departamentos duplex	2 Departamentos duplex	AREA DE AZOTEAS
CIRCULACION VERTICAL	Escalera Principal, Ascensor Minusvalidos y Ascensor	Escalera Principal y Ascensor	Escalera Principal y Ascensor	Escalera Principal y Ascensor	Escalera Principal e Interior y Ascensor	Escalera Principal y Ascensor	Escalera Principal

TABLA No 01: Cuadro Resumen Áreas de Edificio Multifamiliar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.5 Ubicación

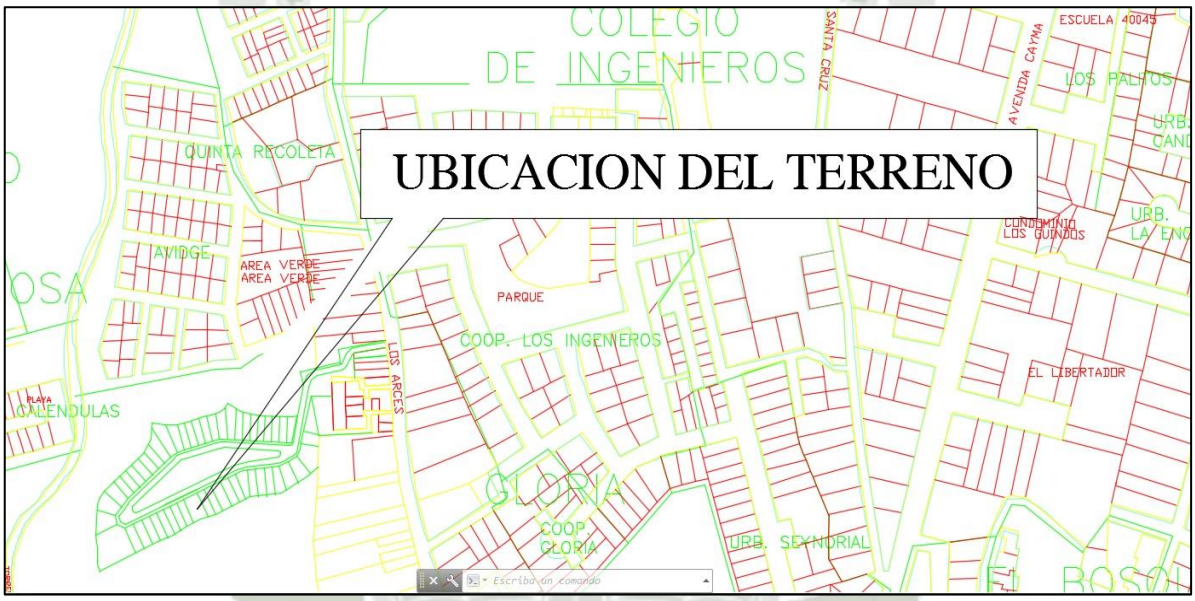
La zona de trabajo se encuentra ubicada en:

UBICACIÓN : Urb. Boulevard los Arces

DISTRITO : Cayma

PROVINCIA : Arequipa

DEPARTAMENTO : Arequipa



Fuente: Inmobiliaria Kasas

FIG. No 02: Plano de Ubicación del Proyecto

La zona de trabajo tiene como linderos:

NORTE : Parque y pista Boulevard los Arces

SUR : Urb. Explanada

ESTE : Propiedad de terceros

OESTE : Propiedad de terceros

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.6 Descripción Del Proyecto

El proyecto se inicia con el planteamiento arquitectónico del edificio, a partir del cual se obtienen los planos en planta, cortes, elevaciones y detalles. Se busca diseñar un edificio simétrico tanto en distribución de masas como rigideces, continuidad en la estructura y una resistencia adecuada; así mismo, regularidad en la planta para evitar problemas de torsión ante un sismo, cumpliendo las tablas de irregularidades estructurales en altura N°8 y N°9 del artículo 11 de la Norma E.030.-2016.

La edificación no debe sufrir daño alguno durante un sismo leve, puede que presente daños dentro de límites tolerables para su reparación en sismos moderados, y no debe colapsar durante sismos severos, preservando la integridad física de sus ocupantes.

El edificio consta de 8 niveles, con una altura total de 25.07m, incluido el semisótano. Siendo así la altura de piso a piso desde el semisótano al 8vo nivel.

Se cuenta con 12 estacionamientos, 10 departamentos destinados a vivienda. El estacionamiento se encuentra en el semisótano a -1.90 del N.P.T y un ascensor para minusválidos. En las afueras de la estructura se encuentra la cisterna y el cuarto de bombas.

En los planos de arquitectura del primer nivel se ubica un hall y un departamento cuya distribución es: sala – comedor, un dormitorio principal, un dormitorio secundario, un cuarto de usos diversos, cocina, cuarto de servicio, cuatro baños, jardín y terrazas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En la arquitectura de los niveles 2, 3, 4 y 5 se divide en dos departamentos cuya distribución es: un dormitorio principal, un dormitorio secundario, un depósito, un cuarto de uso diverso, sala-comedor y tres baños.

En el plano de arquitectura del nivel 6 consta de un departamento cuya distribución es: un dormitorio principal, dos dormitorios secundarios, una sala, un comedor, un estudio, un cuarto de servicio, una cocina, cuatro baños y una terraza.

En el plano de arquitectura, el nivel 7 tiene dos departamentos que se conectan por una escalera ubicada en la sala de estar al nivel 8, convirtiendo el nivel 7 y 8 en dos departamentos “dúplex”. La distribución del nivel 7 es de una sala comedor, un cuarto de huéspedes, una sala de estar, un patio, una cocina, un depósito, una terraza y dos baños. Mientras que la distribución del nivel 8 es: un dormitorio principal, dos dormitorios secundarios, una sala de estar y 3 baños.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

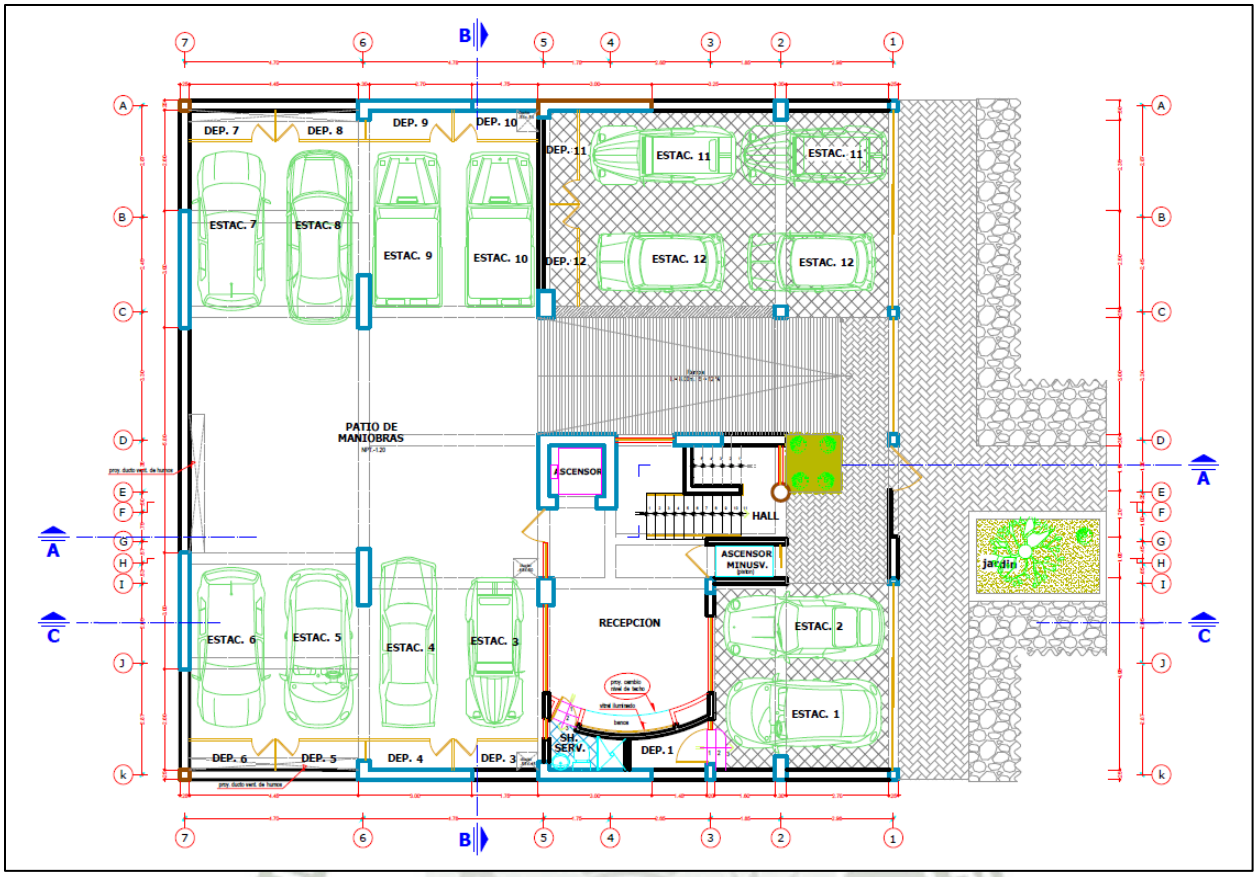


FIG. No 03: Nivel Semisótano

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

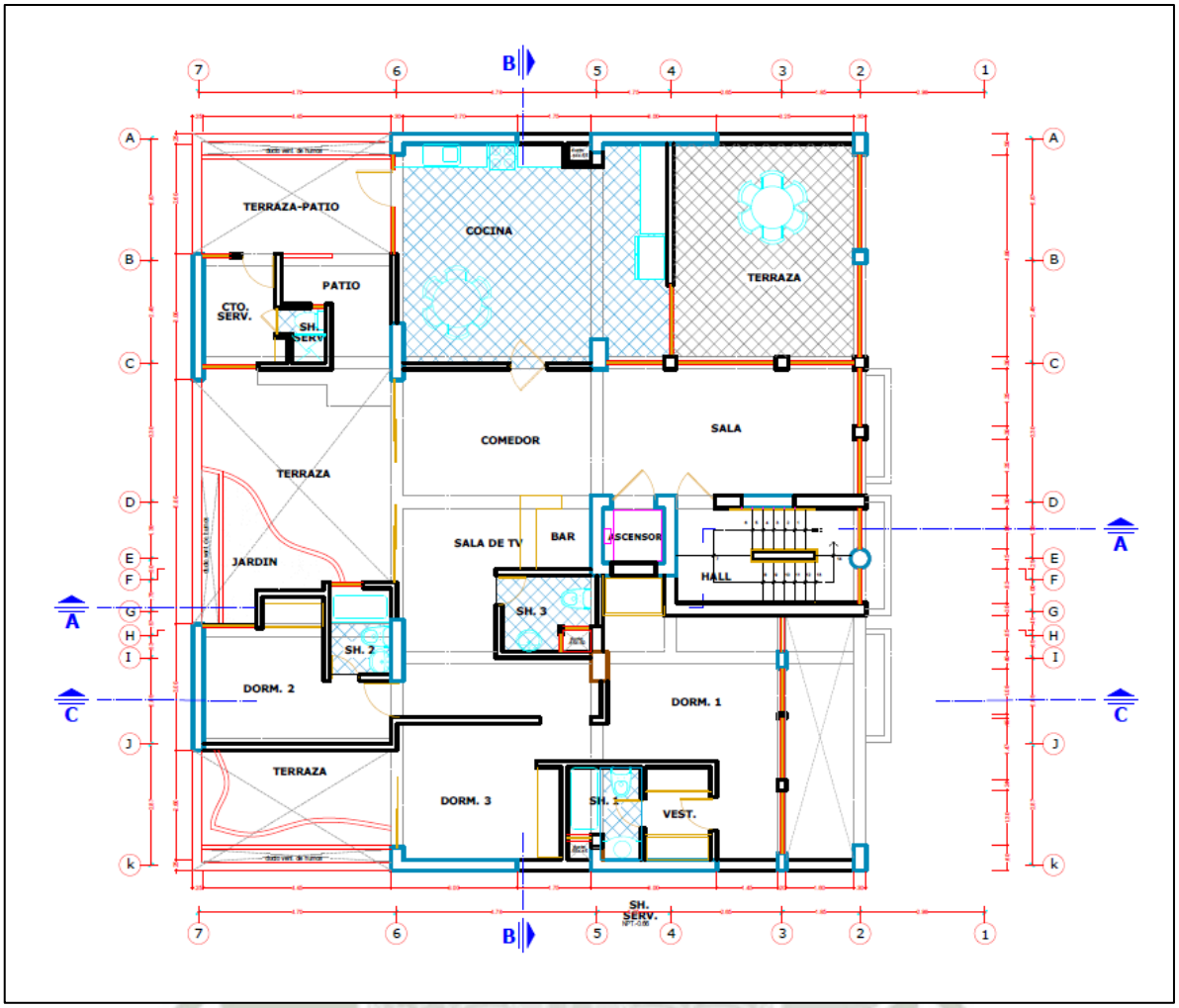


FIG. No 04: Primer Nivel

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

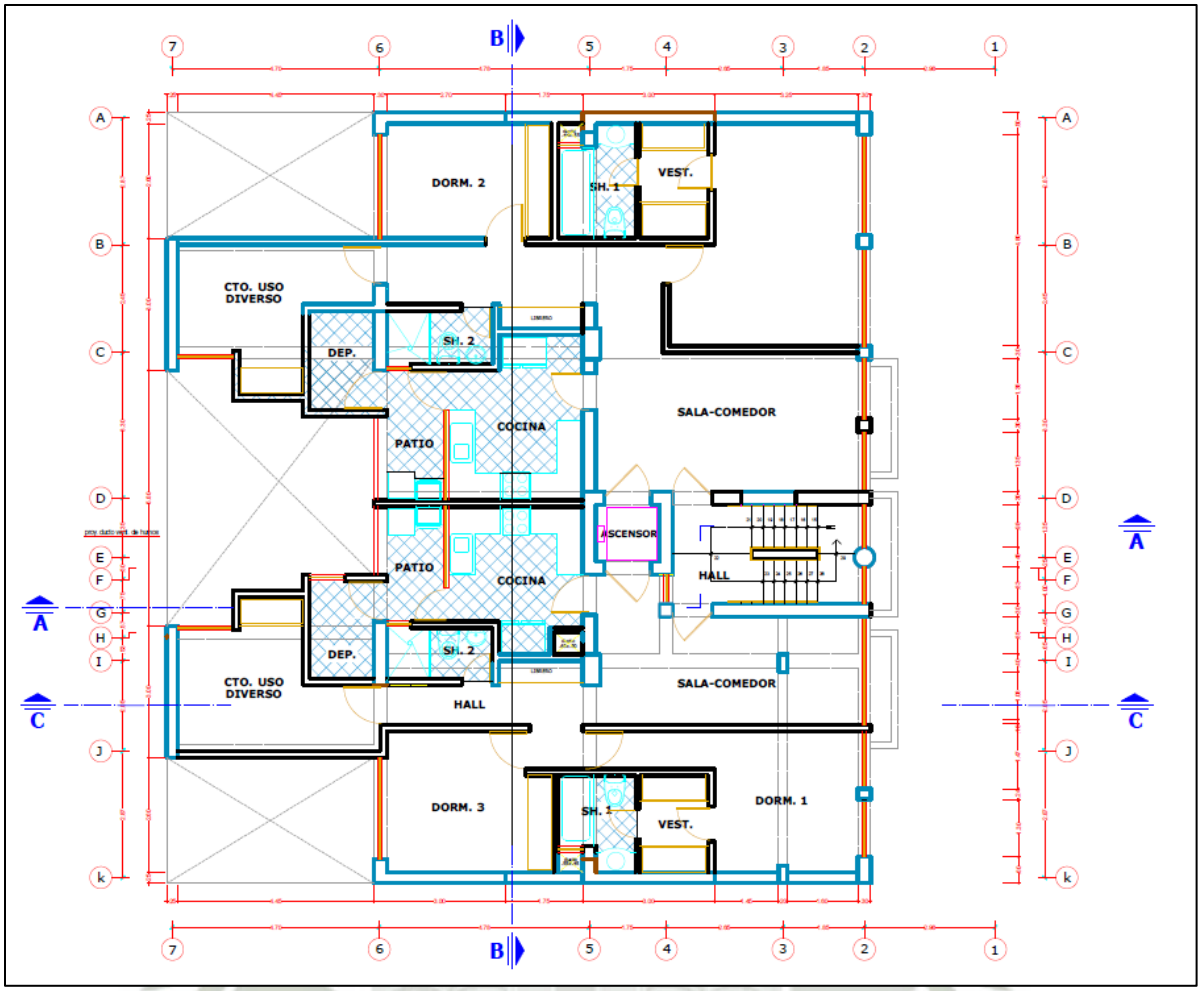


FIG. No 05: Nivel Típico (2do al 5to Nivel)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

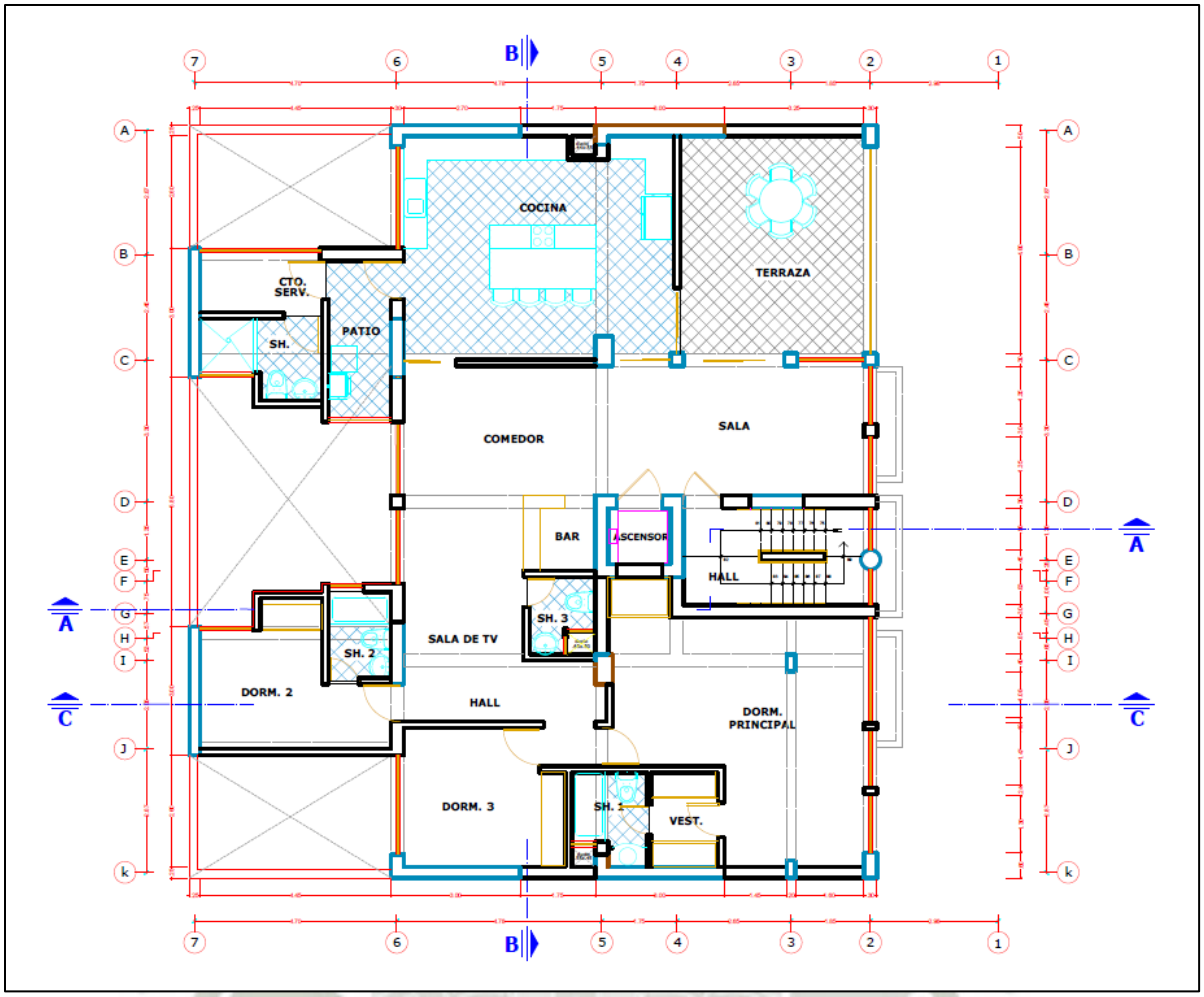


FIG. No 06: Sexto Nivel

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

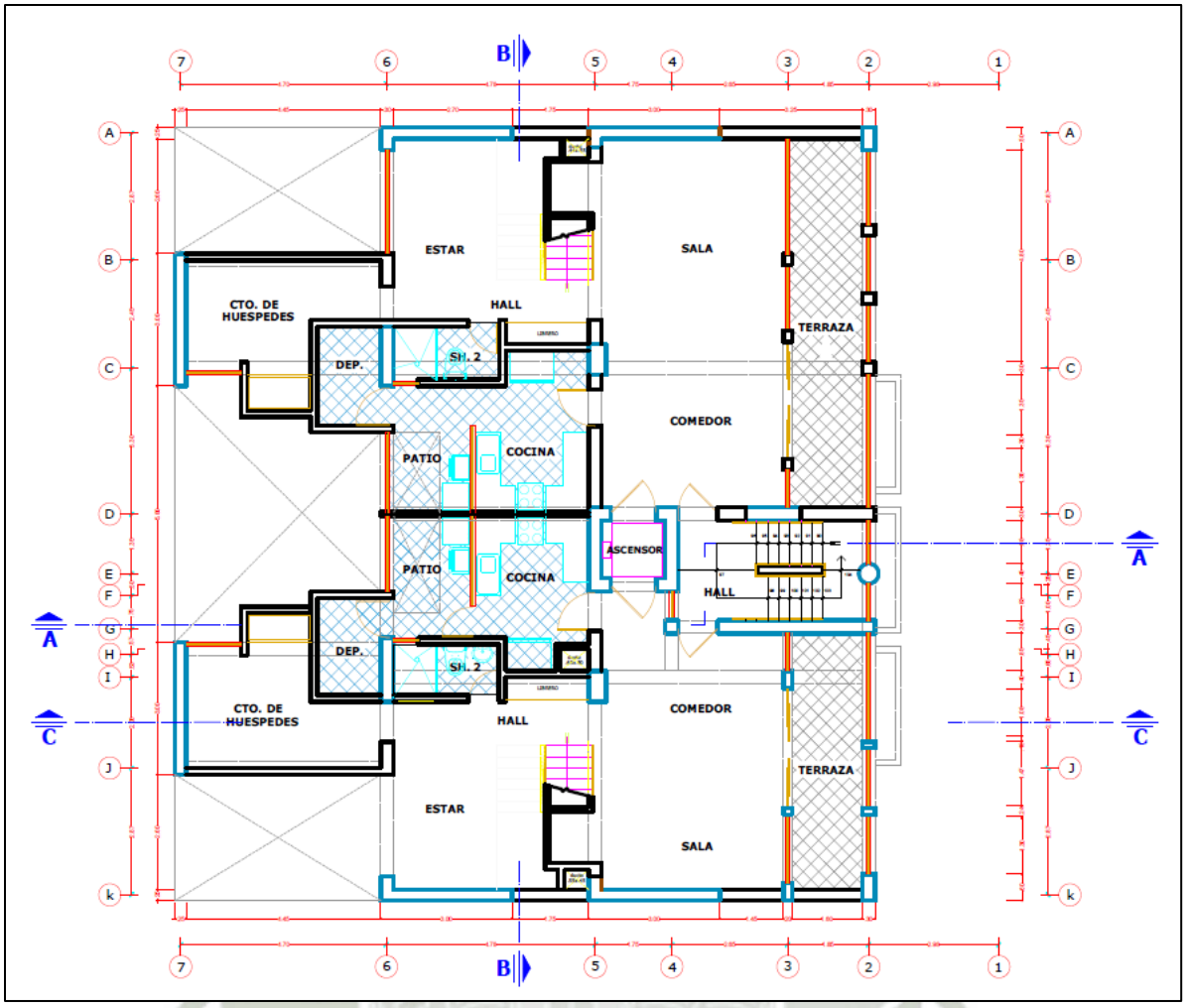


FIG. No 07: Séptimo Nivel

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

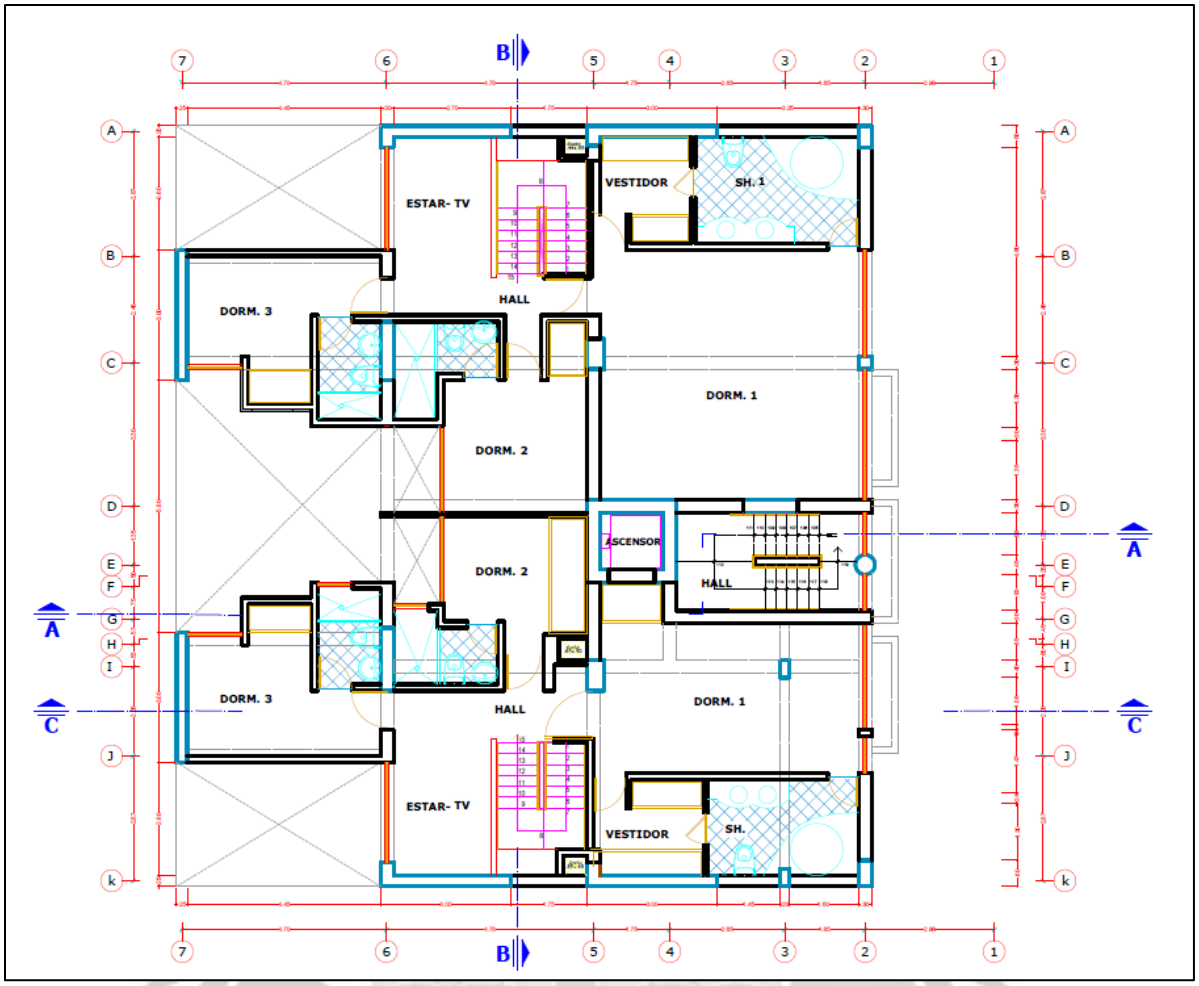


FIG. No 08: Octavo Nivel

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

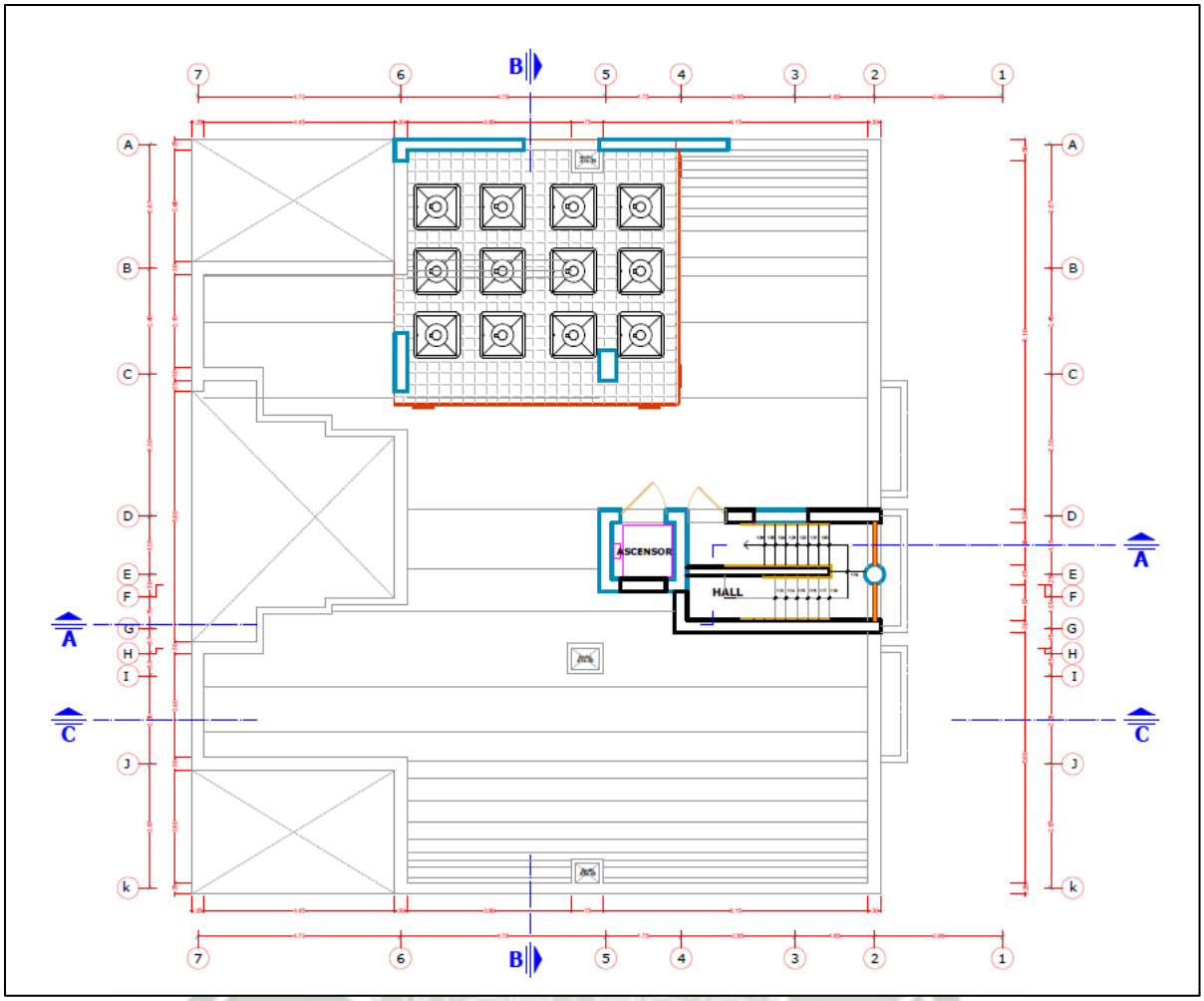


FIG. No 09: Techo

1.7 Materiales Empleados

Para diseñar el edificio se utilizará acero de refuerzo y concreto armado, a continuación, se muestran las propiedades de los materiales:

Propiedades del Concreto Armado:

- Resistencia a la compresión: f'c = 280 kg/cm
- Resistencia a la compresión: f'c = 210 kg/cm
- Módulo de Poisson: v = 0.15
- Deformación Unitaria Máxima: εcu = 0.003

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Módulo de Elasticidad f'c=280 kg/cm2: Ec = 15,000 √f 'c = 2,509,980.0 tn/m²
- Módulo de Elasticidad f'c=210 kg/cm2: Ec = 15,000 √f 'c = 2,173,706.5 tn/m²
- Peso Unitario Concreto Armado: 2,400 kg/m^3

Propiedades Acero de Refuerzo:

- Esfuerzo de fluencia: fy = 4,200 Kg/cm^2
- Resistencia a la tracción: fu = 6,300 Kg/cm^2
- Módulo de elasticidad: Es = 2,000,000 kg/ cm²
- Peso Unitario Acero: 7,850 kg/m^3
- Deformación Unitaria de Fluencia (fy/Es): εy = 0.0021

Ladrillos: En los planos de arquitectura del edificio se encuentra tabiquería con un ancho de 15cm.

Los datos y fórmulas en el análisis y diseño de concreto armado, son obtenidos del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, E060.

1.8 Método De Diseño

Los elementos estructurales se diseñaron por el "Método de Diseño por Resistencia". En la que indica que en cualquier sección la resistencia de diseño de un elemento será mayor o igual a la resistencia requerida, esta será calculada mediante combinaciones de cargas detalladas en el Reglamento Nacional de Edificaciones,2016, E060 - Artículo 9.2. Se obtiene la resistencia requerida (U).

Combinaciones de carga:

U = 1.4 x CM + 1.7 x CV
U = 1.25 x (CM + CV) ± CS
U = 0.9 x CM ± CS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Dónde:

CM: carga muerta

CV: carga viva

CS: carga de sismo

Así mismo se considera la resistencia de diseño de cada elemento como resistencia nominal calculada de acuerdo con los requisitos y suposiciones de la Norma, multiplicada por los factores ϕ de reducción de resistencia.

Estos factores de reducción de resistencia se indican en el Reglamento Nacional de edificaciones,2016, artículo 10.3.2 de la Norma E.060.

SOLICITACION	FACTOR DE REDUCCIÓN (ϕ)
Flexión sin carga axial	0.90
Carga axial de tracción con o sin flexión	0.90
Carga axial de compresión con o sin flexión (Refuerzo en espiral)	0.75
Carga axial de compresión con o sin flexión (Refuerzo en estribos)	0.70
Cortante y Torsión	0.85
Aplastamiento en el concreto	0.70
Zona de anclaje postensado	0.85
Concreto Estructural Simple	0.65

TABLA N° 02: Factores de Reducción de Carga (ϕ) según la Norma E.060.

Concluyendo se busca obtener:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Resistencia de Diseño ≥ Resistencia Requerida (U)

$$\emptyset Rn \geq Ru$$

1.9 SOFTWARE EMPLEADO

Se usó el ETABS Y SAP2000 como herramienta básica en el análisis y diseño de edificios.

1.9.1 ETABS

Es un programa de diseño desarrollado específicamente para los sistemas de construcción. ETABS puede manejar los modelos edificio más grandes y complejos, incluyendo una amplia gama de comportamientos no lineales, por lo que es la herramienta de elección para los ingenieros estructurales en el sector de la construcción.

1.9.2 SAP 2000

Es un programa de diseño desarrollado específicamente para los sistemas de construcción, elementos estructurales como escaleras y cisterna serán diseñados con este software.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO II: DISEÑO CONCEPTUAL

2.1 Introducción

La primera fase de un proyecto de edificación es elaborar la estructuración del edificio. Esta fase define la localización de todos los elementos estructurales, tales como; vigas, placas, columnas, muros, losas, etc. Se elabora inicialmente en base a los planos de arquitectura. Los elementos deben de ser diseñados ante cargas de gravedad y sismo.

Las discreciones básicas a seguir son: funcionalidad, seguridad, simplicidad, continuidad, estética y economía en el proyecto. Adicionalmente se debe analizar la uniformidad de los elementos estructurales como columnas y placas para así garantizar la correcta rigidez lateral, hiperestaticidad y monolitismo de los elementos.

2.2 Estructuración

El edificio multifamiliar se ha estructurado con muros de corte de concreto armado localizados de forma continua y simétrica, desde su cimentación hasta el techo, trabajando en conjunto con las vigas, columnas y losas aligeradas; todas ellas conformarán un edificio que cumpla con los criterios básicos de estructuración.

- Las losas serán aligeradas con una dirección cuyas luces fluctúan entre 4.45 y 5.95m y de espesor típico para uniformizar la construcción, estará compuesto por ladrillos de 30 x 30 x 20, que serán colocadas entre las viguetas de 10 cm de ancho, espaciadas en 30cm y una losa superior de 5 cm. Este sistema es utilizado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

con la finalidad de obtener estructuras más ligeras y más económicas, lo que lo hace más beneficioso para disminuir las fuerzas de carga de sismo. En adición con el diseño de las dimensiones de cimentaciones y los demás elementos estructurales.

- Las vigas son los elementos que absorberán las cargas de losas y serán transmitidas directamente hacia las columnas y/o placas, en conjunto se denominan pórticos, siendo con concreto armado pórticos mixtos.

  Las vigas serán del mismo peralte en todos sus casos para poder mantener la arquitectura del edificio.

- Las columnas se ubicarán interiormente en el edificio, así como las placas en los extremos laterales. Dichas columnas estarán ubicadas y alineadas de tal manera que respetarán la arquitectura del edificio considerando las secciones de las vigas con la finalidad que el acero de ellas tenga el adecuado anclaje con la columna.
- Las placas son un elemento estructural de concreto armado cuya finalidad al igual que las columnas es absorber las fuerzas de sismo con la diferencia que las placas simulan ser un muro de concreto. El diseño arquitectónico ha permitido la adecuada ubicación de las placas formando simetría y dando al edificio la adecuada rigidez torsional y lateral. Estas estarán localizadas en los extremos del edificio, caja del ascensor e interior del edificio.
- La distribución de los diferentes ambientes de los departamentos se realizará mediante muros de albañilería y columnas de arriostre. Estos, serán construidos después de haberse construido las losas de los techos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Los alfeizers de las ventanas ubicadas en la fachada serán construidas también de albañilería, serán separados de la estructura principal para dejar una junta entre los parapetos y las columnas, evitando la falla por columna corta.
- Las columnas de arriostre, serán distribuidas según la arquitectura de cada nivel del edificio, ya que no debe haber interacción entre muros y placas.
- La escalera es el elemento utilizado de escape durante emergencias en caso de siniestro (incendio, sismo, etc.). Es un elemento muy rígido, que estará aislada de la edificación. Está ubicada en la parte frontal del edificio, será típica en todos los pisos y ubicado a un costado del ascensor.
- Los muros de contención estarán alrededor del semisótano con un espesor de 0.25 m para así contrarrestar las cargas laterales transversales a su plano, provenientes del empuje del suelo y/o construcciones, el análisis de estos se realizará individualmente, ya que al ser un semisótano de mediana altura no afectará en el análisis.
- La cimentación transmite al suelo cargas de manera que no supere la capacidad portante del suelo o su esfuerzo admisible. La cimentación ha sido diseñada en base a zapatas conectadas para posteriormente ser diseñada como platea de cimentación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.3. PRE-DIMENSIONAMIENTO

Ya definida la estructuración del edificio se procede a pre-dimensionar los elementos siguiendo las exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones. Este proceso fundamenta en tantear y/o definir las dimensiones de las columnas, vigas, losas, placas, etc. Estas dimensiones serán sujetas a cambios según las comprobaciones en el análisis sísmico, así como en el diseño mismo. *(Véase en capítulos 5).*

2.3.1 Losas Aligeradas En Una Dirección:

Las losas son elementos que hacen factible la existencia de los pisos y techos de una edificación.

En este proyecto se ha visto por conveniente el uso de losas aligeradas de 4.45 m. y 5.95 m., que son luces intermedias de las cuales es económico usar en un aligerado, así como su costo de vaciado y encofrado en contraste de una losa maciza.

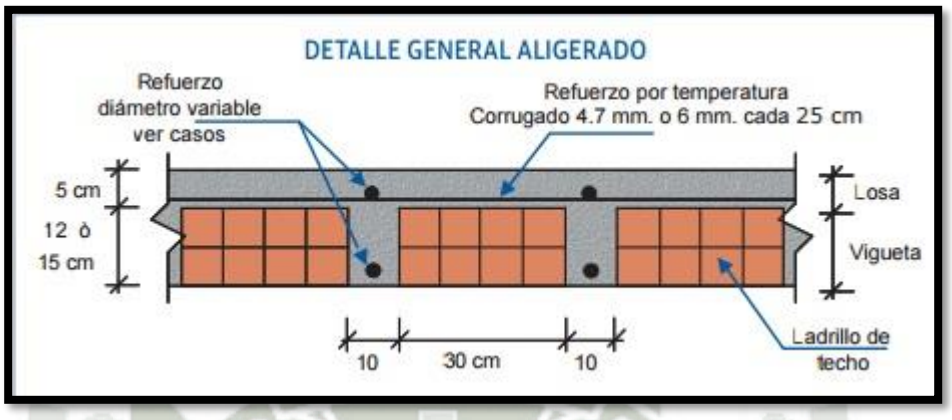
Las losas aligeradas tienen cambio de viguetas cada cierta distancia y que el espacio existente entre viguetas este relleno por un ladrillo aligerado. El encofrado de estas losas está conformado por tablas de madera o viguetas de acero independientes y ubicadas exactamente por debajo de las viguetas. En el Perú las losas aligeradas se hacen con viguetas de 10cm de ancho, separadas a una distancia libre de 30 cm, debido a que los ladrillos se fabrican con este ancho.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Los aligerados usuales en nuestro país son de 17cm, 20cm, 25cm y 30cm; considerando que los ladrillos se fabrican en espesores de 12, 15, 20 y 25 cm respectivamente.



Fuente: Aceros Arequipa (www.acerosarequipa.com)

FIG. N°010 Detalle General del Aligerado

El peralte de las losas aligeradas podrá ser dimensionado considerando el siguiente criterio:

$$h = 25 \qquad \text{para luces comprendidas entre 6.5 y 7.5 m.}$$

Se debe entender que "h" expresa la altura o espesor total de la losa aligerada incluyendo los 5 cm. de losa superior y el espesor del ladrillo del techo.

Fuente: (Antonio Blanco Blasco,1994, Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado, cap. 2).

Siguiendo el criterio de diseño mencionado en mi proyecto se obtiene que la luz más crítica es de 5.95m (ubicado entre los ejes C2 y C4), por lo tanto, tendríamos que usar un peralte de 25 cm.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En conclusión, para este proyecto se utilizará un peralte efectivo de 0.25 m en todas las losas aligeradas unidireccionales y así homogeneizar el proceso constructivo.

2.3.2. Vigas:

Las vigas se dimensionan generalmente considerando un peralte del orden de $l/10$ a $l/12$ de la luz libre, debe aclararse que esta altura incluye el espesor de la losa del techo o piso. (Referencia: Antonio Blanco Blasco,1994, Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado, cap. 2).

El ancho de la viga no debe ser menor de 0.25 veces el peralte ni de 250mm. (Registro Nacional de Edificaciones, 2016, Cap. 21 norma E060).

Para el pre dimensionamiento de vigas tomaremos un peralte en relación con los criterios antes mencionados, en este proyecto los ejes 2-5 de todos los niveles a excepción del último, la luz libre de las vigas es de 5.95 m, siendo estas las luces máximas en todo el edificio.

$$h > \frac{ln}{12} = 0.496m. \qquad \text{ó} \qquad h < \frac{ln}{10} = 0.595m.$$

Revisando lo anterior, se elige el peralte de 0.50m.

Se indica a continuación dimensiones usuales de vigas (*Fuente: Antonio Blanco Blasco,1994, Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado).*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$L \leq 5.5\ m.$ *25x30, 30x50*

$L \leq 6.5\ m.$ *25x60, 30x60, 40x60*

Considerando este criterio se elige 0.30x0.50m y 0.25mx0.30m para todas las vigas con responsabilidad sísmica.

2.3.3 Columnas:

Son elementos verticales que reciben las cargas de las losas y de las vigas con el fin de transmitirlos hacia la cimentación, y permiten que una edificación tenga varios niveles.

Desde el punto de vista sísmico, las columnas son elementos muy importantes pues forman con las vigas los denominados pórticos, que constituyen el esqueleto sismo resistente junto con los muros si existieran.

(*Fuente: Antonio Blanco Blasco,1994, Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado, cap. 2)*

Dado que el edificio en estudio está estructurado con columnas y placas; las columnas recibirán cargas de sismo y su diseño estará gobernado por la carga axial que actúe sobre ellas.

La dimensión menor de la sección transversal, medida en cualquier línea recta que pase por su centroide geométrico, no debe ser menor de 250mm. (Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Artículo 21.6.1.2)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Cuando se trata de edificaciones con un buen número de pisos, tal que se pueda advertir que la carga axial es importante con relación al momento, se puede dimensionar buscando una sección total de modo que la carga axial e servicio produzca un esfuerzo de compresión del orden de 0,45 f'c.

Para esta condición las columnas se pueden dimensionar usando la siguiente expresión (Ref. Antonio Blanco Blasco, 1994, Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado, cap. 2).

$$Area\ de\ columna\ = \frac{\boldsymbol{P}servicio}{0.45\ f'c}$$

Al ser un edificio de 8 pisos de altura se considerará un f'c de 280 kg/cm^2 en el nivel del semisótano y un f'c de 210 kg/cm^2 en el resto.

A continuación, se procederá a dimensionar la columna C-02 ubicada en los ejes "C y 5".

Los procedimientos a seguir se dictarán a continuación:

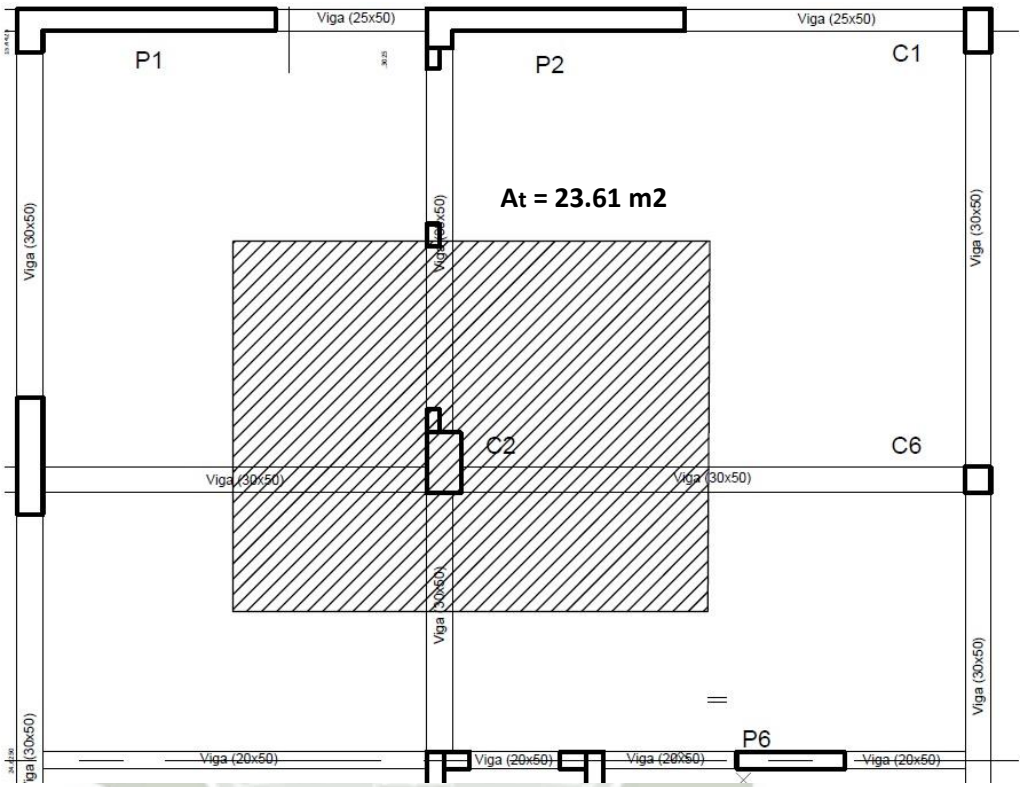
1. Identificar la columna a determinar su área tributaria.
2. Proyectamos desde el punto medio de la columna designada hasta el eje más próximo de la siguiente columna, tanto en el eje X y Y.
3. Se determina la distancia media entre columnas y/o placas para obtener un área tributaria de 23.61 m2 como se muestra en la Figura No 11.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4. Se dispone del número de pisos que tiene el proyecto que es de 9 niveles, así como el peso por m2 que es de 1Tn/m2.
5. Entonces su Peso es: $9x23.61x1 = 212.49\ ton$



Fuente: Propia

FIG. No 11 Área de Techo que Carga la Columna Analizada.

6. Entonces:

$$A_{col} = \frac{P}{0.45\ f'c} = \frac{212.49}{0.45x2800} = 0.169\ m^2$$

7. Para determinar un lado de la columna se calcula la raíz del área de la columna, siendo así 0.41m

Las medidas colocadas en la columna actual son de 0.40 x 0.70m siendo el pre dimensionamiento calculado cerca al tanteo realizado en el plano.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Entonces, para este proyecto tomaré una columna de **40 x 70** cm con una resistencia de concreto **f'c**= **280 kg/cm2** para el semisótano y los demás niveles, para posteriormente hacer la verificación de la sección utilizando el software ETABS 2016.

2.3.4 Placas:

Las placas de concreto o muros de corte son elementos importantes cuya principal función es: resistir fuerzas en dirección horizontal originadas por comportamiento sísmico. El agregar placas al edificio mejora la rigidez del mismo en la dirección en la que se encuentra orientada, así alivia a los pórticos tradicionales formados por columnas y vigas.

No es sencillo fijar un dimensionamiento exacto para estos elementos. Sin embargo, en la norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, artículo 21.9.3 hace referencia a los espesores mínimos indicando que el espesor del alma de los muros de corte no deberá ser menor de 1/25 de la altura entre elementos que le proporcionen apoyo lateral ni menor de 150 mm, salvo para los sistemas estructurales de muros con ductilidad limitada, para los cuales el espesor mínimo del alma no deberá ser menor de 100mm.

Asimismo, el Artículo 21.9.3.4 del (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016) explica que el muro de corte se convierte en un muro de contención en los sótanos, así que el espesor mínimo en los sótanos será de 20 cm.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Para el edificio en particular la distancia entre apoyos laterales corresponde a la altura de piso a piso, la cual es de 2.80 m. El espesor mínimo para esta condición será de 25 cm.

En el Perú se han proyectado una serie de edificaciones de hasta 20 pisos considerando placas de espesor igual a 25 cm. Considerando longitudes apreciables de éstas; si por el contrario existieran pocas placas en una dirección, es probable que se requiera de espesores mayores como 40,50 o 60cm. (Antonio Blanco, 1994)

Entonces, al contar con vigas de 30 cm de ancho en los pórticos con responsabilidad sísmica, el ancho de las placas deberá ser como mínimo 30 cm, si no sería imposible realizar un anclaje adecuado.

Considerando que las placas toman la mayor cantidad de carga sísmica y que se tienen vigas de 30, 25 y 20 cm de ancho, se considerará el espesor inicial para el análisis sísmico.

La evaluación final de la longitud de las placas se hará después de realizar el análisis sísmico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.3.5 Escalera:

El (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016) indica que el ancho mínimo de la escalera es de B =1.20 m en ambos sentidos. Debe tener un máximo de 17 pasos continuos y 90cm de longitud en los descansos. También define los pasos (P) y contrapasos (CP), para los cuales establece:

$$P \geq 25cm - - - Horizontal$$

$$15 \leq CP \leq 17.5cm - - - Vertical$$

$$60 \leq 2CP + P \leq 64cm$$

El espesor de la garganta (*t*) es considerada como losa maciza que se desempeña a flexión, se considera la siguiente expresión:

$$t = \frac{Ln}{25}$$

Donde:

(*Ln*) = Luz libre proyectada horizontalmente

En este edificio tenemos una sola escalera que comienza en el semisótano y termina en la azotea, entonces tenemos:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para Semisótano		Pisos Típicos	
Altura	: 3.00 m	Altura	: 2.65 m
No Contrapasos “CP”	: 17 de 18cm	No Contrapasos “CP”	: 13 de 18cm
No de Pasos “P”	: 15 de 25cm	No de Pasos “P”	: 15 de 25cm
2CP + P = 0.61m	**OK**	2CP + P = 0.61m	**OK**

ESPESOR DE GARGANTA
Ln = 4.60 m
t = Ln/25
t = 0.18 m

TABLA N°03 Definición de Elementos Básicos de la Escalera.

2.3.6 Ascensor:

La función de los ascensores es conectar los niveles de un edificio de una manera más rápida. En la Norma A.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, capítulo 6, articulo 30, dice que para edificios con niveles cuya altura entre el primer y último piso tenga una diferencia mayor a 12.00m, es necesaria la instalación de ascensores.

Para este edificio es necesario la instalación de un ascensor, el dimensionamiento ha sido realizado, de acuerdo a lo estipulado en la Norma EM .070 - Transporte Mecánico, Articulo N°4 – Ascensores.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.3.7 Cisterna y Tanque de agua:

La norma IS-010 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016 indica la capacidad de las cisternas en edificaciones.

En el artículo 2.2.b del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016 indica que los edificios multifamiliares deben tener una dotación de agua para consumo humano de acuerdo con el número de dormitorios de cada departamento.

Número de Dormitorios por Departamento	Dotacion por Departamento, L/d
1	500
2	850
3	1200
4	1350
5	1500

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016.

TABLA N° 04 Dotación de Agua por Departamento según RNE.

En el artículo 4.2.a y 4.2.b del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016 indica: *"La fuente del agua contra incendios podrá ser la red de abastecimiento público o la fuente propia del edificio"* en este caso el abastecimiento será la cisterna; y para esto el almacenamiento debe ser de por lo menos 30 m3.

Para los edificios que combinan cisterna, bomba y tanque de elevado de almacenamiento, y como requerimiento se necesita que la capacidad de la cisterna cubra las ¾ partes de la dotación diaria del edificio y el tanque elevado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

de almacenamiento la 3ra parte de dicha dotación. En ambas situaciones, los volúmenes no superarán los 1000 litros.

El edificio cuenta con departamentos de 2 habitaciones y departamentos de 3 habitaciones incluido dos departamentos dúplex; teniendo 12 departamentos en los 8 pisos del edificio.

Consideramos que para la dotación de agua se relaciona el número de dormitorios por departamento, tenemos:

Nº Dormitorios por Departamento	Nº Departamentos	Dotación por Departamento (L/d)	Dotación Total (L/d)	Dotación Total (m3)
2	9	850	7650	7.65
3	3	1200	3600	3.60
			TOTAL	**11.25**

TABLA No05 Dotación Total de Agua.

La dotación total es de 11250 l/d lo que equivale a 11.25 m3/d.

- Volumen de la cisterna: $\frac{3}{4}\ x\ 11.25 = 8.44\ m3 + 25\ m3 = 33.44\ m3$
- Volumen de tanque elevado: $\frac{1}{3}\ x\ 11.25 = 3.75\ m3$

Concluimos que la capacidad mínima de la cisterna es de 33.44 m3. Y por lo tanto se destinará 22.525 m2 para la habilitación de la cisterna. Se dará una altura libre de 0.50 m entre el nivel del techo y el agua:

$$Altura\ = \frac{25.07}{22.53} + 0.5\ = 1.61\ m.$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La altura de piso a techo de la cisterna será de 3.20m, considerando el espesor de losa y techo a 0.20m, así como también el espesor de los muros a 0.25m.

2.3.8 Muros de Contención:

Elemento estructural que resiste las presiones laterales del suelo. Tomando en consideración la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, artículo 21.9.3.4; se establece un espesor mínimo 0.20m para muros exteriores de sótano, en el caso del edificio el espesor será de **0.25m**.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO III: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

3.1 Objetivo del Estudio

El siguiente estudio tiene por objeto investigar el subsuelo del terreno asignado para el proyecto de tesis “ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URBANIZACION BOULEVARD LOS ARCES – CAYMA - AREQUIPA”; por medio de trabajos de campo a través de calicatas, ensayos de laboratorio estándar y especiales, a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, así como, sus propiedades de resistencia y labores de gabinete, en base a los cuales se define los perfiles estratigráficos, tipo y profundidad de cimentación, capacidad portante admisible, asentamientos y las recomendaciones generales para la cimentación.

El programa seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- Reconocimiento del terreno
- Distribución y ejecución de calicatas.
- Ejecución de ensayos de Laboratorio.
- Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio.
- Perfiles Estratigráficos.
- Análisis de la Capacidad Portante Admisible.
- Determinación de Asentamientos.
- Conclusiones y Recomendaciones.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Fuente: ("Estudio de Suelos: Construcción de Oficina Mediterráneo Av. Cayma 514-A", 2014, Geotecnia AQP).

3.2 Memoria Descriptiva

3.2.1 Ubicación y Descripción del Área en Estudio

El terreno se encuentra ubicado en la Urb. Boulevard Los Arces del Distrito de Cayma, Provincia y Región de Arequipa. El terreno presenta una forma regular.

3.2.2 Acceso del Área en Estudio

Presenta una buena accesibilidad.

3.2.3 Condiciones Climáticas de la zona

La zona presenta un clima seco, con cambios de temperatura bien marcados durante el día y la noche; calurosos durante el día y frígidos en la noche. Teniendo como meses más cálidos: Noviembre y diciembre, siendo los más fríos: Mayo y junio. Teniendo un promedio de temperatura que oscila entre 13°C y 16°C. Decreciendo bruscamente en la noche.

Con relación a las lluvias son muy escasas de 40mm a 120mm anuales originando pues un clima árido, se pueden desarrollar plantas sino bajo condición de riego.

La humedad relativa es baja principalmente en la estación seca.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Fuente: ("Estudio de Suelos: Construcción de Oficina Mediterráneo Av. Cayma 514-A", 2014, Geotecnia AQP)

3.3 Programa de Ensayos de Laboratorio

3.3.1 Trabajo De Campo

El trabajo de campo en el presente estudio comprende las siguientes fases:

- Inspección ocular: etapa de reconocimiento general del terreno, con la finalidad de planificar los trabajos, como son: personal, método y equipos a emplearse, determinación de las zonas de acceso, programación de los trabajos, etc.
- Recopilación de información: se recogió información del tipo de suelo, en construcciones ejecutadas en la zona de estudio, especialmente sobre profundidad encontrada de la tierra de chacra, grava encontrada y de la capacidad portante.
- Se excavó una calicata de 02 (dos) metros de profundidad, donde se recolectó muestras que sirven para determinar las características del subsuelo tributando para cálculo de Capacidad Portante, según la Norma Técnica ASTMD 420.
- Paralelamente al muestreo de suelos se realizó el registro e identificación de cada uno de los estratos encontrados en las calicatas, anotándose las principales características, tales como: ubicación, profundidad, espesor, tipo de suelo, color, plasticidad, compacidad, entre otros.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Fuente: ("Estudio de Suelos: Construcción de Oficina Mediterráneo Av. Cayma 514-A", 2014, Geotecnia AQP)

3.3.2. Trabajo en Laboratorio

- *Análisis Granulométrico por Tamizado(ASTMD-421)*

  La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz Nº200 (diámetro0.074 milímetro), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global.

- *Limite Liquido (ASTMD-423) y Limite Plástico (ASTMD-424)*

  El suelo, de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados: Liquido, Plástico y seco. Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla Nº200, por su carácter cohesivo.

  El contenido de humedad en el cual el suelo pasa del estado semilíquido al plástico es el límite líquido (ASTMD-423), y el contenido de humedad en el que pasa del estado plástico al semiseco es el límite plástico (ASTM-424).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- *Clasificación de Suelos por el Método SUCS y por el Método AASHTO.*

  Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas los que generalmente se encuentran mezclados. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

  El sistema de clasificación para Construcción de Carreteras AASHTO, es también usado de manera general.

  Análisis de los resultados e informe final.- En base a la información recopilada del área de estudio, trabajo de campo y ensayos de laboratorio, se efectuaron los análisis, cálculos y conclusiones respectivas, cuyo producto final se detalla en el presente informe técnico.

  Fuente: ("Estudio de Suelos: Construcción de Oficina Mediterráneo Av. Cayma 514-A", 2014, Geotecnia AQP)

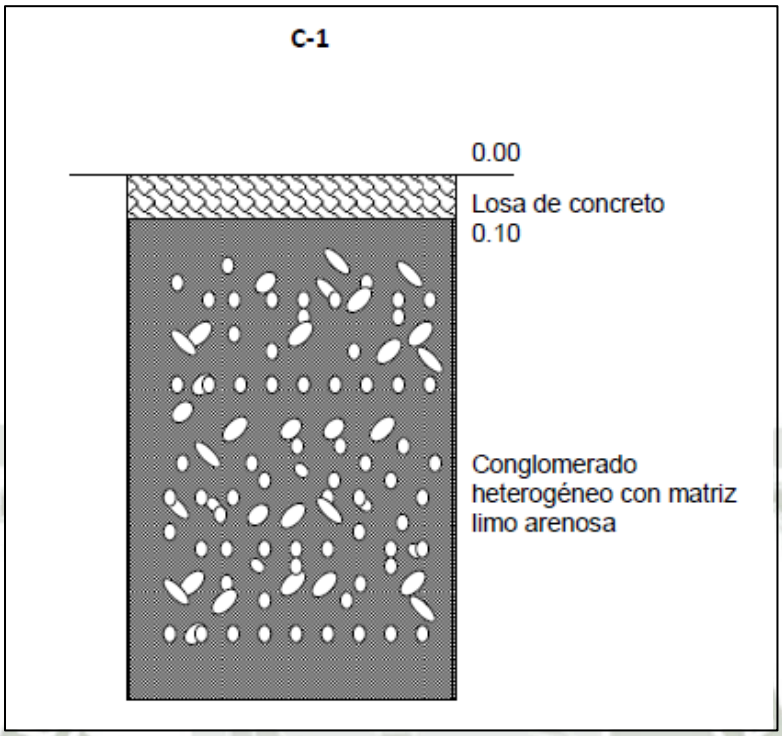
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.4 Interpretación de Resultados

3.4.1 Perfil Estratigráfico



Fuente: GEOTECNIA AQP EIRL

FIG. No 12 Perfil Estratigráfico de Calicata 01

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.4.2. Ensayo de Corte Directo

PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE = 110.9

DEFORMACION TANGENCIAL δh (mm.)	ESPECIMEN 01	ESPECIMEN 02	ESPECIMEN 03	ESPECIMEN 04
	σ (kg/cm²) **0.126**	σ (kg/cm²) **0.253**	σ (kg/cm²) **0.379**	σ (kg/cm²) **0.505**
	τ (kg/cm²)	τ (kg/cm²)	τ (kg/cm²)	τ (kg/cm²)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.20	0.274	0.650	0.863	1.107
0.40	0.426	0.680	0.904	1.219
0.60	0.447	0.711	0.965	1.269
0.80	0.548	0.751	1.015	1.351
1.00	0.670	0.792	1.066	1.462
1.20	0.721	0.833	1.168	1.574
1.40	0.782	0.904	1.219	1.625
1.60	0.843	1.046	1.320	1.818
1.80	0.863	1.117	1.401	1.909
2.00	0.914	1.188	1.513	1.960
2.20	0.965	1.269	1.594	2.082
2.40	1.026	1.351	1.706	2.214
2.60	1.097	1.422	1.848	2.336
2.80	1.219	1.473	1.899	2.458
3.00	1.269	1.544	2.041	2.620
3.20	1.371	1.645	2.204	2.712
3.40	1.442	1.767	2.336	2.793
3.60	1.554	1.859	2.458	2.905
3.80	1.676	1.950	2.580	2.976
4.00	1.828	2.082	2.702	3.149

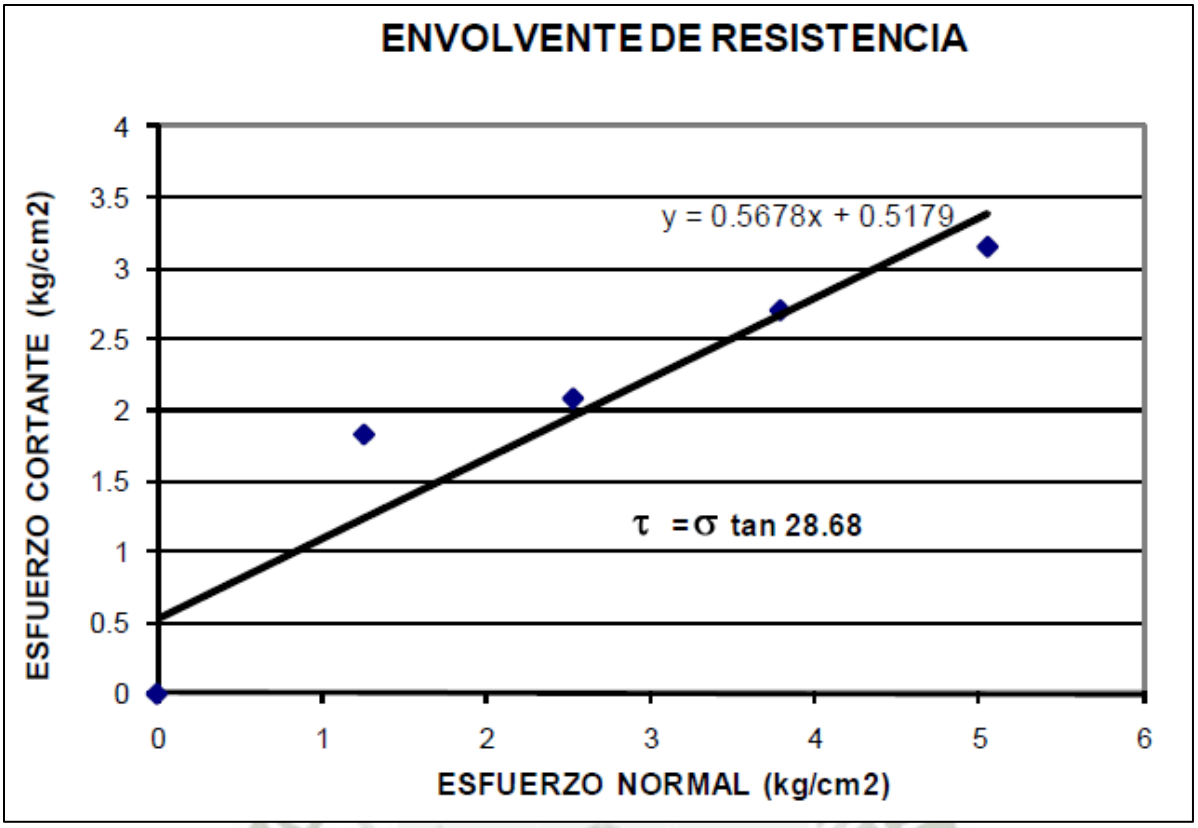
Fuente: GEOTECNIA AQP EIRL

TABLA No 06: Ensayo de Corte Directo + Envolvente de Resistencia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



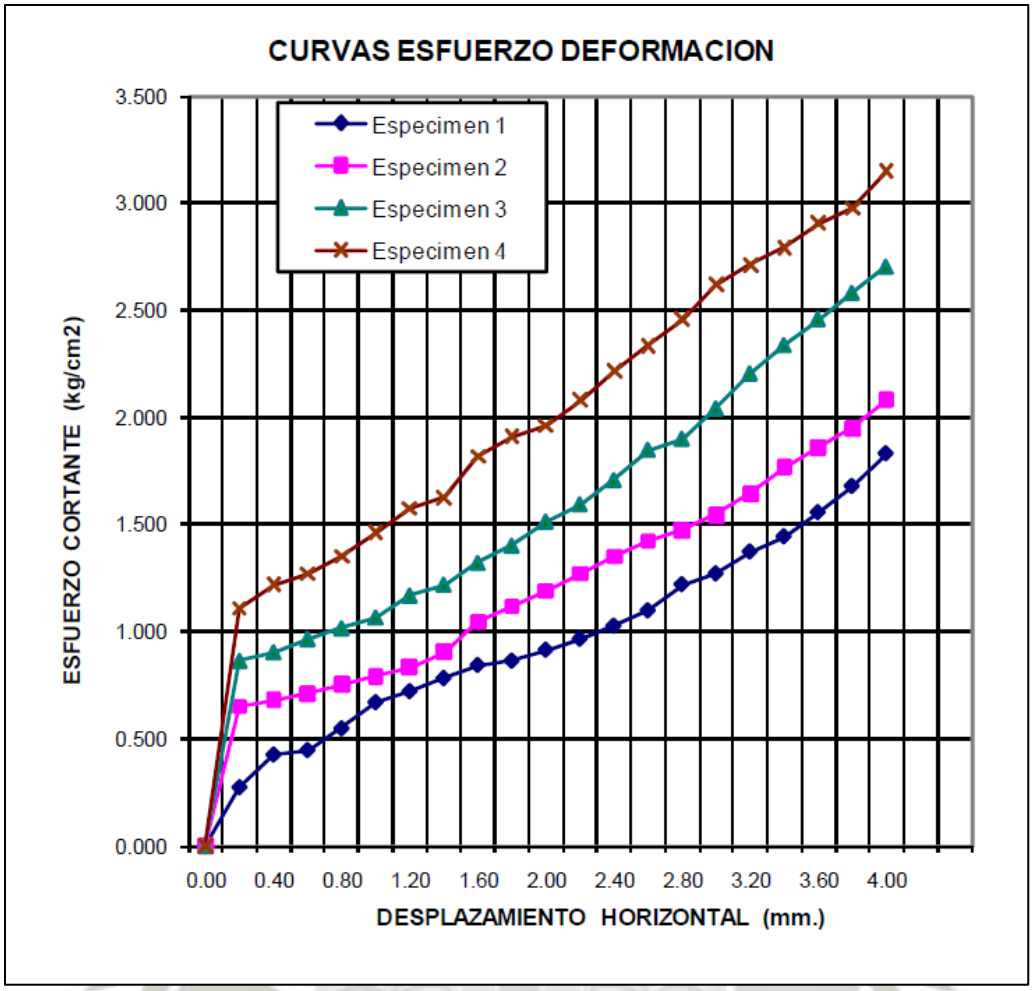
Fuente: GEOTECNIA AQP EIRL

FIG. No 13: Envolvente de Resistencia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Fuente: GEOTECNIA AQP EIRL

FIG. No 14 Curvas Esfuerzo Deformación

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.4.3 Análisis De Suelos

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	1	
	CAL / MUESTRA	C-1 / M-1	
	PROF. (m)	0.00 - 3.00	
	ABERTURA (mm)	RET.	PASA
3"	76.200		
2 1/2"	63.500		100
2"	50.800	3.8	96
11/2"	38.100		96
1"	25.400	14.2	82
3/4"	19.050	-	82
1/2"	12.700	-	82
3/8"	9.525	18.6	63
1/4"	6.350	-	63
N° 4	4.760	20.8	43
N° 6	3.360	-	43
N° 8	2.380	-	43
N° 10	2.000	9.6	33.0
N°16	1.190	-	33.0
N° 20	0.840	-	33.0
N° 30	0.590	-	33.0
N° 40	0.426	10.5	22.5
N° 50	0.297	-	22.5
N° 80	0.177	-	22.5
N° 100	0.149	12.3	10.2
N° 200	0.074	9.4	0.8
- N° 200	-	0.8	- 0.0
HUMEDAD NATURAL (%)		2.5	
LIMITE LIQUIDO (%)		19.2	
INDICE PLASTICO (%)		NP	
CLASIFICACION SUCS		GM	
CLASIFICACION AASHTO		A-1-a (0)	

Fuente: GEOTECNIA AQP EIRL

TABLA No 07: Análisis de Suelos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.4.4 DENSIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA

ENSAYO		DENSIDAD MÍNIMA			DENSIDAD MÁXIMA		
		1	2	3	1	2	3
VOLUMEN DEL MOLDE/MUESTRA (cm³)		1,341.98	1,341.98	1,341.98	1,341.98	1,341.98	1,341.98
PESO DEL MOLDE (g)		5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00
PESO DEL SUELO + MOLDE (g)		7,572.00	7,525.00	7,638.00	7,735.00	7,724.00	7,786.00
PESO DEL SUELO (g)		2,262.00	2,215.00	2,328.00	2,425.00	2,414.00	2,476.00
DENSIDAD MINIMA/MAXIMA (g/cm³)		1.686	1.651	1.735	1.807	1.799	1.845
	RESULTADO	DENSIDAD MÍNIMA:		1.690	DENSIDAD MÁXIMA:		1.817

Fuente: GEOTECNIA AQP EIRL

TABLA No 08: Densidad Máxima y Mínima

3.4.5. DENSIDAD NATURAL

DESCRIPCION	CALICATA 1
1 Peso suelo + bandejas grs.	4,660
2 Peso bandeja	282
3 Peso neto suelo + grava (1)-(2)	4,378
4 Peso grava secada al aire	
5 Peso de arena + el frasco	8,140
6 Peso de arena que queda + frasco	2,786
7 Peso neto de arena empleada (5) (6)	3,620
8 Densidad de la arena	1.51
9 Volumen del hueco (7) : (8) cc	2,397
10 Volumen de grava por desplazamiento	
11 Peso del suelo (3) - (4) grs.	4,378
12 Volumen suelo (9) (10) cc.	2,397
13 Densidad húmeda (11) grs.	1.83
14 % de humedad contenida	2.50
15 Densidad seco (13) : 1 + 14) 100 grs.	1.782

Fuente: GEOTECNIA AQP EIRL

TABLA No 09: DENSIDAD NATURAL

3.5 Conclusiones Y Recomendaciones

De acuerdo a los trabajos de campo, ensayos de Laboratorio, a las características de proyecto y al análisis efectuado, se concluye lo siguiente:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1. El terreno de estudio, se encuentra ubicado en URB. BOULEVARD LOS ARCES del Distrito de Cayma, Provincia y Región de Arequipa.
2. El terreno presenta una forma regular.
3. Se recomienda tener en cuenta los Sistemas de Drenaje necesarios para la evacuación del agua en época de lluvia.
4. Capacidad Portante: La capacidad Portante del terreno en la C-1 es de 1.94 kg/cm2
5. Profundidad Mínima de Cimentación: La profundidad Mínima de cimentación será a la profundidad de 2.00 y de ancho de 1.20m por debajo del semisótano.
6. Agresividad del Suelo a la Cimentación: Se ha considerado que el suelo no es agresivo, para cuyo efecto se usara Cemento Tipo I en todas las cimentaciones.
7. Los parámetros para el análisis sismo resistente se recomienda considerar un factor s = 1.20 y Ts = 0.60.
8. Asentamiento: El Asentamiento Inmediato es de 0.45
9. Napa Freática: No se encontró la napa freática hasta la profundidad de 3.00 m.
10. Las Conclusiones y Recomendaciones son válidas para la zona en estudio y para los niveles de cargas consideradas en el Proyecto.

Fuente: ("Estudio de Suelos: Construcción de Oficina Mediterráneo Av. Cayma 514-A", 2014, Geotecnia AQP)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO IV: ANALISIS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SISMORRESISTENTES

4.1 INTRODUCCIÓN:

Aquí se consideran las cargas verticales a las que se encuentra sometida la estructura, considerándose como cargas muertas el peso de: losas, vigas, columnas, placas, acabados, etc. y como cargas vivas: sobrecargas aplicadas en cada ambiente.

Para calcular la carga muerta se necesita saber el peso propio del elemento y el peso de los elementos que soporta. *En el Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Anexo 1 de la Norma E.020* se muestra una tabla con los pesos unitarios de diversos materiales y elementos:

MATERIALES	PESOS UNITARIOS
Albañilería de Unidades Solidas	1800 kg/m3
Peso Propio de la Tabiquería.	100 kg/m2
Concreto Armado	2400 kg/m3
Piso Terminado.	100 kg/m2
Losa aligerada en una dirección h=0.25m	350 kgf/m2

TABLA No 10 Pesos Unitarios de Materiales según la Norma E.020.

En el Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E.020, Tabla No 1 del Capítulo 3 dice: Todos los valores de carga viva repartida en los pisos, las cuales dependen del uso de la edificación:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

OCUPACION O USO	CARGAS REPARTIDAS
Vivienda	200 kgf/m2
Escalera	200 kgf/m2
Techo	100 kgf/m2

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E020

TABLA No 11 Cargas Vivas Repartidas para Edificios de Vivienda según la Norma E.020.

4.2 METRADO DE CARGAS

4.2.1. METRADO DE CARGA MUERTA Y VIVA

4.2.1.1. PESO PROPIO DE LA LOSA ALIGERADA EN UNA DIRECCION:

Para determinar el peso propio, tomamos una sección cuadrada de 0.40m x 0.40m (Figura 15), en el pre dimensionamiento la altura de la losa es de 0.25m.

Con una regla de tres simple podemos hallar los valores por metro cuadrado con los resultados de la franja de 0.40m x 0.40m.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

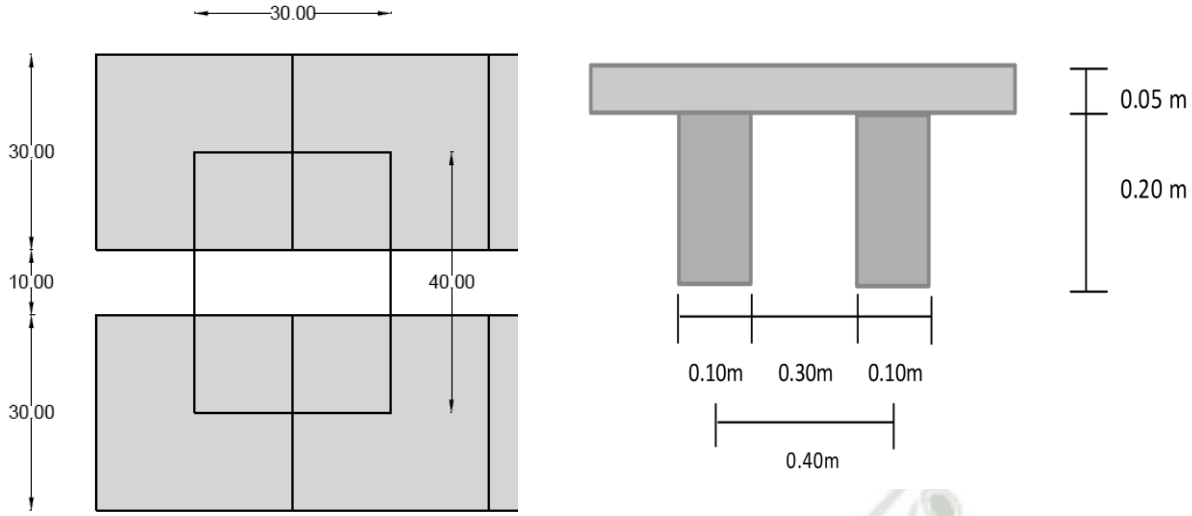


FIG. N°15: Área de Techo que Carga la Columna Analizada.

En el software ETABS no existe la opción para crear losas de mampostería, entonces trabajaremos con las propiedades que más se asemejen.

Para poder determinar el peso x m2 de la losa:

$$\textbf{\textit{Losa de 5cm}} \quad : \quad \mathbf{0.40m\ x\ 1.00m\ x\ 0.05m\ x\ 2.40}\frac{\boldsymbol{tn}}{\boldsymbol{m3}} = \mathbf{0.048}\ \boldsymbol{tn}$$

$$\textbf{\textit{Vigueta en x}} \quad : \quad \mathbf{0.10m\ x\ 0.20m\ x\ 1.00m\ x\ 2.40}\frac{\boldsymbol{tn}}{\boldsymbol{m3}} = \mathbf{0.048}\ \boldsymbol{tn}$$

$$\textbf{\textit{Ladrillo 20 x 30 x 30}} \quad : \quad = \mathbf{0.01}\ \boldsymbol{tn}$$

$$\sum = \mathbf{0.106}\ \boldsymbol{tn}$$

Realizamos una regla de 3 simple:

$$\mathbf{0.40}\ \boldsymbol{m}\ (\textbf{\textit{vigueta}}) < - - - - - - - - - - - - \rightarrow \mathbf{0.106}\ \boldsymbol{tn}$$

$$\mathbf{1.00}\ \boldsymbol{m} < - - - - - - - - - - - - > \mathbf{0.24}\frac{\boldsymbol{tn}}{\boldsymbol{m^2}} \approx \mathbf{240}\ \frac{\boldsymbol{Kg}}{\boldsymbol{m^2}}$$

Asumimos para 1m2: 350 kg/m2

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las cargas actuantes:

CARGA MUERTA	
Peso propio losa aligerada en una dirección de 25cm	350 kg/m2
Piso Terminado	100 kg/m2

CARGA VIVA	
Sobrecarga Vivienda	200 kg/m2
Sobrecarga Techo	100 kg/m2

TABLA N°12: Cargas Actuantes para las Losas Aligeradas en un Sentido.

Se procede a detallar las siguientes tablas: Procedimiento para cálculo del peso transmitido por losas aligeradas en una dirección:

NIVEL	AREA TRIBUTARIA	PESO LOSA	PISO TERMINADO	CM (sin tabiquería)	TABIQUERIA	CM TOTAL
	m2	**Tn/m2**	**Tn/m2**	**Tn**	**Tn/m2**	**Tn**
SEMI SOTANO	221.98	0.35	0.10	99.89	0.24	152.81
1er PISO	171.90	0.35	0.10	77.36	0.24	118.12
2do PISO	171.90	0.35	0.10	77.36	0.23	117.33
3er PISO	171.90	0.35	0.10	77.36	0.23	117.33
4to PISO	171.90	0.35	0.10	77.36	0.23	117.33
5to PISO	171.90	0.35	0.10	77.36	0.23	117.33
6to PISO	171.90	0.35	0.10	77.36	0.23	116.08
7mo PISO	171.90	0.35	0.10	77.36	0.24	118.97
8vo PISO	171.90	0.35	0.10	77.36	0.28	125.14
					TOTAL	**1100.44**

TABLA N°13 Carga Muerta para Losa Aligerada en una Dirección.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

NIVEL	AREA TRIBUTARIA	S/C VIVIENDA	S/C TECHO	CV
	m2	**Tn/m2**	**Tn/m2**	**Tn**
SEMI SOTANO	221.98	0.20	0.10	44.40
1er PISO	171.90	0.20	0.10	34.38
2do PISO	171.90	0.20	0.10	34.38
3er PISO	171.90	0.20	0.10	34.38
4to PISO	171.90	0.20	0.10	34.38
5to PISO	171.90	0.20	0.10	34.38
6to PISO	171.90	0.20	0.10	34.38
7mo PISO	171.90	0.20	0.10	34.38
8vo PISO	171.90	0.20	0.10	34.38
			TOTAL	**319.44**

TABLA N°14 Carga Viva para Losa Aligerada en una Dirección.

4.2.1.2 PESO PROPIO DE LAS VIGAS POR NIVEL.

Para determinar el peso propio de las vigas se toma en consideración los tipos de vigas existentes y las cargas de diseño actuantes.

CARGAS MUERTAS REPARTIDAS (CM)		
CONCRETO ARMADO	2.4	Tn/m3

TABLA N°15 Cargas Actuantes para Vigas.

A continuación, se detallará el cálculo del peso transmitido por las vigas a la estructura en el semisótano:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

VIGA ®	Nº DE VECES	LONGITUD	ANCHO	ALTO	PESO
		m	m	m	ton
V-01	2	7.3	0.25	0.50	4.38
V-02	7	4.45	0.30	0.50	11.21
V-03	1	4	0.30	0.50	1.44
V-04	1	4.45	0.30	0.50	1.60
V-05	1	1.75	0.25	0.50	0.53
V-06	1	3.25	0.25	0.50	0.98
V-07	1	4.8	0.30	0.50	1.73
V-08	1	5.85	0.30	0.50	2.11
V-09	1	1.55	0.20	0.50	0.37
V-10	1	1.4	0.20	0.50	0.34
V-11	1	1.05	0.30	0.50	0.38
V-12	1	4.33	0.30	0.50	1.56
V-13	2	1.8	0.30	0.50	1.30
V-14	1	4.364	0.3	0.50	1.57
V-15	1	0.85	0.2	0.5	0.20
V-16	1	1.6	0.3	0.5	0.58
V-17	1	4.4	0.2	0.5	1.06
V-18	1	6.63	0.3	0.5	2.39
V-19	1	4.05	0.3	0.5	1.46
V-20	1	4	0.3	0.5	1.44
V-21	1	1.75	0.25	0.5	0.53
V-22	1	1.45	0.25	0.5	0.44

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

V-23	1	1.6	0.25	0.5	0.48
V-24	1	4.05	0.3	0.5	1.46
V-25	1	5.7	0.3	0.5	2.05
V-26	1	3	0.3	0.5	1.08
				TOTAL	42.63

TABLA N°16 Peso Propio de Vigas – Semi Sótano.

4.2.1.3 PESO PROPIO DE LAS COLUMNAS.

Se considera los tipos de columnas existentes y cargas de diseño actuantes.

Tipo	h (m.)	b (m.)	Área (m^2)
C1	0.500	0.300	0.150
C2	0.700	0.400	0.280
C3	0.400	0.200	0.080
C4	3.142	0.051	0.159
C5	0.600	0.300	0.180
C6	0.300	0.300	0.090

TABLA N°17 Tipo de Columna Existente.

CARGAS MUERTAS REPARTIDAS (CM)		
CONCRETO ARMADO	2.4	Tn/m3

TABLA N°18 Cargas Actuantes para Columnas.

Ahora se mostrará el procedimiento para el cálculo del peso transmitido por las columnas:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Piso	Tipo	N° Veces	Area (m_2)	h (m.)	Volumen (m^3)	$\gamma_{concreto}$ (Tn/m^3)	W (Tn)	W_{total} (Tn)
8	C1	1	0.150	2.050	0.308	2.400	0.738	**6.391**
	C2	2	0.280	2.050	1.148	2.400	2.755	
	C3	2	0.080	2.050	0.328	2.400	0.787	
	C4	1	0.159	2.050	0.326	2.400	0.782	
	C5	1	0.180	2.050	0.369	2.400	0.886	
	C6	1	0.090	2.050	0.185	2.400	0.443	
7	C1	1	0.150	3.250	0.488	2.400	1.170	**10.133**
	C2	2	0.280	3.250	1.820	2.400	4.368	
	C3	2	0.080	3.250	0.520	2.400	1.248	
	C4	1	0.159	3.250	0.517	2.400	1.241	
	C5	1	0.180	3.250	0.585	2.400	1.404	
	C6	1	0.090	3.250	0.293	2.400	0.702	
6	C1	1	0.150	2.650	0.398	2.400	0.954	**8.262**
	C2	2	0.280	2.650	1.484	2.400	3.562	
	C3	2	0.080	2.650	0.424	2.400	1.018	
	C4	1	0.159	2.650	0.421	2.400	1.012	
	C5	1	0.180	2.650	0.477	2.400	1.145	
	C6	1	0.090	2.650	0.239	2.400	0.572	
5	C1	1	0.150	2.650	0.398	2.400	0.954	**8.262**
	C2	2	0.280	2.650	1.484	2.400	3.562	
	C3	2	0.080	2.650	0.424	2.400	1.018	
	C4	1	0.159	2.650	0.421	2.400	1.012	
	C5	1	0.180	2.650	0.477	2.400	1.145	
	C6	1	0.090	2.650	0.239	2.400	0.572	
4	C1	1	0.150	2.650	0.398	2.400	0.954	**8.262**
	C2	2	0.280	2.650	1.484	2.400	3.562	
	C3	2	0.080	2.650	0.424	2.400	1.018	
	C4	1	0.159	2.650	0.421	2.400	1.012	
	C5	1	0.180	2.650	0.477	2.400	1.145	

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	C6	1	0.090	2.650	0.239	2.400	0.572	
3	C1	1	0.150	2.650	0.398	2.400	0.954	**8.262**
	C2	2	0.280	2.650	1.484	2.400	3.562	
	C3	2	0.080	2.650	0.424	2.400	1.018	
	C4	1	0.159	2.650	0.421	2.400	1.012	
	C5	1	0.180	2.650	0.477	2.400	1.145	
	C6	1	0.090	2.650	0.239	2.400	0.572	
2	C1	1	0.150	2.650	0.398	2.400	0.954	**8.262**
	C2	2	0.280	2.650	1.484	2.400	3.562	
	C3	2	0.080	2.650	0.424	2.400	1.018	
	C4	1	0.159	2.650	0.421	2.400	1.012	
	C5	1	0.180	2.650	0.477	2.400	1.145	
	C6	1	0.090	2.650	0.239	2.400	0.572	
1	C1	1	0.150	2.650	0.398	2.400	0.954	**8.262**
	C2	2	0.280	2.650	1.484	2.400	3.562	
	C3	2	0.080	2.650	0.424	2.400	1.018	
	C4	1	0.159	2.650	0.421	2.400	1.012	
	C5	1	0.180	2.650	0.477	2.400	1.145	
	C6	1	0.090	2.650	0.239	2.400	0.572	
SEMI SOTANO	C1	1	0.150	2.7380	0.411	2.400	0.986	**8.536**
	C2	2	0.280	2.7380	1.533	2.400	3.680	
	C3	2	0.080	2.7380	0.438	2.400	1.051	
	C4	1	0.159	2.7380	0.435	2.400	1.045	
	C5	1	0.180	2.7380	0.493	2.400	1.183	
	C6	1	0.090	2.7380	0.246	2.400	0.591	
							TOTAL	**74.632**

TABLA N°19 Peso Transmitidos por las Columnas en la Edificación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.2.1.4 PESO PROPIO DE LAS PLACAS.

Para determinar el peso propio se toma en cuenta los diferentes tipos de placas existentes y las cargas de diseño.

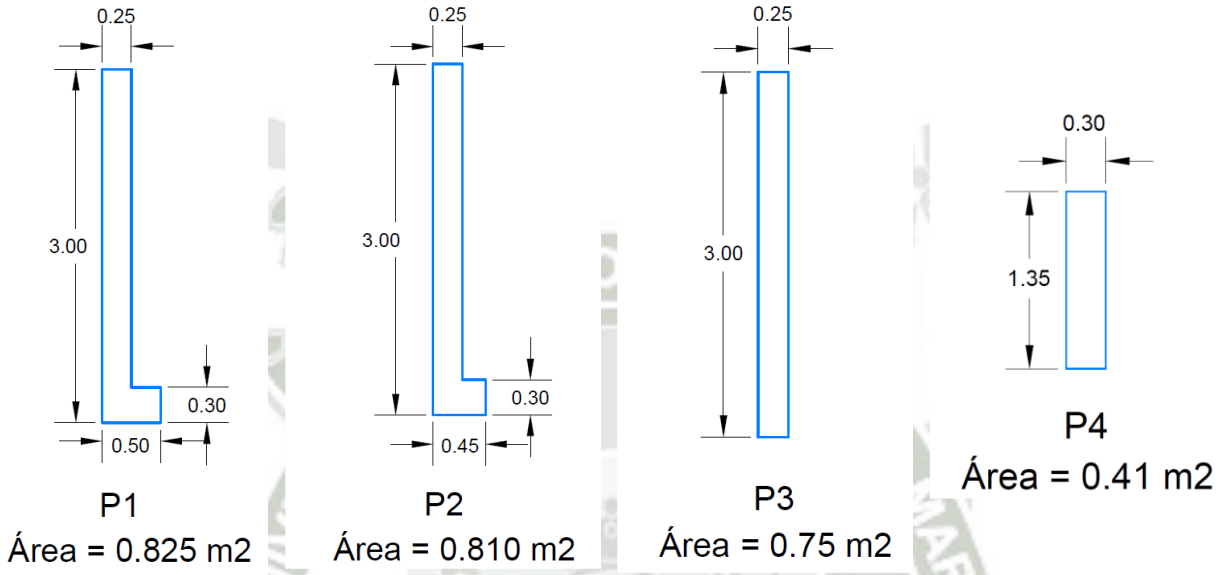


FIG. N°16 Tipos de Placas Existentes I.

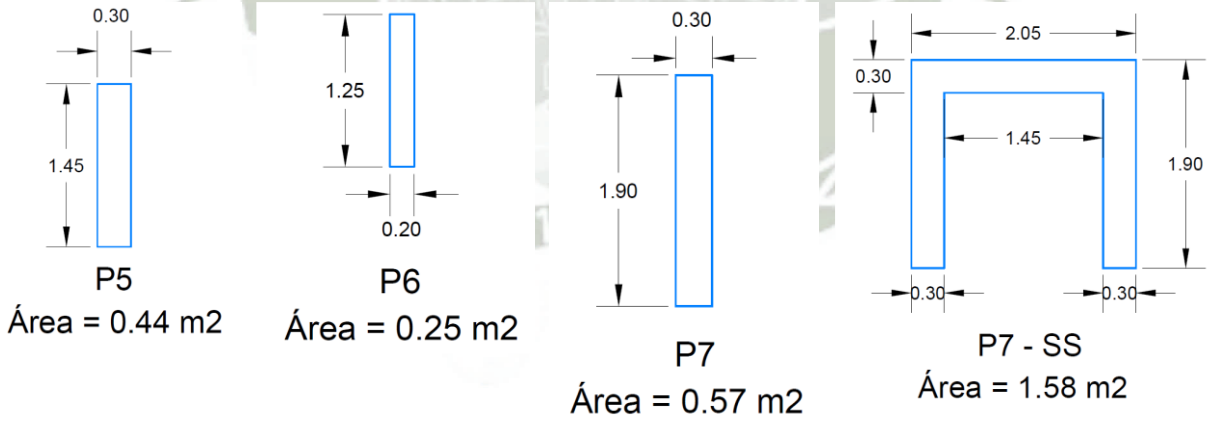


FIG. No17 Tipos de Placas Existentes II.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CARGAS MUERTAS REPARTIDAS (CM)		
CONCRETO ARMADO	2.4	Tn/m3

TABLA N°20 Cargas Actuantes para Placas.

Ahora, se detallará el procedimiento para el cálculo del peso transmitido por las placas.

Piso	Tipo	N° Veces	L (m.)	b (m.)	Area (m2)	h (m.)	$\gamma_{concreto}$ (Tn/m^3)	W (Tn)	W_{total} (Tn)
8	P1	2	3.000	0.250	1.500	2.050	2.400	**7.380**	**34.342**
	P2	2	3.000	0.250	1.500	2.050	2.400	**7.380**	
	P3	2	3.000	0.250	1.500	2.050	2.400	**7.380**	
	P4	1	1.350	0.300	0.405	2.050	2.400	**1.993**	
	P5	1	1.450	0.300	0.435	2.050	2.400	**2.140**	
	P6	2	1.250	0.200	0.500	2.050	2.400	**2.460**	
	P7-1	2	1.900	0.300	1.140	2.050	2.400	**5.609**	
7	P1	2	3.000	0.250	1.500	3.250	2.400	**11.700**	**54.444**
	P2	2	3.000	0.250	1.500	3.250	2.400	**11.700**	
	P3	2	3.000	0.250	1.500	3.250	2.400	**11.700**	
	P4	1	1.350	0.300	0.405	3.250	2.400	**3.159**	
	P5	1	1.450	0.300	0.435	3.250	2.400	**3.393**	
	P6	2	1.250	0.200	0.500	3.250	2.400	**3.900**	
	P7-1	2	1.900	0.300	1.140	3.250	2.400	**8.892**	
2 @ 6	P1	2	3.000	0.250	1.500	2.650	2.400	**9.540**	**221.964**
	P2	2	3.000	0.250	1.500	2.650	2.400	**9.540**	
	P3	2	3.000	0.250	1.500	2.650	2.400	**9.540**	
	P4	1	1.350	0.300	0.405	2.650	2.400	**2.576**	
	P5	1	1.450	0.300	0.435	2.650	2.400	**2.767**	
	P6	2	1.250	0.200	0.500	2.650	2.400	**3.180**	
	P7-1	2	1.900	0.300	1.140	2.650	2.400	**7.250**	
1	P1	2	3.000	0.250	1.500	2.650	2.400	**9.540**	**44.393**
	P2	2	3.000	0.250	1.500	2.650	2.400	**9.540**	
	P3	2	3.000	0.250	1.500	2.650	2.400	**9.540**	
	P4	1	1.350	0.300	0.405	2.650	2.400	**2.576**	
	P5	1	1.450	0.300	0.435	2.650	2.400	**2.767**	
	P6	2	1.250	0.200	0.500	2.650	2.400	**3.180**	
	P7-1	2	1.900	0.300	1.140	2.650	2.400	**7.250**	
SEMI SOTANO	P1	2	3.000	0.250	1.500	2.7380	2.400	**9.857**	**48.725**
	P2	2	3.000	0.250	1.500	2.7380	2.400	**9.857**	
	P3	2	3.000	0.250	1.500	2.7380	2.400	**9.857**	
	P4	1	1.350	0.300	0.405	2.7380	2.400	**2.661**	
	P5	1	1.450	0.300	0.435	2.7380	2.400	**2.858**	
	P6	2	1.250	0.200	0.500	2.7380	2.400	**3.286**	
	P7	1	5.250	0.300	1.575	2.7380	2.400	**10.350**	
								TOTAL	**403.868**

TABLA N°21 Peso Propio de Placas del Edificio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.2.1.5 PESO PROPIO DE LA ESCALERA POR NIVEL.

En el metrado de la escalera esta se divide en dos partes, la primera parte que corresponde a los descansos es plana y la segunda parte es la zona inclinada donde se ubican los pasos y contrapasos, la formula según Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, se muestra a continuación:

$$W_{PP} = \gamma_{concreto} \times \left[\frac{CP}{2} + t \times \sqrt{1 + \left(\frac{CP}{P}\right)^2}\right]$$

Donde:

γ = Peso específico del Concreto
CP = Contrapaso.
P = Paso.
t = Espesor de la garganta.

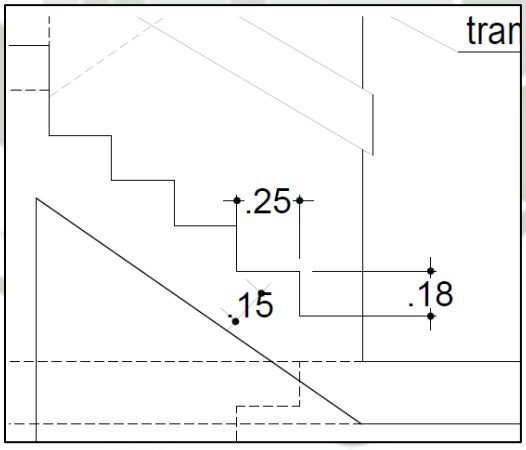


FIG. N°18 Características de la Escalera.

Para hallar el peso propio de la escalera tomamos en cuenta las cargas de diseño actuantes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CARGAS MUERTAS REPARTIDAS (CM)		
PISO TERMINADO	0.10	Tn/m2
CONCRETO ARMADO	2.4	Tn/m3

CARGAS VIVAS REPARTIDAS (CV)		
SOBRECARGA ESCALERA	0.20	Tn/m2

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E020

TABLA N°22 Cargas Actuantes para la Escalera.

Remplazando valores tenemos que:

$$W_{PP} = \gamma_{concreto} \times \left[\frac{CP}{2} + t \times \sqrt{1 + \left(\frac{CP}{P}\right)^2}\right]$$

$$\boldsymbol{W_{PP} = 0.71\ Tn/m2}$$

- **TRAMO INCLINADO:**

Peso Propio escalera	=	0.71	Tn/m2
Piso Terminado	=	0.10	Tn/m2
CM	**=**	**0.81**	**Tn/m2**
CV	**=**	**0.20**	**Tn/m2**

- **DESCANSO:**

Peso Propio descanso	=	0.48	Tn/m2
Piso Terminado	=	0.10	Tn/m2
CM	**=**	**0.58**	**Tn/m2**
CV	**=**	**0.20**	**Tn/m2**

El ancho de la escalera es B=1.17m en todo el edificio, entonces:

- **TRAMO INCLINADO**:	CM	=	0.95	Tn/m
	CV	=	0.23	Tn/m
- **DESCANSO**:	CM	=	0.68	Tn/m
	CV	=	0.23	Tn/m

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PESO POR NIVEL	CM	=	1.63	Tn/m
	CV	**=**	**0.46**	**Tn/m**

TABLA N°23 Carga Muerta y Viva para la Escalera por Nivel.

4.2.1.6 PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA

El peso de la estructura se calcula adicionando a la carga permanente y un porcentaje de carga viva igual a 25% (Edificaciones tipo C), de acuerdo al *Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E030*.

NIVEL	LOSAS	VIGAS	COLUMNAS	PLACAS	ESCALERAS	C. MUERTA	C. VIVA	C. SISMICA
	ton	ton	ton	ton	ton	ton	ton	ton
8	125.14	38.25	6.39	34.342	1.63	205.75	34.38	214.35
7	118.97	38.25	10.13	54.44	1.63	223.43	34.38	232.02
6	116.08	38.25	8.26	44.725	1.63	208.95	34.38	217.55
5	117.33	38.25	8.26	44.725	1.63	210.20	34.38	218.79
4	117.33	38.25	8.26	44.725	1.63	210.20	34.38	218.79
3	117.33	38.25	8.26	44.725	1.63	210.20	34.38	218.79
2	117.33	38.25	8.26	44.725	1.63	210.20	34.38	218.79
1	118.12	38.25	8.26	44.725	1.63	210.99	34.38	219.59
SEMI SOTANO	152.81	42.63	8.54	48.725	1.63	254.33	44.40	265.43
							TOTAL	**2024.11**

TABLA N° 24 Resumen de Metrado de Cargas.

$$\boldsymbol{P_{total}} = 2024.11\ ton$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL PARA CARGAS DE GRAVEDAD

4.3.1. DEFINICIONES

Se comprende por análisis estructural al proceso metódico que concluye con la comprensión de las características del comportamiento de esta bajo un estado de cargas. El objetivo es predecir su comportamiento.

El diseño comienza con la composición de los pesos propios y sobrecargas de los diversos elementos que están sometidos a cargas principales: Los aligerados que soportan carga de los tabiques, por lo tanto, los aligerados trasmiten su carga a las vigas, y las vigas a las columnas o placas, hasta llegar a las cimentaciones que soportan todas las cargas de los elementos y se transmiten al suelo.

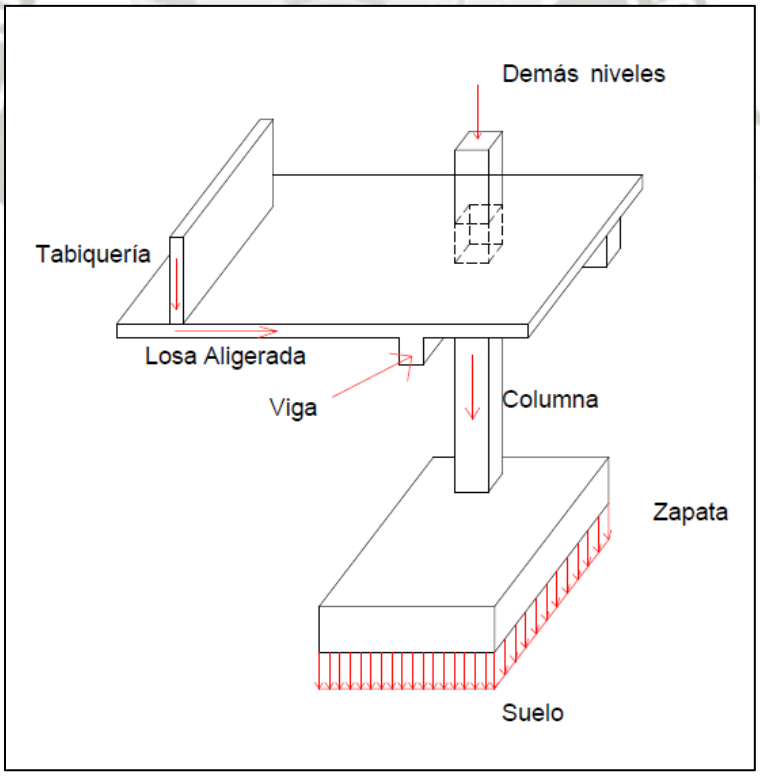


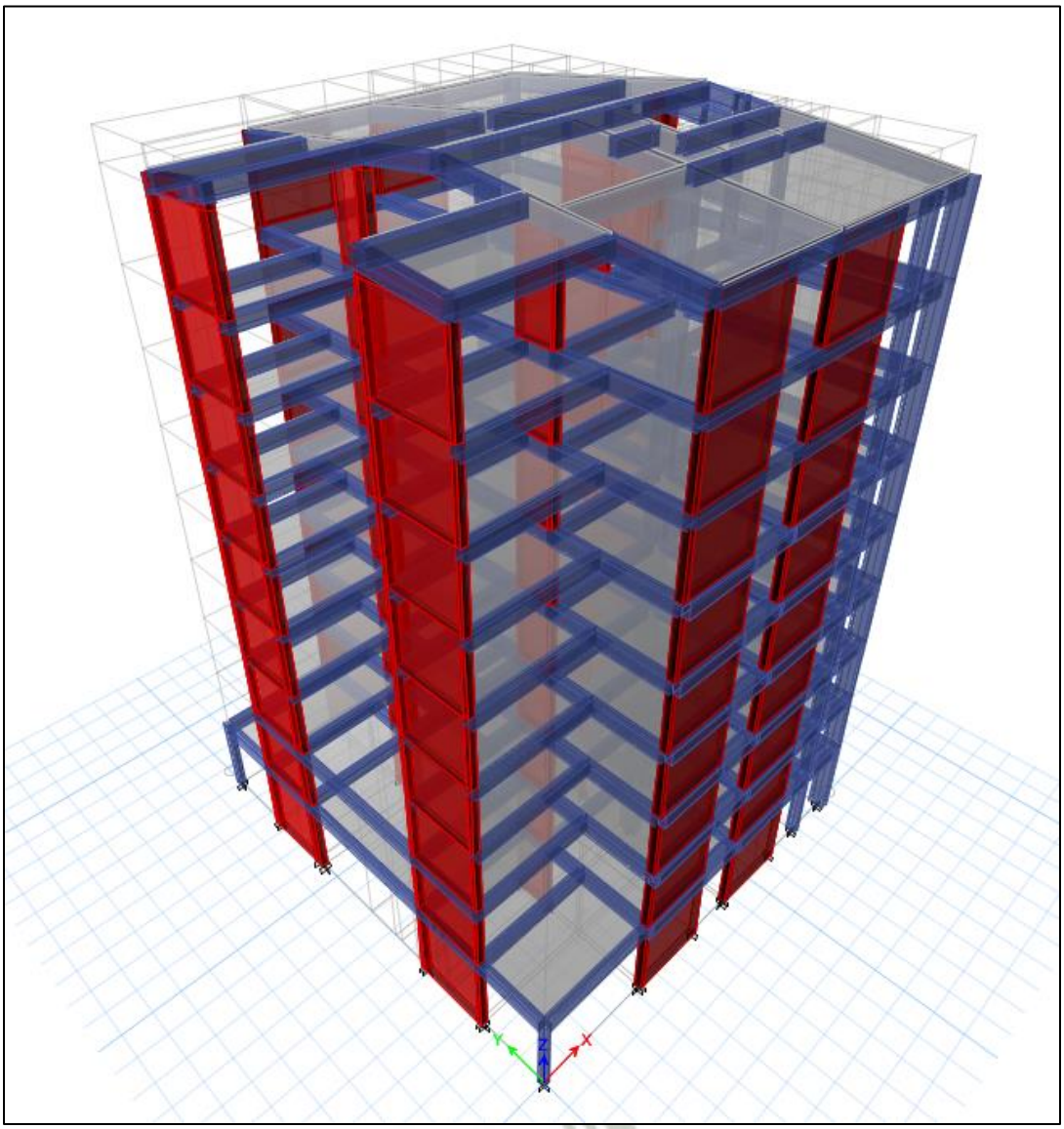
FIG. N°19 Distribución de Cargas del Edificio

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Por eso es necesario especificar las cargas muertas y vivas que actuarán sobre ella.



Fuente: Propia

FIG. N°20 Vista Frontal del Modelo Estructural Generado en el software ETABS 2016.

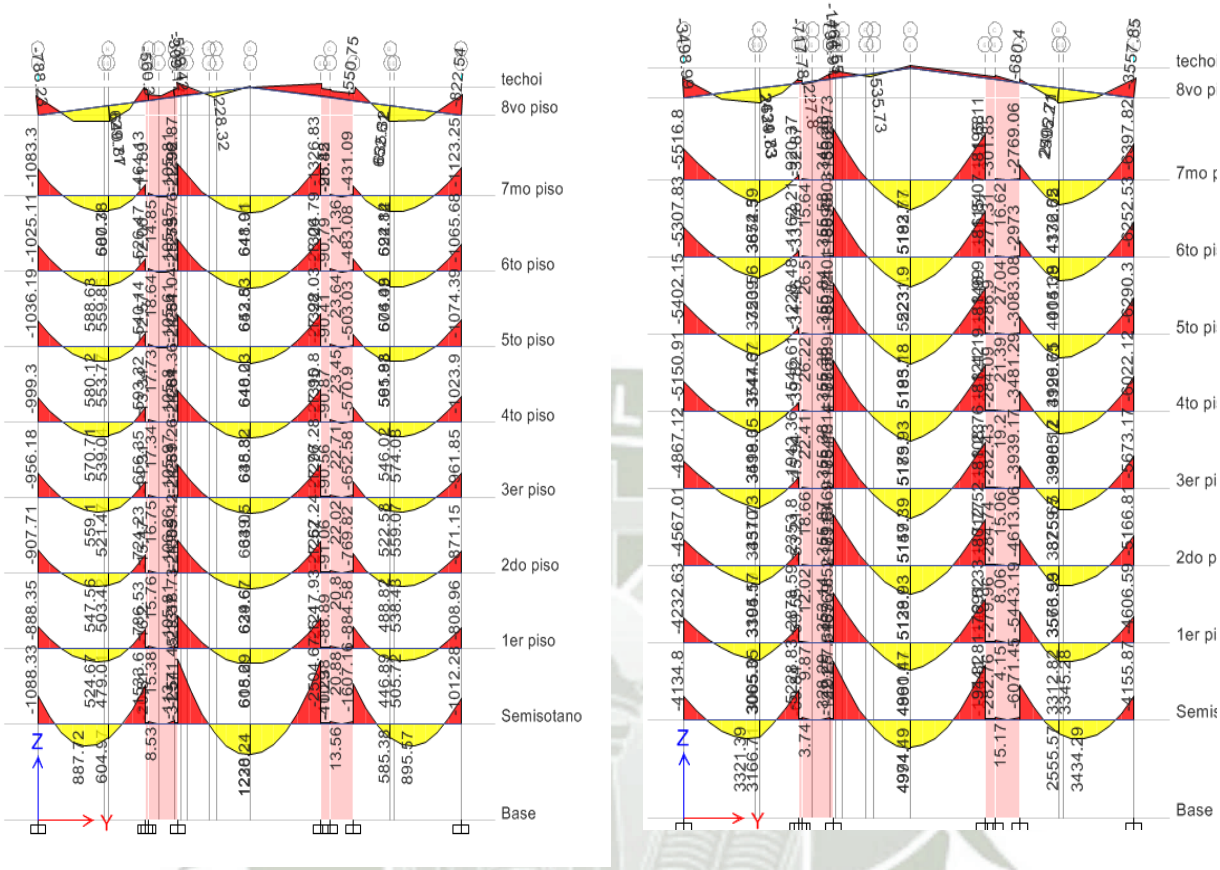
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.3.2 RESULTADO DEL ANALISIS BAJO CARGAS DE GRAVEDAD:

Se tomará en consideración el eje más crítico de la edificación.



CV **CM**

FIG. N°21 Fuerzas Internas Actuantes sobre el Eje "6" debido a las Cargas Muertas y Cargas Vivas.

4.4 RESULTADO DEL ANÁLISIS SÍSMICO

4.4.1. DEFINICIÓN ANÁLISIS SÍSMICO

Dado que nuestro país está ubicado dentro del cinturón de fuego del océano Pacífico, la que origina múltiples eventos sísmicos y erupciones volcánicas, es indispensable analizar el desempeño que tendrán las estructuras durante un evento telúrico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Los desplazamientos laterales son los que ocasionan daños a las estructuras, es por eso se trata de mitigar dichos desplazamientos. Por lo tanto, es muy importante y obligatorio cumplir con los requerimientos y criterios de la Norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificiaciones,2016 en las que cita:

• Evitar pérdidas humanas.

• Asegurar la continuidad de los servicios básicos

• Reducir los daños a la propiedad

Realizar un diseño que cumpla todos los requisitos para una protección completa no es técnica ni económicamente viable. Por lo tanto, la norma establece los siguientes criterios:

• La estructura no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio.

• La estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables.

• La estructura no debería presentar daños ante sismos leves, que son los más frecuentes.

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E030)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.4.2. PARÁMETROS DEL ANÁLISIS SÍSMICO:

Para poder desarrollar el análisis Estático y Dinámico, se debe definir los coeficientes y parámetros sísmicos debido a la ubicación y clasificación de la estructura.

4.4.3 Zonificación:

La Norma E.030 en su Capítulo 2 del Reglamento Nacional de Edificaciones,2016, considera la distribución espacial de la sismicidad observada, dividiendo el territorio nacional en las siguientes zonas sísmicas:

Fuente: R.N.E.2016

FIGURA N°22: Zonas Sísmicas según la Norma E.030.

A cada zona se le asigna un factor Z según indica la Tabla No 25. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.(Reglamento Nacional de Edificaciones,2016, E.030)

Zona	Factor de Zona
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Tabla No 25: Valores del factor de zona según la Norma E.030

El edificio se encuentra ubicado en una urbanización residencial en el Distrito de Cayma, en la ciudad de Arequipa, cuyo factor de zona sería **Z = 0.35.**

4.4.4 Condiciones Geotécnicas: Factor “S” y Factor “Tp”.

Para efectos del análisis sísmico, la Norma E.030 en su numeral 2.4 del Reglamento Nacional de Edificaciones,2016 deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los periodos Tp y TL dadas en las siguientes tablas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

SUELO / ZONA	S_0	S_1	S_2	S_3
Z4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z1	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones,2016, E030 Tabla No 03

Tabla No 26: Factor de suelo "S"

	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L(s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones,2016, E030 Tabla No 04

Tabla No 27: Perfil de suelo – Periodos "TP" y "TL"

Donde:

S_0: Roca Dura

S_1: Roca o Suelos muy Rígidos

S_2: Suelos Intermedios

S_3: Suelos Blandos

S_4: Condiciones Excepcionales

Se determina un suelo intermedio (S2). Los factores para el análisis sísmico serán:

S = 1.15 y **Tp = 0.6**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.4.5 Factor de Amplificación Sísmica "C":

Se define este factor según las características del sitio. El cálculo de este factor se realiza de acuerdo a la Norma E030 numeral 2.5 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016.

$$C = 2.5\left(\frac{T_p}{T}\right); \quad C \leq 2.5$$

Donde T es el periodo, el cual se definirá con la siguiente expresión definida en la Norma E.030 numeral 4.5.4 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016.

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

$h_n = 25.07m$: Altura total de la edificación en metros.

$C_T = 60$: Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

(Referencia Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, E030)

Remplazando los valores, obtenemos que el periodo:

$$\boldsymbol{T = 0.42s}$$

Obtenido el periodo se define el factor de amplificación sísmica "C":

$\boldsymbol{C = 2.5}$ porque Tp > T

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.4.6 Factor de Uso “U”:

Según El Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E.030, numeral 3.1 define el coeficiente de uso e importancia “U”. Clasificando así las edificaciones en esenciales, importantes, comunes, menores y temporales.

Entonces el edificio se clasifica como una edificación común (categoría C), por ser destinada a viviendas. El factor de uso e importancia es **U = 1.0.**

4.4.7 Configuración estructural del edificio:

Se debe definir si la edificación califica como Regular o Irregular, para ello existen ciertas consideraciones a tomar en cuenta en la configuración estructural del edificio. Dichas consideraciones nos permiten evaluar la irregularidad tanto en altura como en planta de la edificación *(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E.0.30 Numeral 3.6).*

Entre las posibles irregularidades en altura se citan:

- **Irregularidad de Rigidez - Piso Blando:** La estructura no presenta este tipo de irregularidad, pues las áreas de las placas y columnas en cada dirección no sufren alteraciones en sus niveles.
- **Irregularidad de Masa:** Como los pisos considerados en el análisis son similares, sus masas son aproximadamente iguales. Para la azotea no se aplica esta consideración. Por lo tanto, no presenta esta irregularidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- **Irregularidad Geométrica Vertical:** Las dimensiones totales en planta son similares en todos los niveles y en ambas direcciones del edificio. Entonces no existe esta irregularidad.

  Condición de irregularidad: $D_3 > 1.3D_2$

- **Discontinuidad en los Sistemas Resistentes:** No existe tal discontinuidad, pues los elementos verticales se encuentran en la misma ubicación en todos los pisos. *(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E.0.30 Numeral 3.6).*

Las irregularidades en planta a presentarse se citan:

Irregularidad Torsional: El Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E.0.30 indica que esta condición solo se debe evaluar cuando el desplazamiento promedio de algún entrepiso exceda del 50% del máximo permisible de acuerdo a su material predominante. Sabemos que para el caso del concreto armado, la máxima deriva permisible es 0.007, donde el 50% de este es 0.0035; analizando las tablas 30 y 31 de Control de Desplazamiento, observamos que cumple con ser menor al 50% de la máxima deriva permisible, por lo tanto, la estructura califica como regular.

Esquinas Entrantes: El edificio cuenta con dos esquinas entrantes entre el eje 7 y 6 y los ejes A y K. La condición para que ocurra la irregularidad por esquinas entrantes es que sus dimensiones en ambas direcciones sean mayores que el 20% de la correspondiente dimensión total en planta. Para desarrollarla se va al artículo 5.1 del Reglamento Nacional de Edificaciones*, 2016,* Norma E030, donde

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

indica que, para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

En este caso, las dimensiones de la planta son 16.00 m de largo (Eje x-x) y 17.50 m de ancho (Eje y-y), las dimensiones de las esquinas entrantes son, 4.70 m en X y 5.70 m en Y (Sumando las distancias de las dos esquinas). Entonces:

$$Y = \frac{5.7}{17.5} = 32.6\%$$

$$X = \frac{4.70}{16} = 29.4\%$$

Dando como resultado valores mayores al 20%, y determinando que el edificio Multifamiliar es una estructura irregular.

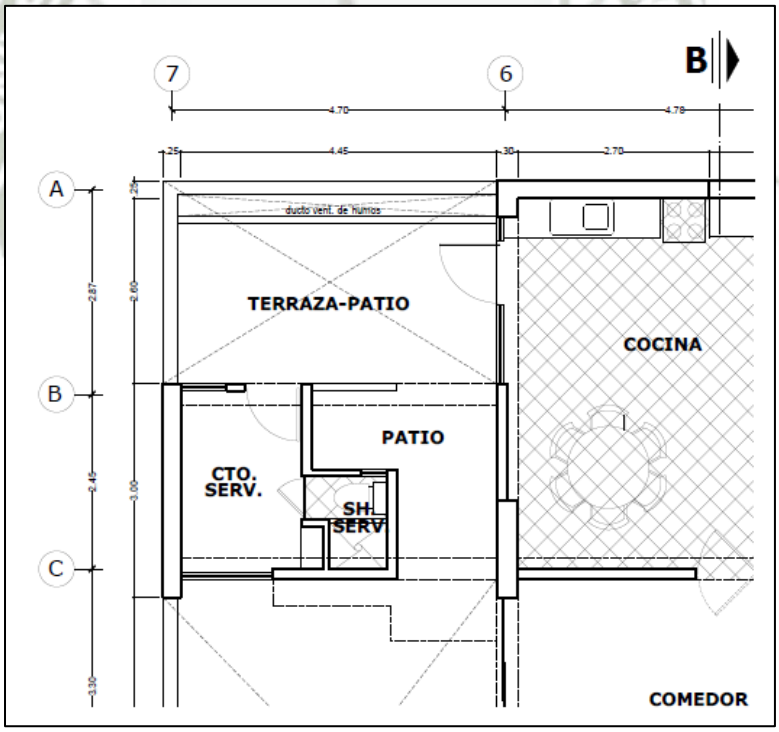


FIG N° 23 Esquinas entrantes

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **Discontinuidad del Diafragma:** No presenta discontinuidades abruptas en los pisos de la estructura, incluyendo las causadas por áreas abiertas mayores al 50% del área bruta.

  Después del análisis se concluye que la estructura califica como:

  ESTRUCTURA IRREGULAR.

4.4.8 Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas:

En Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E.0.30, dice que los sistemas estructurales se clasifican según materiales usados y el sistema de estructuración sismo resistente predominante en cada dirección.

La Norma E.030, Tabla No 07, numeral 3.4 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016 define el coeficiente de reducción de fuerza sísmica "R" según el sistema estructural que presente el edificio:

Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones,2016, E030 Tabla 07

TABLA N°28: Valores del Coeficiente Básico de reducción "R_0"

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El edificio conforma un sistema Dual, ya que es un sistema mixto de pórticos reforzados por placas.

Este sistema genera una resistencia y rigidez lateral mayor al sistema de pórticos, lo cual lo hace resistente a fuerzas sísmicas. Entonces, el valor del factor de reducción será de **R_0 = 7**, en ambas direcciones.

Al ser una estructura con irregularidades se determinará el Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas:

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

I_a: Se determina de la Tabla No 8 de la Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, al no presentar este tipo de Irregularidad se considerará el valor de 1 “uno”.

I_p: Se determina de la Tabla No 9 de la Norma E030 Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, al presentar irregularidad de Esquinas Entrantes se considerará el valor de 0,9.

Entonces:

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p = 7x1x0.9 = 6.3$$

El valor de Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas **“R”** es de **6,3**.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.4.9 Estimación del Peso "P":

El Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016 indica que el peso de la estructura se calculará adicionando a la carga muerta un porcentaje de la carga viva, el porcentaje dependerá de la categoría en la que se encuentre el edificio. Este edificio es categoría C (Edificaciones comunes), entonces el porcentaje será el 25% de la carga viva. Con lo obtenido del Metrado de cargas el peso del edificio (P) es:

$$\boldsymbol{P_{total}} = 1\,684.68\ ton.$$

Se asignará un diafragma rígido en todas las losas de los entrepisos y losas de techo.

4.5 ANÁLISIS ESTÁTICO:

Según el Numeral 4.5 de la Norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, el Análisis Estático es un método que representa las fuerzas sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel de la edificación.

Este método pierde precisión en estructuras más elevadas. En el numeral 4.5.1, Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, indica que podrán analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras irregulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1, las estructuras clasificadas como regulares de no más de 30m de altura y las estructuras de muros portantes de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15m de altura, aun cuando sean irregulares.

El numeral 4.5.2, Norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016 es la fuerza cortante en la base, correspondiente a cada dirección indica:

$$V_{est} = \frac{Z.U.C.S}{R} \times P$$

Donde el valor C/R no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

Realizando el análisis para nuestro Edificio, para cada dirección tenemos: descripción

PARAMETROS	VALORES		DESCRIPCION
Z	0.35	----------	Zona 3
S	1.15	----------	Suelos Intermedios
Tp	0.6s	----------	Periodo de Vibración
TL	2.1	----------	Periodo de Vibración
T	0.45s	----------	Periodo Fundamental
C	2.5	----------	Factor de amplificacion
U	1.0	----------	Edificaciones comunes
R	6.3	----------	Edificios de Concreto Armado (Dual)
P	1,684,68	----------	Peso total
¿C/R ≥ 0.125?	0.397 ≥0.125	----------	**OK**

TABLA N°29: Cálculo de la Fuerza Cortante en la base para el Análisis Estático.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Entonces tenemos que la Fuerza Cortante en la base de la edificación:

$$V_{est} = \frac{0.35x1.0x2.5x1.15x1684.68}{6.3}$$

$$V_{est} = 269.08\ ton$$

4.6 ANÁLISIS DINÁMICO:

El análisis dinámico es un procedimiento más completo para analizar sísmicamente una estructura. La Norma E.030, numeral 4.6 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016 indica que cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados del análisis dinámico.

El Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E030 indica que existen dos formas de realizar el análisis dinámico: Procedimientos de combinación espectral y análisis tiempo-historia.

El edificio es una edificación común, entonces realizamos un análisis de combinación espectral.

4.6.1 Aceleración Espectral:

Un espectro de diseño determina el coeficiente con el cual se diseña las estructuras, durante los sismos leves busca lograr un comportamiento elástico, cuya ocurrencia de frecuencia es alta y durante sismos severos un comportamiento inelástico cuya ocurrencia es menor.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De acuerdo a la Norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, para cada dirección horizontal analizada se utilizará un espectro inelástico de seudo aceleraciones conceptualizaado por:

$$Sa = \frac{ZxUxCxS}{R} xg$$

PARAMETROS	VALORES	DESCRIPCION
Z	0.35	Zona 3
U	1.0	Edificaciones Comunes
S	1.15	Suelos Intermedios
Tp	0.6s	Periodo de Vibración
R	6.3	Edificios de Concreto Armado (Dual)
g	9.81 m/s2	Aceleracion de la gravedad

Fuente: Propia

TABLA N°30: Cálculo de Espectro Inelástico de Pseudo-aceleración para el Análisis Dinámico.

Sabiendo que:

$$C = 2.5\left(\frac{T_p}{T}\right); \quad C \leq 2.5$$

Reemplazando valore para la dirección X e Y se tiene:

$$Sa = \frac{0.35x1.0xCx1.15}{6.3} x\ 9.81$$

$$C = 2.5x\left[\frac{0.6}{T}\right]$$

Entonces, ingresando los valores en el software, el análisis dinámico se define el siguiente espectro de respuesta de aceleración sísmica y el gráfico del espectro de aceleración sísmica.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

C	T	Sa Dir X-X	Sa Dir Y-Y
2.50	0.00	1.567	1.567
2.50	0.02	1.567	1.567
2.50	0.04	1.567	1.567
2.50	0.06	1.567	1.567
2.50	0.08	1.567	1.567
2.50	0.10	1.567	1.567
2.50	0.12	1.567	1.567
2.50	0.14	1.567	1.567
2.50	0.16	1.567	1.567
2.50	0.18	1.567	1.567
2.50	0.20	1.567	1.567
2.50	0.25	1.567	1.567
2.50	0.30	1.567	1.567
2.50	0.35	1.567	1.567
2.50	0.40	1.567	1.567
2.50	0.45	1.567	1.567
2.50	0.50	1.567	1.567
2.50	0.55	1.567	1.567
2.50	0.60	1.567	1.567
2.31	0.65	1.446	1.446
2.14	0.70	1.343	1.343
2.00	0.75	1.254	1.254
1.88	0.80	1.175	1.175
1.76	0.85	1.106	1.106
1.67	0.90	1.045	1.045
1.58	0.95	0.990	0.990
1.50	1.00	0.940	0.940
1.36	1.10	0.855	0.855
1.25	1.20	0.783	0.783

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.15	1.30	0.723	0.723
1.07	1.40	0.672	0.672
1.00	1.50	0.627	0.627
0.94	1.60	0.588	0.588
0.88	1.70	0.553	0.553
0.83	1.80	0.522	0.522
0.79	1.90	0.495	0.495
0.75	2.00	0.470	0.470
0.59	2.25	0.371	0.371
0.48	2.50	0.301	0.301
0.40	2.75	0.249	0.249
0.33	3.00	0.209	0.209
0.19	4.00	0.118	0.118
0.12	5.00	0.075	0.075
0.08	6.00	0.052	0.052
0.06	7.00	0.038	0.038
0.05	8.00	0.029	0.029
0.04	9.00	0.023	0.023
0.03	10.00	0.019	0.019

Fuente: Propia

Tabla No 31: Espectro Pseudo-Aceleraciones

Sabiendo que:

- ✓ T: Tiempo.
- ✓ C: Factor de Amplificación
- ✓ Sax: Aceleración espectral en la dirección X.
- ✓ Say: Aceleración espectral en la dirección Y.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PARAMETROS	VALORES
Z	0.35
U	1.0
S	1.15
Tp	0.6s
R	6.3
g	9.81 m/s2

TABLA N°32 Valores de T vs. Sa del Espectro de Diseño.

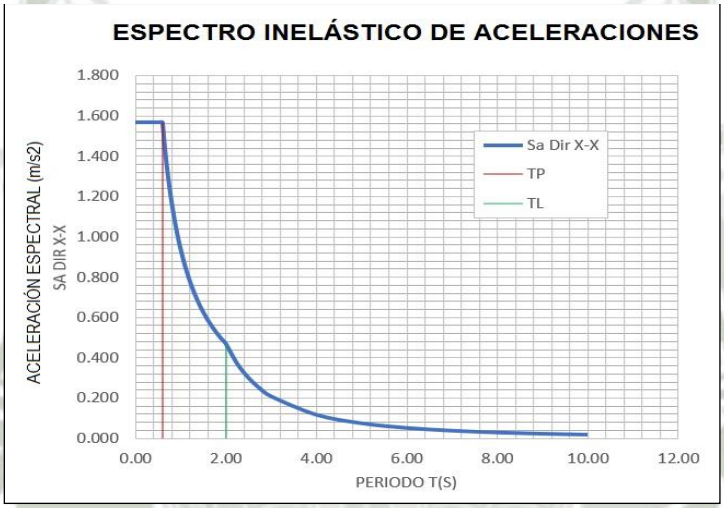


FIGURA N°24: Curva de los Valores del Espectro de Respuesta.

4.6.2. Interpretación de Resultados.

Se ha proyectado con el software la estructura de una configuración regular, sin variar la arquitectura y su sistema estructural Dual. Se debe lograr que los desplazamientos laterales máximos sean menores que los máximos permitidos en la Norma E.060. Se muestra los 3 modos de vibración de la estructura:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- 1er Modo de Vibración: 0.83 seg.
- 2do Modo de Vibración: 0.563 seg.
- 3er Modo de Vibración: 0.468 seg.
- 4to Modo de Vibración: 0.234 seg.
- 5to Modo de Vibración: 0.157 seg.
- 6to Modo de Vibración: 0.124 seg.
- 7mo Modo de Vibración: 0.11 seg.
- 8vo Modo de Vibración: 0.074 seg.
- 9no Modo de Vibración: 0.066 seg.
- 10mo Modo de Vibración: 0.055 seg.
- 11vo Modo de Vibración: 0.046 seg.
- 12vo Modo de Vibración: 0.045 seg.
- 13vo Modo de Vibración: 0.035 seg.
- 14vo Modo de Vibración: 0.034 seg.
- 15vo Modo de Vibración: 0.033 seg.
- 16vo Modo de Vibración: 0.028 seg.
- 17vo Modo de Vibración: 0.027 seg.
- 18vo Modo de Vibración: 0.026 seg.
- 19vo Modo de Vibración: 0.024 seg.
- 20vo Modo de Vibración: 0.023 seg.
- 21vo Modo de Vibración: 0.022 seg.
- 22vo Modo de Vibración: 0.021 seg.
- 23vo Modo de Vibración: 0.021 seg.
- 24vo Modo de Vibración: 0.020 seg.
- 25vo Modo de Vibración: 0.019 seg.
- 26vo Modo de Vibración: 0.018 seg.
- 27vo Modo de Vibración: 0.018 seg.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.6.3. Control de Desplazamientos Laterales:

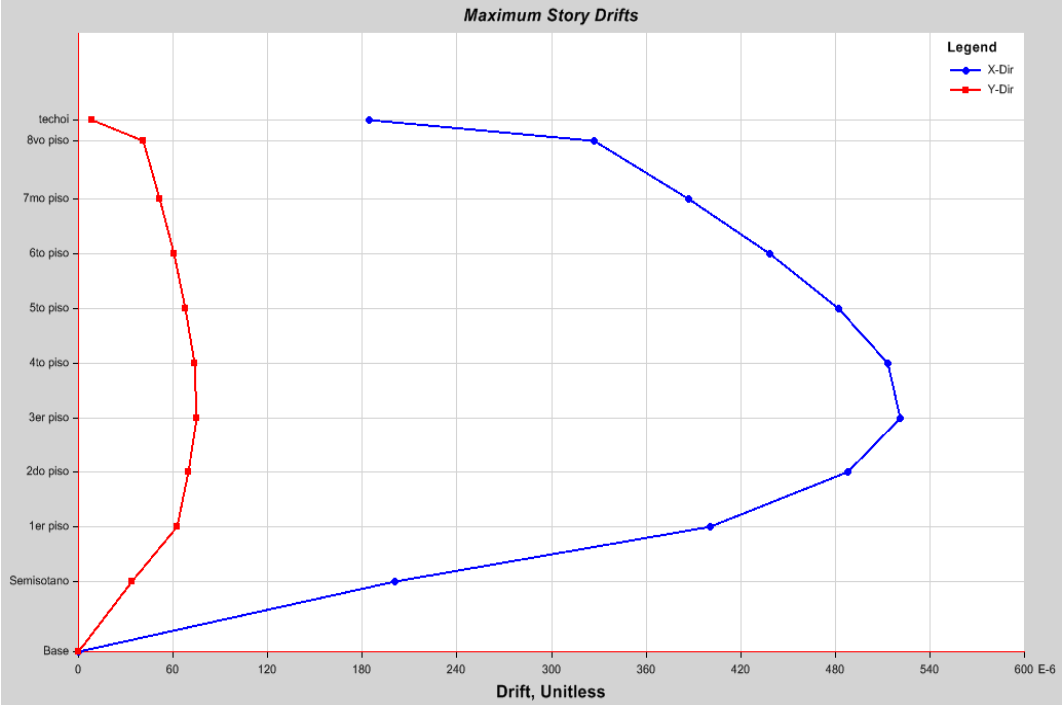
Para los desplazamientos laterales, según la Norma E.030, numeral 5.1, del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016 se multiplican por 0.75R los desplazamientos obtenidos como respuesta máxima elástica del análisis dinámico para edificaciones irregulares.

Con esto se estima los efectos de la incursión en el rango inelástico de la estructura durante un sismo severo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



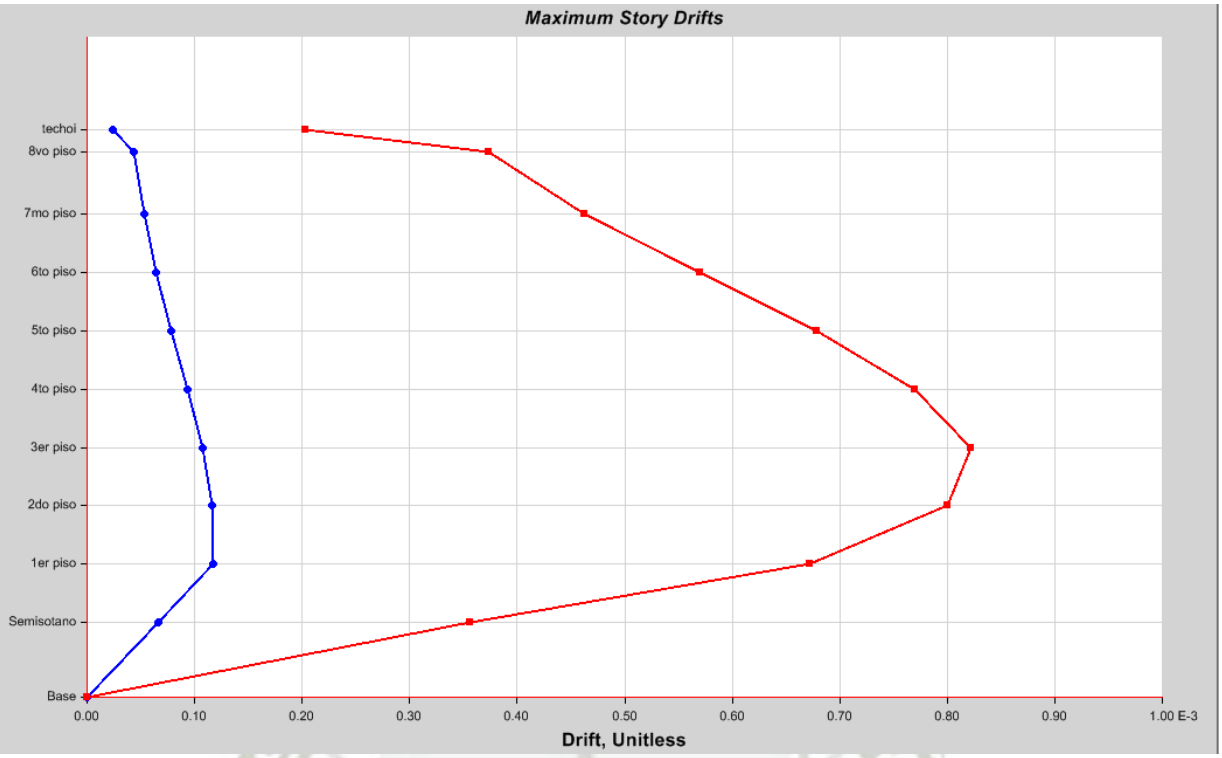
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir	Deriva x 0.75R
	m				
techoi	25.8	Top	0.000185	0.000008	0.00013875
8vo piso	24.8	Top	0.000327	0.000041	0.00024525
7mo piso	21.95	Top	0.000387	0.000051	0.00029025
6to piso	19.3	Top	0.000439	0.000061	0.00032925
5to piso	16.65	Top	0.000482	0.000068	0.00036150
4to piso	14	Top	0.000513	0.000073	0.00038475
3er piso	11.35	Top	0.000522	0.000075	0.00039150
2do piso	8.7	Top	0.000488	0.00007	0.00036600
1er piso	6.05	Top	0.000401	0.000062	0.00030075
Semisotano	3.4	Top	0.000201	0.000034	0.00015075
Base	0	Top	0	0	0

TABLA N°33: Control de Desplazamientos para la Dirección x-x.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir	Deriva x 0.75R
techo	25.8	Top	0.000024	0.000203	0.00015225
8vo piso	24.8	Top	0.000044	0.000374	0.0002805
7mo piso	21.95	Top	0.000053	0.000462	0.0003465
6to piso	19.3	Top	0.000064	0.00057	0.0004275
5to piso	16.65	Top	0.000078	0.000679	0.00050925
4to piso	14	Top	0.000093	0.00077	0.0005775
3er piso	11.35	Top	0.000108	0.000822	0.0006165
2do piso	8.7	Top	0.000116	0.000801	0.00060075
1er piso	6.05	Top	0.000117	0.000672	0.000504
Semisotano	3.4	Top	0.000067	0.000356	0.000267
Base	0	Top	0	0	0

TABLA N°34: Control de Desplazamientos para la Dirección y-y.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Los modos de vibración son un conjunto completo de desplazamientos, teniéndose para un tiempo dado, el desplazamiento para una de las masas expresadas a través de la suma de los desplazamientos.

La dirección X-X tiene una deriva máxima de **0.00039150**, que se da en el 3er nivel, y en la dirección Y-Y una deriva máxima de **0.0006165**, que se da en el 3er nivel.

Según lo indicado la tabla 11 de la Norma E.030, del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, la deriva máxima para un edificio de concreto armado es de 0.007.

Material Predominante	(Di/hei)
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010

TABLA N°35: Limites para Desplazamiento Lateral.

Considerando que el sistema es dual, es de esperar que los desplazamientos estén controlados con holgura y vemos que los resultados de desplazamientos de entre pisos son permisibles según la norma E.030 inciso15.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.6.4. Fuerza Cortante Mínima en la Base:

Una vez realizado el análisis dinámico se obtuvieron las siguientes respuestas máximas de fuerzas cortantes.

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		Tonf	tonf
8vo piso	24.6	Top	2.3214	0.0438
		Bottom	5.3849	0.8886
7mo piso	21.95	Top	17.7021	0.3642
		Bottom	18.0628	0.4414
6to piso	19.3	Top	40.8411	0.6617
		Bottom	40.8411	0.6617
5to piso	16.65	Top	62.1176	0.9559
		Bottom	62.1176	0.9559
4to piso	14	Top	83.0942	1.2022
		Bottom	83.0942	1.2022
3er piso	11.35	Top	103.2587	1.3914
		Bottom	103.2587	1.3914
2do piso	8.7	Top	121.6473	1.5148
		Bottom	121.6473	1.5148
1er piso	6.05	Top	137.7057	1.5913
		Bottom	137.7057	1.5913
Semisotano	3.4	Top	**150.4611**	1.6404
		Bottom	**150.4611**	1.6404
Base	0	Top	158.6844	1.6353
		Bottom	158.6844	1.6353

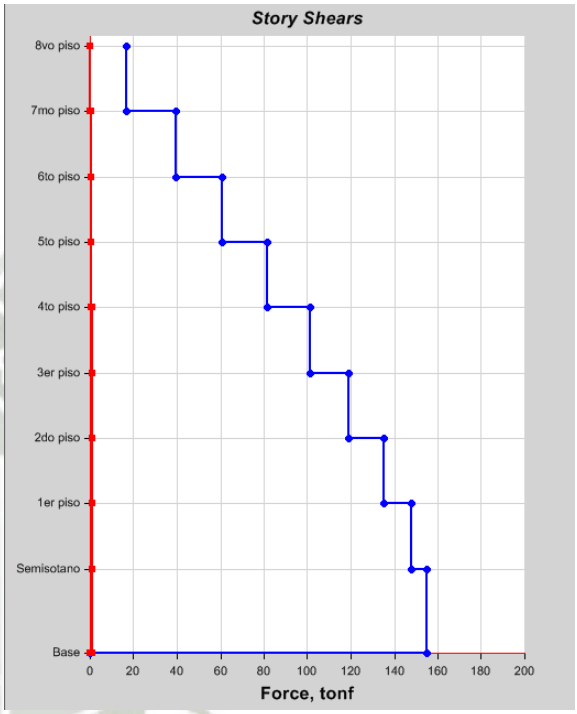


TABLA N°36: Fuerzas Cortantes Basales Resultantes del Análisis Dinámico en "X".

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		tonf	tonf
8vo piso	24.6	Top	0.0449	1.5614
		Bottom	1.5037	12.7189
7mo piso	21.95	Top	0.3293	10.4411
		Bottom	0.3046	11.9315
6to piso	19.3	Top	0.6969	28.0826
		Bottom	0.6969	28.0826
5to piso	16.65	Top	1.002	43.3089
		Bottom	1.002	43.3089
4to piso	14	Top	1.2554	58.8192
		Bottom	1.2554	58.8192
3er piso	11.35	Top	1.4486	74.3317
		Bottom	1.4486	74.3317
2do piso	8.7	Top	1.568	89.1721
		Bottom	1.568	89.1721
1er piso	6.05	Top	1.6209	102.868
		Bottom	1.6209	102.868
Semisotano	3.4	Top	1.6466	**114.4507**
		Bottom	1.6466	**114.4507**
Base	0	Top	1.6353	121.8947
		Bottom	1.6353	121.8947

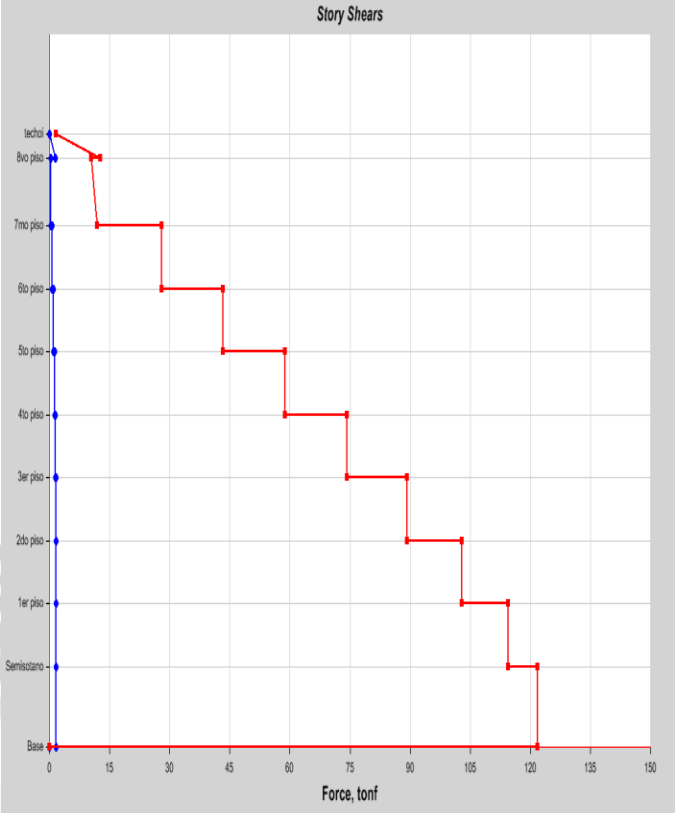


TABLA N°37: Fuerzas Cortantes Basales Resultantes del Análisis Dinámico en "Y".

La Norma E.030 en el artículo 18.2.c señala que la fuerza cortante en la base del edificio no podrá ser menor que el 80% del valor calculado en el análisis estático para estructurales regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.

$$V_{din} \geq 80\% \, V_{est}$$

De no cumplir con esta condición será necesario utilizar un factor escala, para las fuerzas obtenidas para obtener las fuerzas de diseño.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En nuestro caso, para una estructura irregular se tiene:

CORTANTE	En X (Ton)	En Y (Ton)
V *dinámico*	150.46	114.45
80% V *estático*	215.26	215.26
Factor Escala: 80% V_{est}/ V_{din}	**1.431**	**1.881**

TABLA N°38 Comprobación de la Fuerza Cortante en la Base.

Al no cumplir con la condición de fuerza cortante mínima en la base, se procede a amplificar todas las fuerzas y momentos por **1.431** en la dirección x-x y por **1.881** en la dirección y-y.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO V: DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SISMORRESISTENTES Y OTROS ELEMENTOS

5.1 Introducción

Según la Norma E.060 capítulo 9 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016 indica: *Las estructuras y los elementos estructurales deberán diseñarse para obtener en todas sus secciones* ***resistencias de diseño(*** $\emptyset \boldsymbol{Rn}$***)*** *por lo menos iguales a las* ***resistencias requeridas (*** $\boldsymbol{Ru}$***),*** *calculadas para las cargas y fuerzas amplificadas en las combinaciones que se estipulan en esta norma.*

Entonces deberá cumplirse:

Resistencia de Diseño ≥ Resistencia Requerida (U)

$$\emptyset Rn \geq Ru$$

5.2 Requisitos Generales

5.2.1 Resistencia requerida

Donde *Ru* se obtiene de las siguientes combinaciones:

$$U = 1.4\,CM + 1.7\,CV$$
$$U = 1.25(CM + CV) \pm CS$$
$$U = 0.9\,CM \pm CS$$

Estas tres combinaciones representan las cargas que por lo general se presentan en el diseño de estructuras convencionales, sin embargo, pueden existir otras cargas que podrían presentarse. *(Blanco Blasco, Estructuración y Diseños de Edificaciones de Concreto Armado, pg 132).*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Por otro lado, la resistencia de diseño *Rn* según: Blanco Blasco, Estructuración y Diseños de Edificaciones de Concreto Armado, pg 135, deberá tomarse como la resistencia nominal (resistencia proporcionada considerando el refuerzo realmente colocado) multiplicada por un factor de reducción de resistencia Ø.

Este factor se considera debido a la inexactitud de los cálculos, los errores de mano de obra en los trabajos de campo y de que los materiales no alcancen la resistencia esperada. Según el esfuerzo a que están sometidos los elementos, tenemos los siguientes factores de reducción empleados:

- Para flexión sin carga axial: Ø = 0.90
- Para cortante con o sin torsión: Ø = 0.85

Como las vigas están diseñadas para fallar por flexión se considera el valor más alto (Ø). En las columnas ocurre lo opuesto teniendo el valor más bajo (Ø), ya que al tener falla frágil la resistencia del concreto es el factor crítico.

5.2.2 Diseño por Flexión:

Los elementos como: vigas, losas, escaleras. Según la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones,2016 nos dice que el diseño de las secciones transversales de los elementos sujetos a flexión deberá basarse en:

$$Mu \leq 0.90Mn$$

Donde:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Mu: Es la resistencia requerida

Mn: Es la resistencia nominal

5.2.3 Diseño por Flexo compresión:

Los muros de corte y columnas son sometidos a la acción simultánea de flexión y carga axial.

El Diagrama de Interacción es la representación gráfica de los valores de la carga axial y momento flector (*øPn, øMn),* los pares Pu y Mu obtenidos deben ser menor a los obtenidos en el diagrama de interacción, quedando dichos valores dentro del diagrama y así cumple con los requerimientos de diseño.

5.2.4 Diseño por Cortante:

Según la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, el diseño debe basarse a una ecuación de rotura:

$$Vu \leq 0.85Vn$$

Dónde:

- *Vu*: Es la resistencia requerida por corte,
- *Vn*: Es la resistencia nominal al corte

Para la resistencia por corte se considera el acero, así como también el concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$Vn = Vc + Vs$$

Dónde:

Vc: Es la contribución del concreto: $\boxed{Vc = 0.53 * \sqrt{f'c} * b_w * d}$

Vs: Es la contribución del acero, $\boxed{Vs = \frac{Vu}{\emptyset} - Vc}$

5.3 Diseño de Vigas:

Las vigas dentro de una estructura cumplen dos funciones importantes: La transmisión de cargas del techo a elementos verticales que forman pórticos que absorben cargas sísmicas y controlan desplazamientos laterales de la estructura.

5.3.1 Diseño de Vigas Peraltadas:

Son elementos de conexión, su función principal es resistir las cargas actuantes y brindar rigidez lateral a la estructura, las cargas son distribuidas entre columnas y placas, incluyendo también otras vigas, cuando estas son apoyadas entre vigas.

En este proyecto de tesis las luces libres (ver pre dimensionamiento Capitulo 2), se optó por vigas peraltada de 0.30 m x 0.50 m, 0.25m x 0.50m y 0.20m x 0.50 m con longitud variable. Así como también una viga en sección L (0.50mx0.25mx0.25m).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

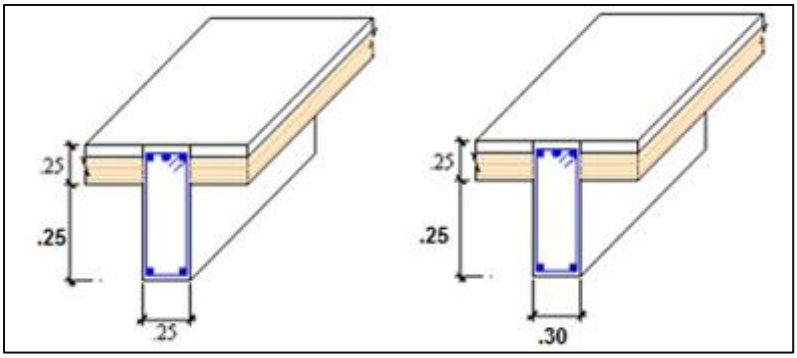


FIGURA N°25 Sección Transversal de Viga Peraltada.

Las vigas peraltadas soportan su peso propio, pisos terminados, tabiquería de albañilería, parapetos, además las cargas vivas, son de 200 kg/cm2 según Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E020, Tabla 1 ya que es edificación para viviendas. Se realizan dos diferentes tipos de diseño: por flexión y corte.

5.3.1.1 Análisis Estructural:

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E060, Cap.9, las vigas serán analizadas como pórticos, considerando su rigidez en los apoyos (columnas o placas). Las vigas cuya propiedad es absorber las cargas de sismo, así que se deberá considerar todas las combinaciones de carga.

$$Wu = 1.4\ CM + 1.7\ CV$$

$$Wu = 1.25(CM + CV) \pm CS$$

$$Wu = 0.9\ CM \pm CS$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Una vez obtenidas todas las demandas sísmicas y de gravedad se obtiene la ***ENVOLVENTE*** que considera los valores máximos de la Fuerza Cortante y Mo Flector.

5.3.1.2 Diseño por flexión:

Consiste en colocar acero necesario para la resistencia de fuerzas por gravedad y sismo, dando como resultado Mo flectores y fuerzas cortantes últimas.

Se procede hallar el parámetro K_u juntamente con las tablas de diseño para obtener su cuantía:

$$K_u = \frac{M_u}{bd^2}$$

$$K_{u \rightarrow \rho}$$

$$As_{min} = \rho_{min}.b.d$$

Cuantía Mínima:

$$\rho_{min} = 0.7 * \frac{\sqrt{f'c}}{fy}$$

Entonces el cálculo de acero:

$$As_{min} = \frac{0.70\sqrt{f}'c}{fy}.b_w.d$$

Siendo $f'c$ = 210 kg/cm2 y fy = 4,200 kg/cm2, se obtiene:

$$As_{min} = 0.24.b_w.d$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E060, Capítulo 21, nos presenta algunas disposiciones especiales para el diseño sísmico, con el fin de asegurar un comportamiento dúctil en la estructura, el punto 21.4.4 indica:

- *Deberá existir refuerzo continuo a todo lo largo de la viga, constituido por dos barras tanto en la cara superior como en la inferior, con un área de acero no menor que el* As_{min}.
- *No deberán hacerse empalmes traslapados dentro de una zona localizada a dos veces el peralte del elemento, medida desde la cara del nudo.*
- *La resistencia a momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que un tercio de la resistencia a momento negativo provista en dicha cara. La resistencia a momento negativo y positivo en cualquier sección a lo largo de la longitud del elemento deben ser mayores de un cuarto de la máxima resistencia a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos.*

Cumpliendo:

$$M_u \leq \emptyset M_n$$

Dónde:

M_u : Momento amplificado actuante en una sección de la viga
ϕ : Factor de seguridad para flexión, igual a 0.90
M_n : Momento resistente en una sección de la viga

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La forma de encontrar M_u se hace mediante la envolvente.

5.3.1.3 Diseño por Corte:

La capacidad de resistencia al corte de las vigas se da por el concreto y el refuerzo transversal (estribos).

Si se diera una falla debería darse por flexión mas no por corte, es por eso que la resistencia por corte de una viga debe ser mayor a la flexión.

Según la norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, la fuerza cortante tiene la siguiente expresión

$$Vu \leq \emptyset * Vn$$

Dónde:

- *Vu*: Resistencia requerida.
- *Vn*: Resistencia nominal.

La resistencia nominal Vn estará conformada por la contribución del concreto Vc y la contribución del acero Vs:

$$Vn = Vc + Vs$$

Entonces:

$$\mathrm{Vu} \leq \emptyset * (\mathrm{Vc} + \mathrm{Vs})$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Además, debemos considerar las secciones críticas, las cuales se ubica a "d" de la cara, son las secciones donde normalmente actúa la fuerza máxima cortante Vu, de donde se exigirá mayor refuerzo por corte.

La contribución del concreto Vc está dada por:

$$Vc = 0.53 * \sqrt{f'c} * b_w * d$$

Cuando la fuerza cortante última Vu exceda la resistencia al corte del concreto $\emptyset * Vc$, deberá proporcionarse refuerzo de manera que se cumpla:

$$Vs = \frac{Vu}{\emptyset} - Vc$$

Separación de estribos: Los estribos perpendiculares al eje deberán tener un espaciamiento de

$$S = \frac{Av * fy * d}{Vs}$$

Dónde:

Av= área de refuerzo por cortante, dentro de una distancia "S" proporcionada por la suma de áreas de las ramas del o de los estribos ubicados en el alma.

Al igual que el refuerzo por flexión, la sección 21.4 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E060 presenta disposiciones especiales para el diseño sísmico por corte:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

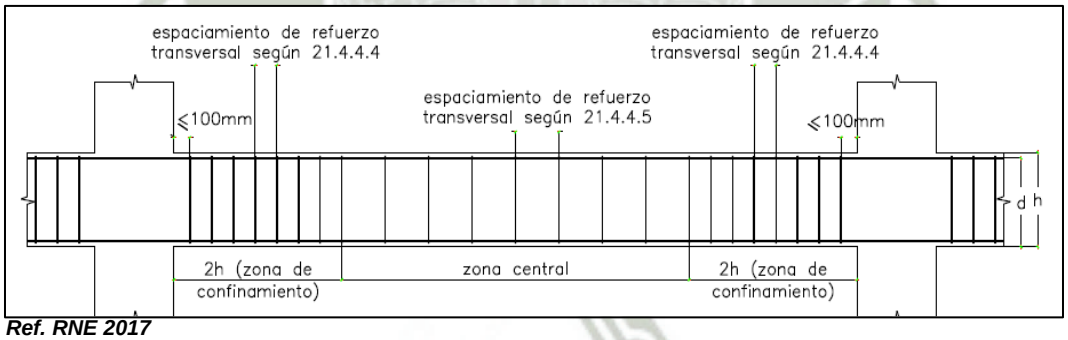
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- *En ambos extremos del elemento deben disponerse estribos cerrados de confinamiento en longitudes iguales a dos veces el peralte del elemento medido desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz. El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 10 cm de la cara del elemento de apoyo. El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder del menor de:*

  - *d/4 pero no es necesario que el espaciamiento sea menor de 15 cm;*
  - *Diez veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro;*
  - *24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento;*
  - *30 cm.*

- Los estribos deben estar espaciados a no más de 0.5 a lo largo de la longitud del elemento. En todo el elemento la separación de los estribos no deberá ser mayor que la requerida por fuerza cortante.



Ref. RNE 2017

FIGURA N°26 Requerimientos de Estribos en Vigas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.3.1.4 Empalmes por Traslape del Refuerzo para Barras Sujetas a Compresión:

La Norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, inciso 12.16, nos dice acerca de los empalmes a barras compresión. Es importante asegurar un empalme adecuado, para desarrollar su resistencia cuando vayan a ser solicitadas, y así evitamos alterar su capacidad con la que la sección fue diseñada.

La norma nos dice: *La longitud de un empalme por traslape a compresión, l dc, debe ser de 0.071 fy.db y mayor que 30cms. Para f'c menor que 210 kg/cm2, esta longitud del empalme por traslape debe multiplicarse por 1.3.*

Por otro lado, para las barras inferiores, los apoyos son una zona ideal al no presentarse momentos positivos. Sin embargo, cuando una viga recibe cargas de sismo, la envolvente de los momentos ocasionados por éste presenta una forma de "X", aumentando considerablemente los momentos positivos y negativos en los apoyos, y manteniendo casi sin alterar los momentos de la zona central.

Es así que el empalme en la zona central para las barras superiores sigue siendo válido; pero para las barras inferiores sería inconveniente seguir empalmando en los apoyos, ya que el momento positivo se incrementa considerablemente. Es por esto que para las barras inferiores se recomienda empalmar en una zona intermedia entre el apoyo y el centro

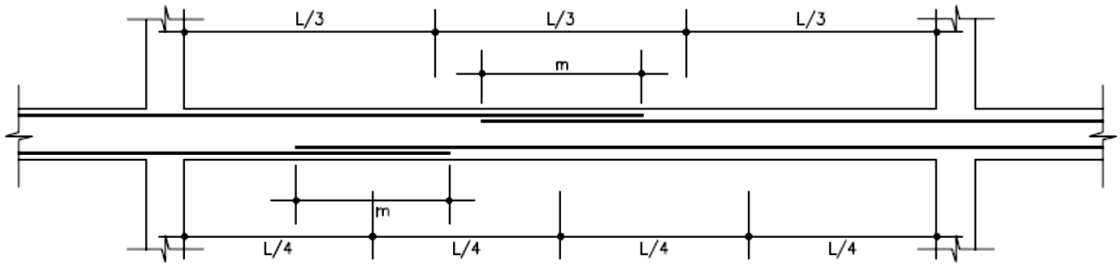
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

de la luz (*Blanco Blasco Antonio, Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado, 1994)*.

En Resumen:



VALORES DE (m)			
Ø	Refuerzo inferior	Refuerzo superior	
	h cualquiera	h < 30	h > 30
3/8"	0.40	0.40	0.45
1/2"	0.40	0.40	0.50
5/8"	0.50	0.45	0.60
3/4"	0.60	0.55	0.75
1"	1.15	1.00	1.30

A. NO EMPALMAR MAS DEL 50% PARA AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION.
B. EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS % ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE UN EMPALME EN UN 70%, O CONSULTAR AL PROYECTISTA.
C. PARA ALIGERADOS, EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS, SIENDO LAS LONGITUDES DE EMPALME 25cm. PARA Ø DE 3/8" Y 35 cm. PARA Ø 1/2" Y 5/8"

FIGURA N°27 Consideraciones para Especificar las zonas de Empalme del Refuerzo en Vigas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.3.1.5 Ejemplo de Diseño:

Se diseñará la viga V-013 eje “5” nivel semisótano.

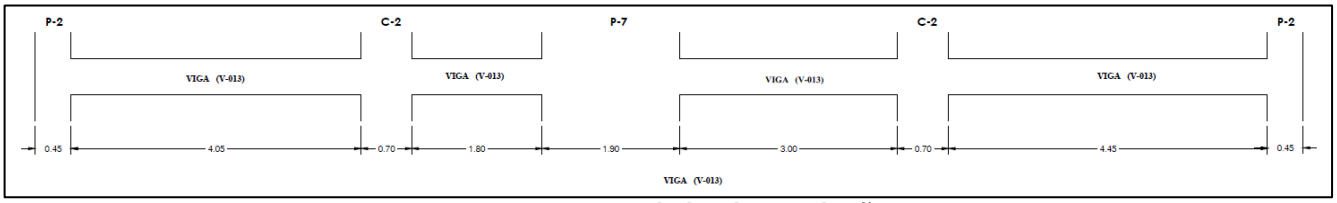
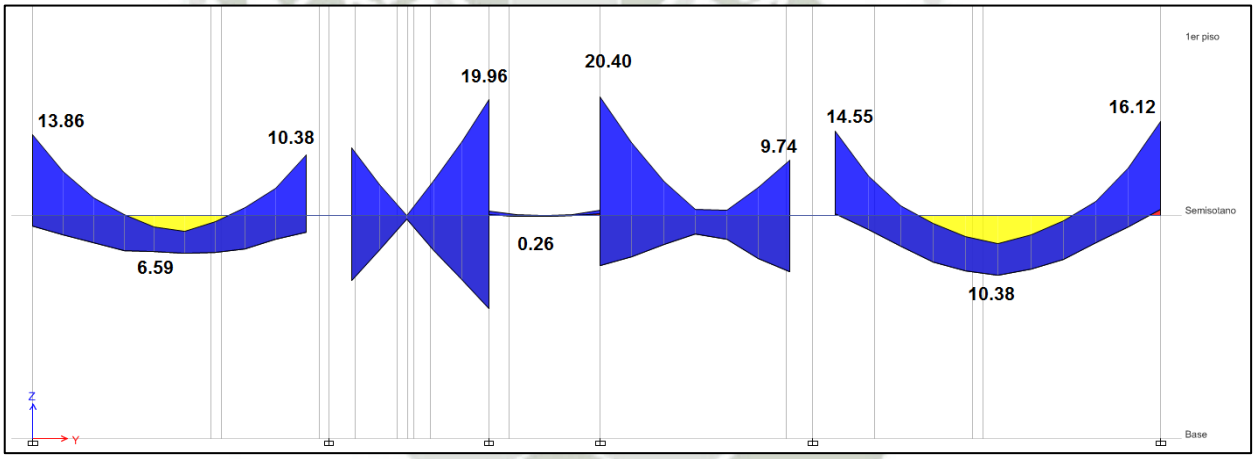


FIGURA N°28 Esquema de la Viga a Diseñar.

Diseño por Flexión: Según las combinaciones de cargas amplificadas se obtiene:



Fuente: Propia (ETABS 2016)

FIGURA N°29 Envolvente de Momentos Flectores para la Viga a Diseñar (ton-m).

Siendo la viga a diseñar de b = 0.30 m de base, h = 0.50 de peralte y d = (h – 6) = 0.44 m de peralte efectivo, se calcula el acero mínimo:

$$As_{min} = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}.b_w.d \qquad As_{min} = \frac{0.70\sqrt{210}}{4200} \times 30 \times 44$$

$$\boldsymbol{As_{min} = 3.188\ cm^2}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Determinando el área del acero se escoge el refuerzo de **2 Ø 3/4¨** tanto en la cara superior como en la cara inferior de la viga a diseñar.

Posteriormente con el software ETABS 2016 obtenemos valores para el acero máximo que será colocado en la cara superior y cara inferior.

Hay lugares donde el acero de refuerzo no es necesario; para economizar se opta por cortar las varillas y así tener bastones siguiendo las recomendaciones de la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016:

- El refuerzo deberá extenderse más allá del punto en el que ya no es necesario para resistir flexión, una distancia igual a “d” o “12 db”, la que sea mayor. Se exceptúan los apoyos articulados y los extremos en voladizo.
- 1/3 de la luz libre para los bastones negativos en apoyos interiores, y 1/5 en apoyos exteriores.
- 1/6 de la luz libre para los bastones positivos en apoyos interiores, y 1/7 en apoyos exteriores.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

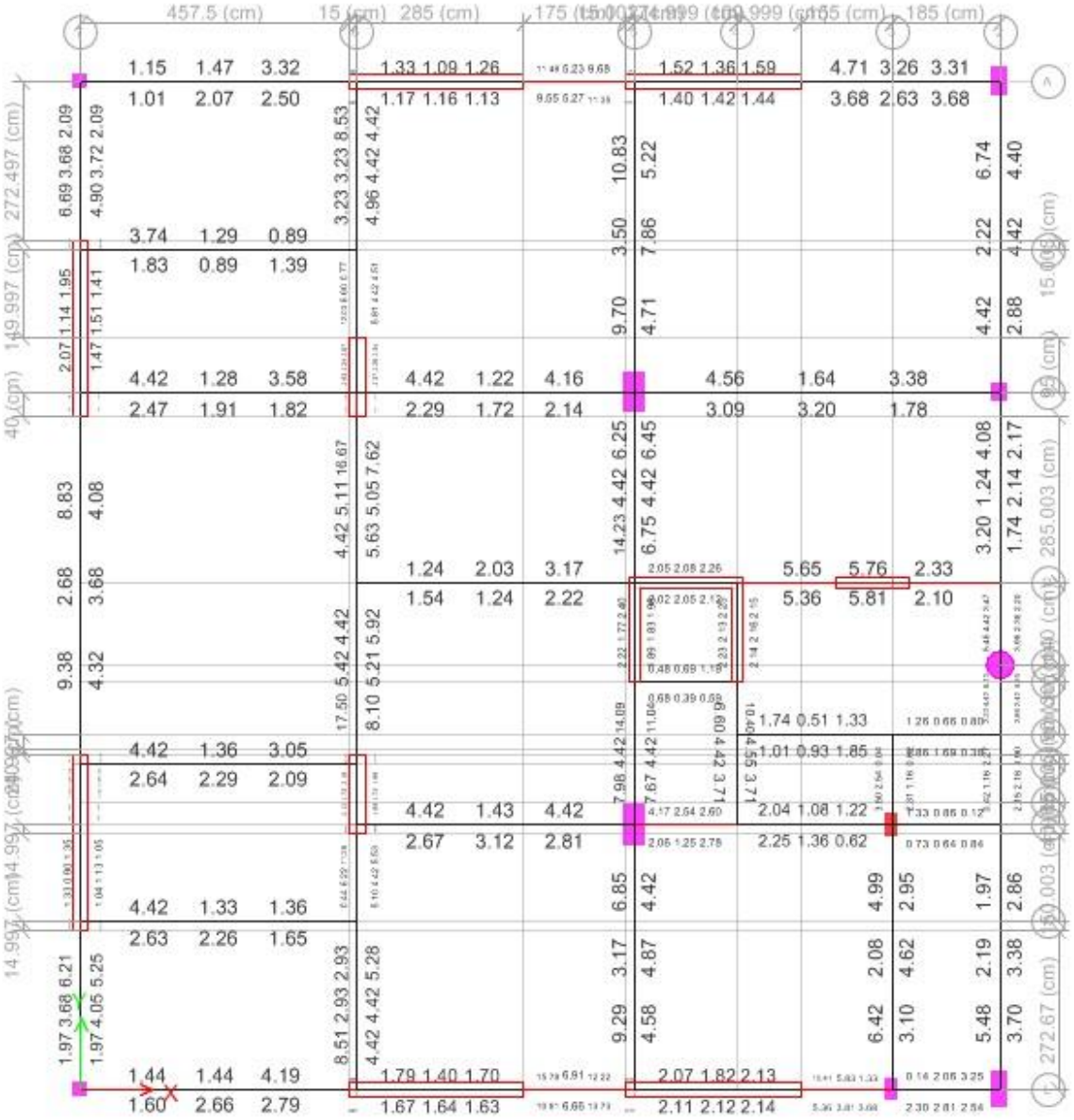


FIGURA N°30 Datos Calculados por ETABS 2016 para Obtener el Acero Máximo en las Vigas a Diseñar (cm2).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Entonces, el elemento por flexión V-002 queda de la siguiente manera:

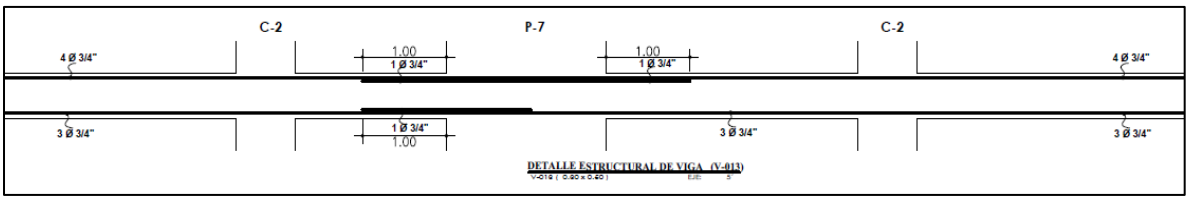


FIGURA N°31 Distribución Final del Refuerzo por Flexión para la Viga en Estudio.

Diseño por Corte: El software facilita la obtención del siguiente diagrama de fuerza cortante, con las cargas amplificadas según las combinaciones especificadas en el punto 5.3.1.1:

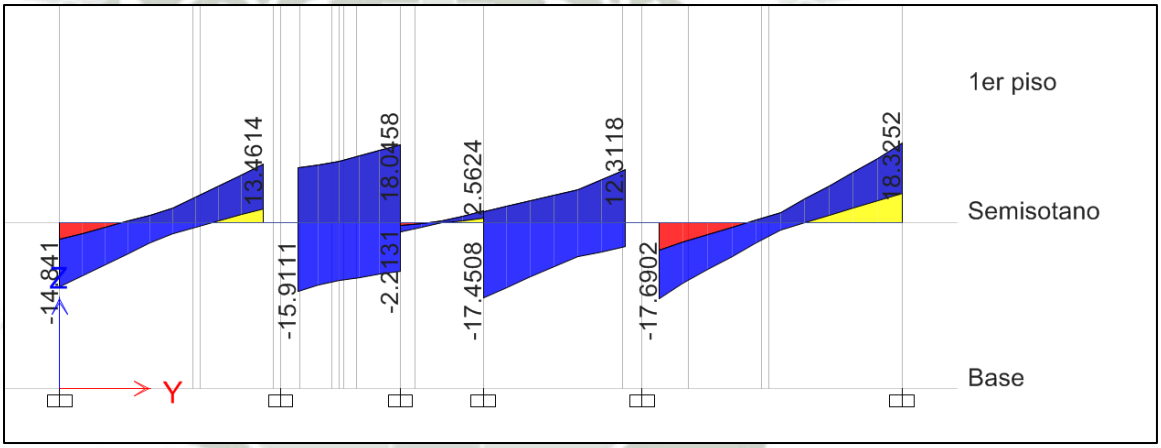


FIGURA N°32 Envolvente de Fuerzas Cortantes para la Viga a Diseñar en (ton-m).

Para el diseño por corte. La fuerza cortante última se toma a una distancia "d" medida desde la cara de apoyo de la viga.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Ahora se halla el valor Vu para el tramo de la Viga V013 a una distancia “d” que tiene una luz de 6.25m:

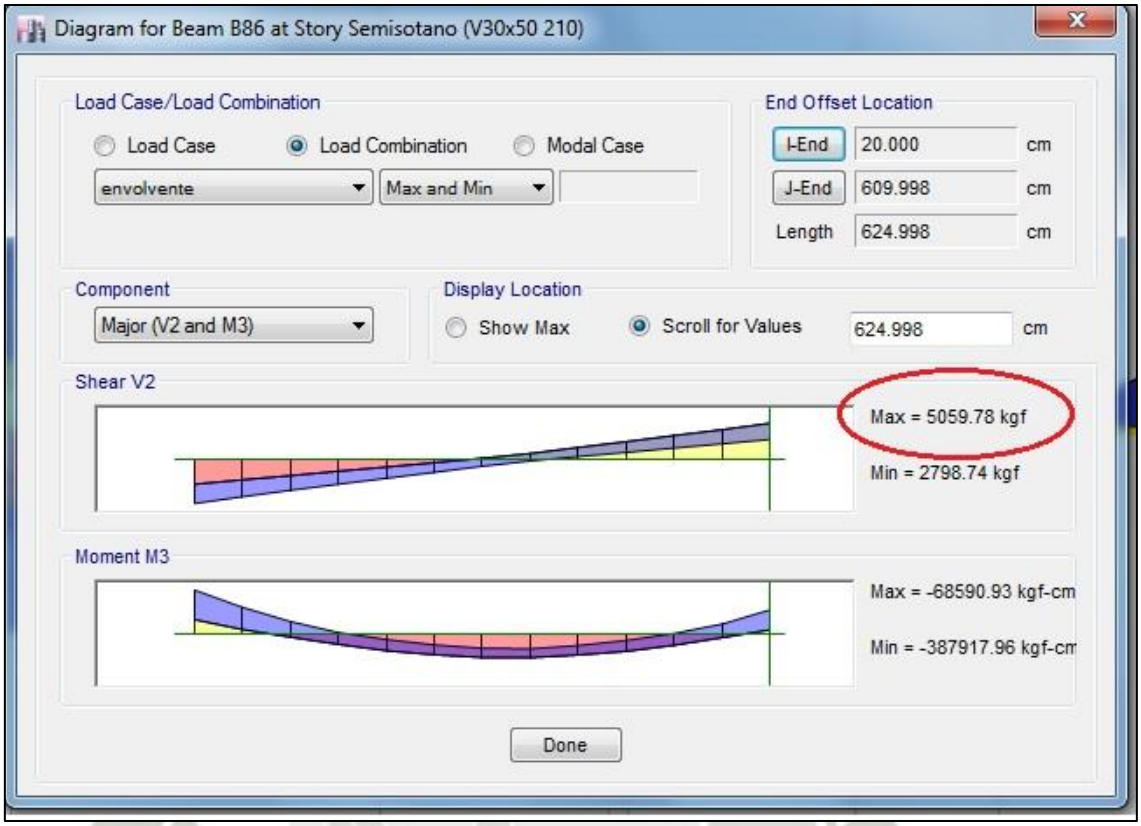


FIGURA N°33 Fuerzas Cortantes Ultima para la Viga a Diseñar en (ton-m).

$$\boldsymbol{V_u = 5.60\ ton}$$

La norma E0.60, artículo 11.3.1 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, dice que la resistencia nominal proporcionada por el concreto “Vc” debe calcularse:

$$V_C = 0.53\sqrt{f'c}\,.\,b_w.\,d$$

$$V_C = 0.53\sqrt{210}\ \times 30 \times 44$$

$$\boldsymbol{V_C = 10.38\ ton}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Entonces la resistencia del acero es:

$$Vs = \frac{Vu}{\emptyset} - Vc$$

$$Vs = \frac{5.60}{\emptyset} - 14.06$$

$$\boldsymbol{Vs = -4.19\ ton}$$

El espaciamiento para Vs (tomando en consideración dos estribos de 3/8") es:

$$S = \frac{Av * fy * d}{Vs}$$

Dónde:

Av= área de refuerzo por cortante, dentro de una distancia "S" proporcionada por la suma de áreas de las ramas del o de los estribos ubicados en el alma.

$$S = \frac{1.42 * 4200 * 44}{4450.0}$$

$$\mathbf{S = 62.70\ cm}$$

Al obtener el resultado de 62.70 cm de espaciamiento, concluyo que se requerirán estribos mínimos para la sección de la viga ya que no está sobre – reforzada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Al tener responsabilidad sísmica el refuerzo deberá tener en consideración lo dicho Norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, inciso 21.4.4.4, para el espaciamiento de los estribos:

- Zona de confinamiento mínima = 2*h* = 1.00 m
- El primer estribo debe estar como máximo a 10 cm del apoyo.

$$S1 = 10\ cm$$

En zona de confinamiento, los estribos deben estar separados como máximo el menor de los siguientes valores:

- *d*/4 = 11.00 cm => redondeamos a 10 por motivos constructivos
- $10d_b$ (barra longitudinal) = 10x(1/2)x2.54 =12.70 cm
- 24 (estribos) =24x3/8x2.54 =22.86 cm

Entonces el $A_S max$ es:

$$S2 = 10\ cm$$

El espaciamiento del refuerzo cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder de d/2 en elementos de concreto no pre esforzado, tal como indica la norma en su inciso 11.5.5.1.

$$\frac{1}{2}x\ d = \frac{1}{2}\ x\ 44 = 22cm\ \approx 20\ cm$$

El máximo espaciamiento es:

$$S \leq d/2 \quad ; \quad S3 = 20cm$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Por consiguiente, se obtiene la siguiente distribución de estribos para la viga:

Estribos de Ø3/8 ------ 1@10, 9@10, Rto.@20 c/extremo.

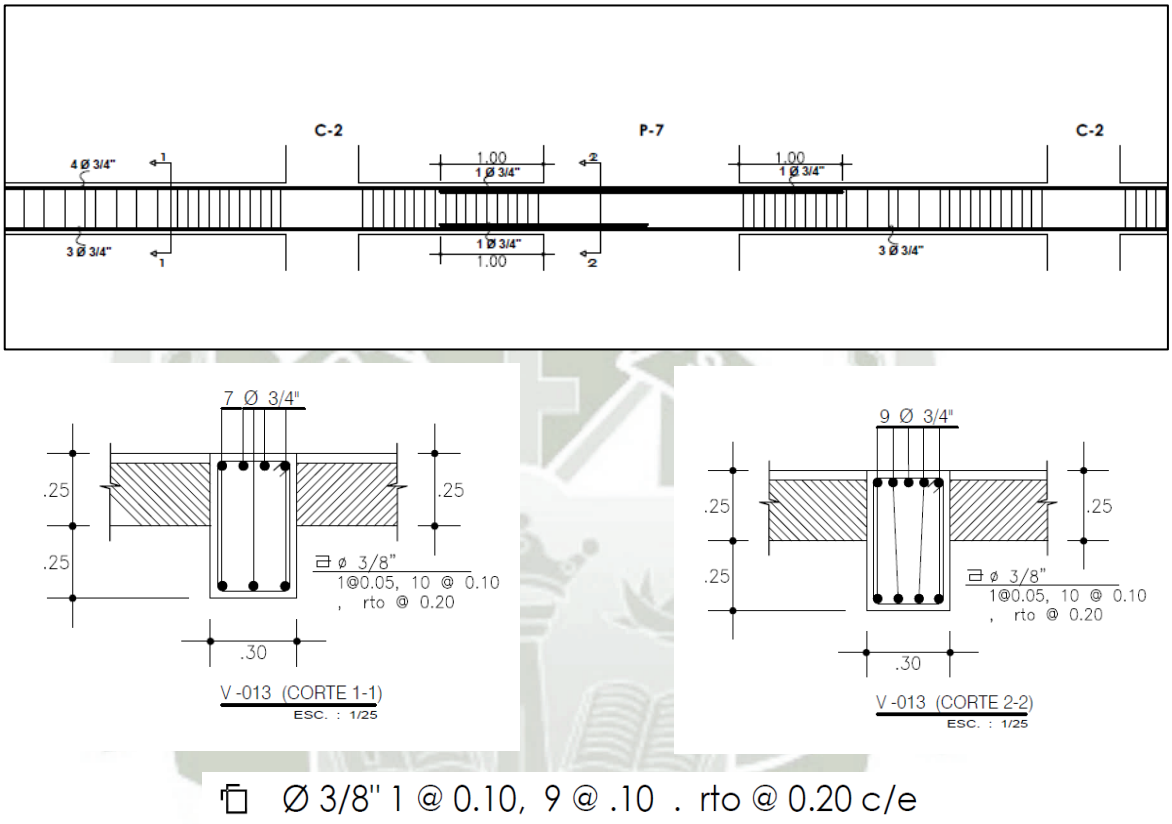


FIGURA N°34 Diseño Final de Tramo Seleccionada de la Viga V-013 - Semisótano.

5.4 Diseño de Columnas

Las columnas son elementos sometidos a flexocompresión (momento más carga axial de compresión) y eventualmente sometidos a flexo-tracción. El efecto principal es la compresión y viene acompañada del momento flector que se vuelve importante por su propio valor absoluto o por un valor relativo conforme la carga

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

de compresión disminuya. (Blanco Blasco Antonio, Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado, 1994, pg.114)

Soportarán su peso propio, sobrecargas, cargas de vigas peraltadas y chatas, losas aligeradas y macizas y todo elemento estructural que este dentro de su área tributaria, que luego las transmitirán hacia la cimentación, y además controlan los desplazamientos laterales de la estructura.

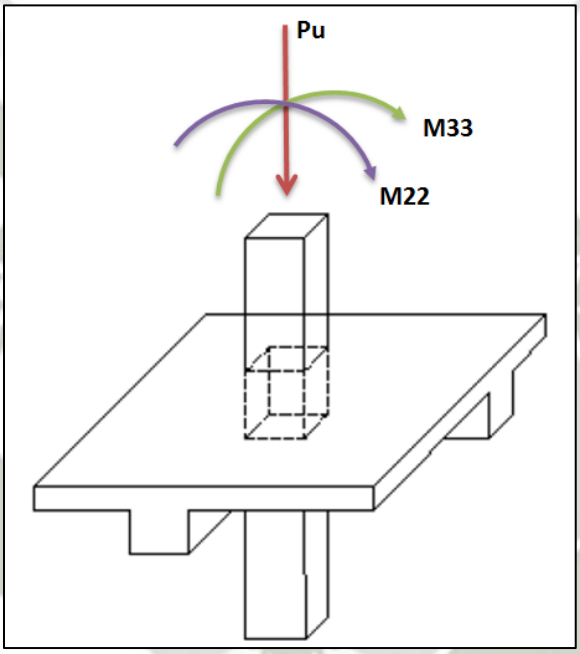


FIGURA N°35 Esquema de Columna con las Cargas que Recibe.

El diseño se realiza por flexo compresión y cortante con las cinco combinaciones del diseño de vigas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.4.1 Diseño por Flexo compresión.

Se debe construir diagramas de interacción por cada columna y dirección, los diagramas de interacción definen los límites de resistencia de una sección de las fuerzas axiales y momentos flectores que son generados por las acciones de gravedad y sísmicas, la sección y cantidad de acero será la adecuada cuando los puntos se encuentran dentro de la curva de diseño.

En el diseño se utilizará el software Excel y así se obtiene los diagramas de interacción.

En el Artículo 10.9.1, Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, dice que *el área de refuerzo longitudinal total, Ast, para elementos en compresión no compuestos no debe ser menor que 0.01 ni mayor que 0.06 veces el área total, Ag, de la sección transversal*.

Se recomienda la cuantía entre el 1% y 6% con la finalidad de evitar congestionamiento de refuerzos en los nudos.

$$\rho \geq 1\% \qquad \rho \leq 6\%$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

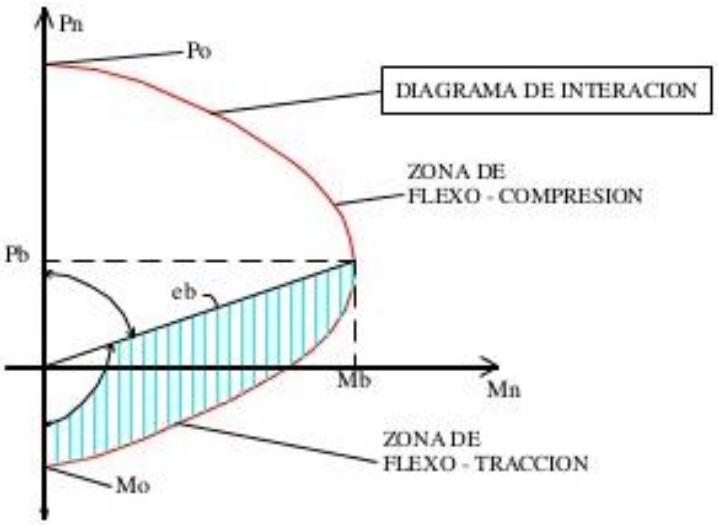


FIGURA N°36 Diagrama de Interacción: Un gráfico en el que se representa la combinación de momentos y cargas axiales actuantes, que hace fallar a una columna.

5.4.2 Efectos de Esbeltez.

La esbeltez se calcula para verificar que las cargas axiales aplicadas no generen deformaciones transversales que aumenten la excentricidad en la columna, modificando los momentos hallados en el análisis anterior (Momentos de primer orden), la excentricidad generará efectos de deformación de segundo orden.

5.4.2.1 Estructuras sin desplazamiento lateral.

La Norma E.060 en su Artículo 10.12.2 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016 permite ignorar los efectos de esbeltez en elementos a compresión que satisfacen:

$$\frac{k\,lu}{r} \leq 34 - 12\left(\frac{M1}{M2}\right); \qquad \left[34 - 12\left(\frac{M1}{M2}\right)\right] \leq 40$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Dónde:

- *M1* = Menor momento de diseño en uno de los extremos de la columna, positivo si el elemento está flexionado en curvatura simple y negativo si hay doble curvatura.
- *M2* = Mayor momento de diseño en uno de los extremos de la columna, siempre positivo.
- *k* = Factor de longitud efectiva.
- *lu* = Longitud sin arriostrar en la columna,
- *r* = Radio de giro de la sección transversal.

Para *k,* la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones,2016 indica que para estructuras sin desplazamiento lateral se puede asumir 1.

En “r” se calcula para secciones rectangulares como r = 0.3 h (siendo h el peralte de la sección) indicado en la Norma E.60 en su Artículo 10.11.2. del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016. La longitud no arriostrada de un elemento en compresión, lu, debe tomarse como la distancia libre entre las losas de piso, vigas u otros elementos capaces de proporcionar apoyo lateral en la dirección que se está considerando. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E.60 artículo 10.11.3.1)

El término M1/M2 es positivo si la columna a flexionarse tiene una curvatura simple y es negativo si la columna a flexionarse tiene curvatura doble. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E.60, inciso 10.12.2).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

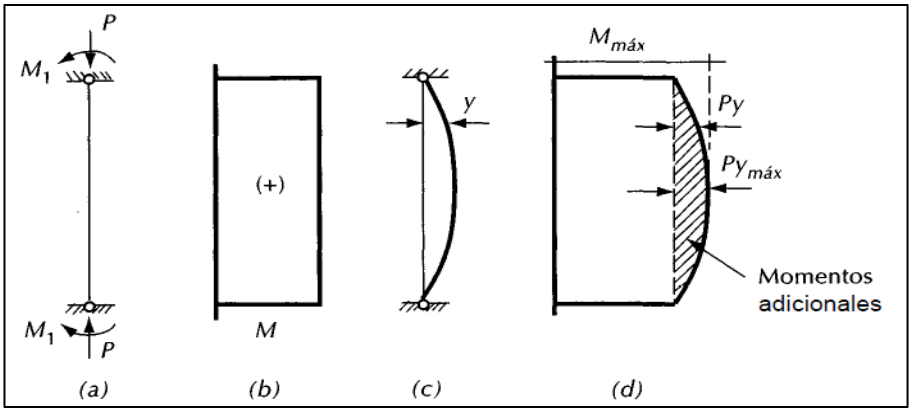


FIGURA N°37 Efectos de Esbeltez en Columnas con Simple Curvatura.

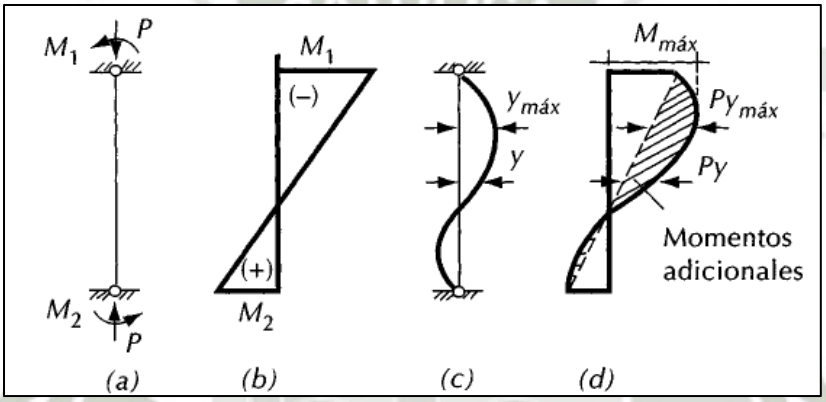


FIGURA N°38 Efectos de Esbeltez en Columnas con Doble Curvatura.

En caso no cumplirse, la Norma E.060, Artículo 10.12.3, del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016 indica: Los elementos a compresión deben diseñarse para la fuerza axial amplificada Pu y el momento amplificado Mu, magnificado por los efectos de curvatura del elemento, Mc:

$$Mc = \delta nsM2$$

δns = es el factor de amplificación de momento para pórticos.

$$\delta ns = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{0.75Pc}} \geq 1 \;;\; donde: \quad Pc = \frac{\pi^2 EI}{(k\,lu)^2} \quad y \quad EI = \frac{(0.4\,Ec\,Ig)}{1 + \beta d}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Donde:

- *Cm* = Factor que relaciona la forma del diagrama de momentos y el tipo de curvatura. Para elementos con cargas transversales entre sus apoyos, Cm ser igual a 1. Para elementos sin cargas transversales entre sus apoyos o con doble curvatura debe tomarse en cuenta: $Cm = 0.6 + 0.4\left(\frac{M1}{M2}\right) \geq 0.40.$

  Además:

- *Pu* = Fuerza axial última de diseño.
- *Pc* = Carga crítica de pandeo (Fórmula de Euler).
- *EI* = Producto del módulo de elasticidad y la inercia de la sección considerando fisuramiento
- *Ec* = Módulo de elasticidad del concreto.
- *Ig* = Inercia de la sección bruta de concreto (en la dirección analizada).
- *βd* = Para estructuras sin desplazamiento lateral es la relación entre el momento último debido a la carga muerta permanente *Mcm* y el momento último de diseño *Mu*, siempre positivo.

  Adicionalmente el momento amplificado, M2, no debe tomarse menor que M2, min. = Pu(15+0.03h) alrededor de cada eje separadamente, donde 15 y h está en mm. Para elementos en los que M2, min supera a M2, el valor de Cm debe ser tomado como 1.0 o estar basado en la relación de los momentos calculados para los extremos, dividiendo M1 por M2. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E060 inciso 10.12.3.2)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.4.2.2 Estructuras con desplazamiento lateral.

Para el valor de *k* en pórticos existen los nomogramas de Jackson y Moreland que permiten obtener gráficamente dicho valor.

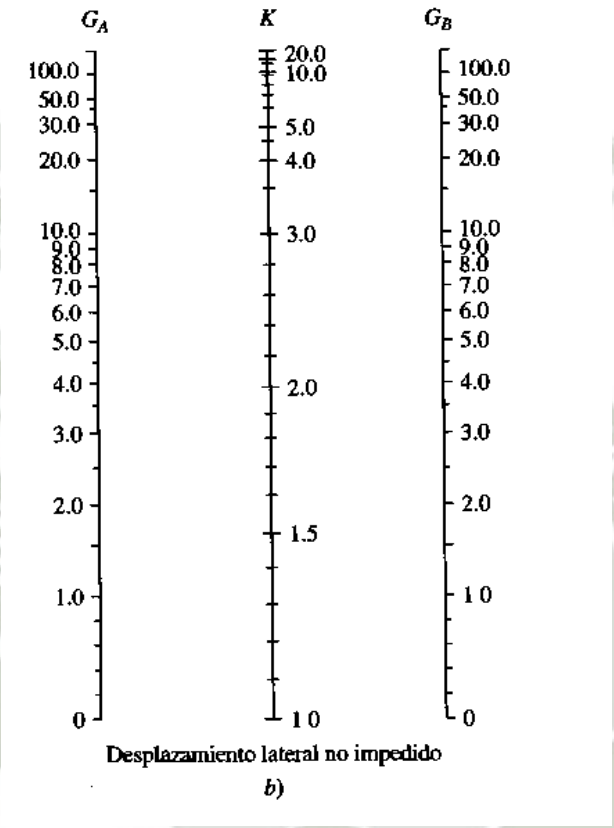


FIGURA N°39 Nomograma para Desplazamiento Lateral Permitido.

Para este nomograma se calcula (G_A y G_B), donde para hallar el valor de $G_B$tenemos la siguiente formula:

$$G = \frac{\sum \left(\frac{EI}{L}\right)_{columnas}}{\sum \left(\frac{EI}{L}\right)_{vigas}}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Si no se cumple con el requerimiento, la Norma E.060, Artículo 10.13.3 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, indica que se debe utilizar:

$$M1 = \delta nsM1 + \delta sM1s \qquad M2 = \delta nsM2 + \delta sM2s$$

Dónde:

- δns = Factor de amplificación de momento para pórticos arriostrados.
- δs = Factor de amplificación de momento para pórticos no arriostrados.
- *M1s* y *M2s* = Cargas de sismo amplificadas.

Pare el cálculo de δs la Norma E.060 presenta dos alternativas.

$$\delta_g = \frac{1}{1 - Q} \qquad \text{ó} \qquad \delta_g = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{\phi \sum P_c}}$$

Donde *Q* es el índice de estabilidad del entrepiso:

$$\mathrm{Q} = \frac{(\sum \mathrm{P_u}) * \mathrm{u}}{\mathrm{V_u} * \mathrm{h}}$$

Dónde:

- *ΣPu* = Sumatoria de todas las cargas verticales amplificadas en el entrepiso considerado.
- *ΣPc* = Sumatoria para todas que resisten el desplazamiento lateral en un piso.
- *u* = deformación relativa de entrepiso.
- *Vu* = fuerza cortante amplificada a nivel de entrepiso, debida a las cargas laterales.
- *h* = altura del entrepiso considerado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Adicionalmente a las combinaciones de carga que incluyen cargas laterales, debe considerarse la resistencia y estabilidad de la estructura como un todo frente a la acción de las cargas gravitacionales amplificadas.

Cuando Q es menor a 0.06, se considerará que el entrepiso en la estructura está arriostrado lateralmente.

Cuando Q está entre 0.06 y 0.25, los efectos globales deben considerarse calculando δ_g con el valor Q obtenido.

Cuando Q es mayor a 0.25, deberá rediseñar la sección de la columna.

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, E060 artículo 10.13)

5.4.3 Diseño por Corte.

Llamado también diseño por Resistencia según el Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, E060 cap. 11 la fuerza cortante deberá está basado en la siguiente ecuación:

$$Vu \leq \emptyset * Vn$$

Dónde:

- *Vu*: Fuerza Cortante amplificada en la sección considerada.
- *Vn*: Resistencia nominal al cortante.

Calculada mediante:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$Vn = Vc + Vs$$

Entonces reemplazamos:

$$\mathrm{Vu} \leq \ \emptyset * (\mathrm{Vc} + \mathrm{Vs})$$

En el Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E.060, artículo 11.3.1.2, Vc debe calcularse de esta manera para elementos sometidos a compresión axial Nu.

$$\mathrm{Vc} = 0.53 * \sqrt{\mathrm{f'c}} * \mathrm{b_w} * \mathrm{d} * \left(1 + \frac{\mathrm{Nu}}{140\ \mathrm{Ag}}\right)$$

Donde *Nu* es la carga a compresión axial en kg y *Ag es el área del acero* en cm2.

La resistencia requerida para el acero y espaciamiento se calcula:

$$\mathrm{Vs} = \frac{\mathrm{Vu}}{\emptyset} - \mathrm{Vc} \qquad\qquad \mathrm{S} = \frac{\mathrm{Av} * \mathrm{fy} * \mathrm{d}}{\mathrm{Vs}}$$

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E060, artículo 21.4.5.3, el espaciamiento de los estribos deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- *El primer estribo debe ir a no más de 5 cm de la cara del nudo.*
- *En ambos extremos del elemento debe proporcionarse estribos cerrados de confinamiento con un espaciamiento So por una longitud Lo medida desde la cara del nudo. El espaciamiento So no debe exceder al menor entre:*

  - *Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro.*
  - *La mitad de la menor dimensión de la sección transversal del elemento.*
  - *10 cm.*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- *La longitud Lo no debe ser menor que el mayor entre:*

  - *Una sexta parte de la luz libre del elemento.*
  - *La mayor dimensión de la sección transversal del elemento.*
  - *50 cm.*

- *Fuera de la longitud Lo , la separación no será mayor que:*

  - *La requerida por fuerza cortante.*
  - *La mitad del peralte efectivo*
  - *16 veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro.*
  - *48 veces el diámetro del estribo.*
  - *La menor dimensión de la sección transversal del elemento.*
  - *30 cm.*

- El espaciamiento del refuerzo transversal en el nudo no será mayor que el menor entre:

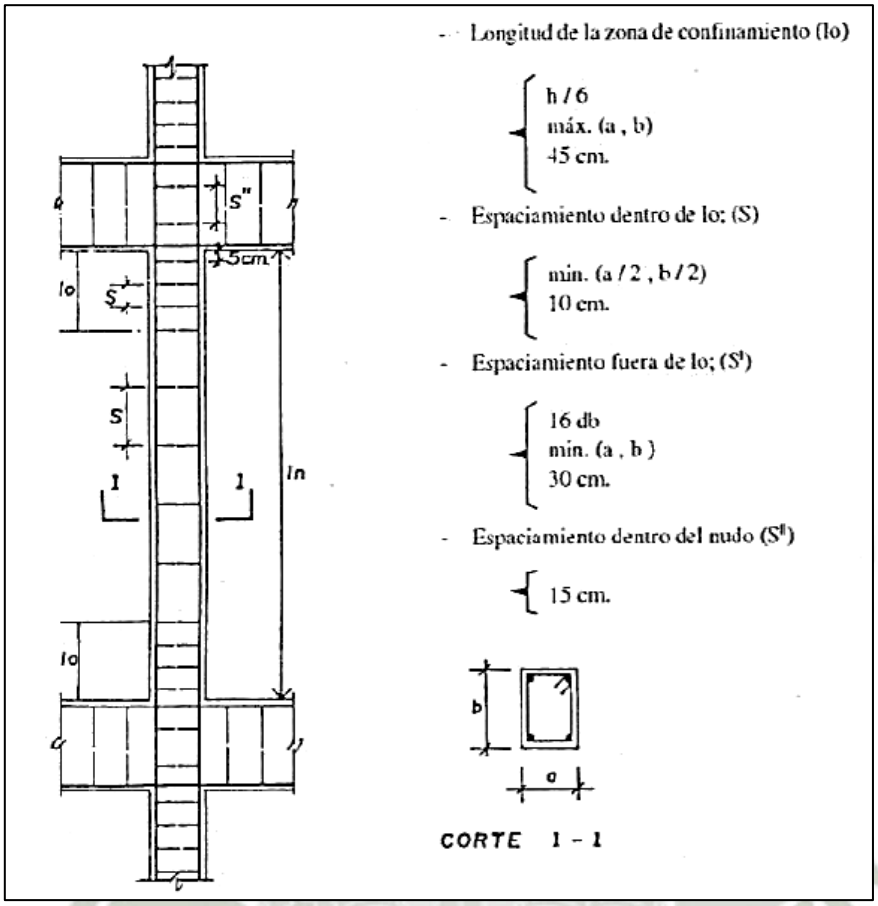
  - Smax = Av Fy /0.2 √f'c bw
  - Smax = Av Fy/3.5 bw
  - 15cm.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

A continuación, se muestra un esquema que resume todas estas disposiciones.



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones,Norma E060, fig. 21.4.5

FIGURA N°40 Disposiciones para el espaciamiento de estribos en columnas.

5.4.4 Empalmes por Traslape del Refuerzo.

En la mayoría de casos, las zonas centrales de las columnas presentan poco esfuerzo por flexión y poca cantidad de acero, aquí es donde se realiza el empalme.

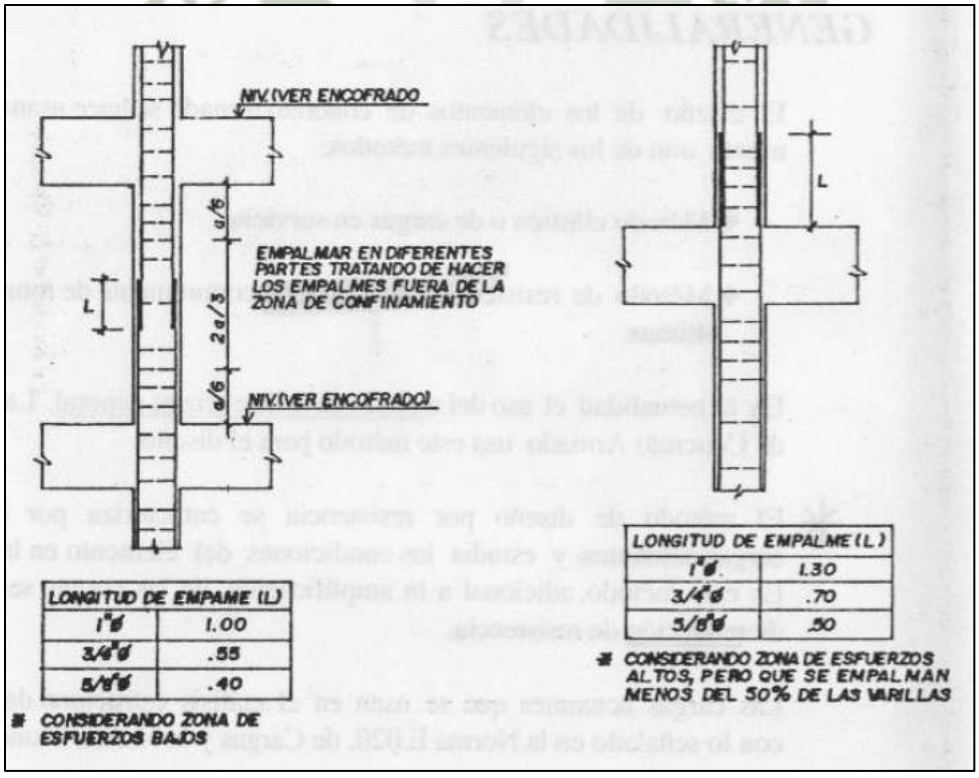
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Los empalmes en columnas podrían calcularse en principio como empalmes en compresión ya que los fierros básicamente estarán sometidos a dicho esfuerzo. Sin embargo, la presencia del momento flector puede hacer que determinados fierros estén sometidos a tracción y por tanto, requerir de una mayor longitud de empalme.

Se considera empalmar aproximadamente en el tercio central de la altura de las columnas (entre pisos) es mucho mejor, ya que en esa zona los momentos son minimos y el confinamiento que ocasiona dificultad en el armado no existe. (Blanco Blasco Antonio, Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado, 1994, pg. 115)



Fuente: Blanco Blasco, Estructuración y Diseños de Edificaciones de Concreto Armado, Fig VI - 4

FIGURA N°41 Consideraciones para Empalme del Refuerzo en Columnas (Blanco, 1994).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.4.5 Ejemplo de Diseño.

Se desarrollará el diseño de la columna C 02 que se encuentra en los ejes “5 C”, comenzando en el semisótano hasta el octavo nivel.

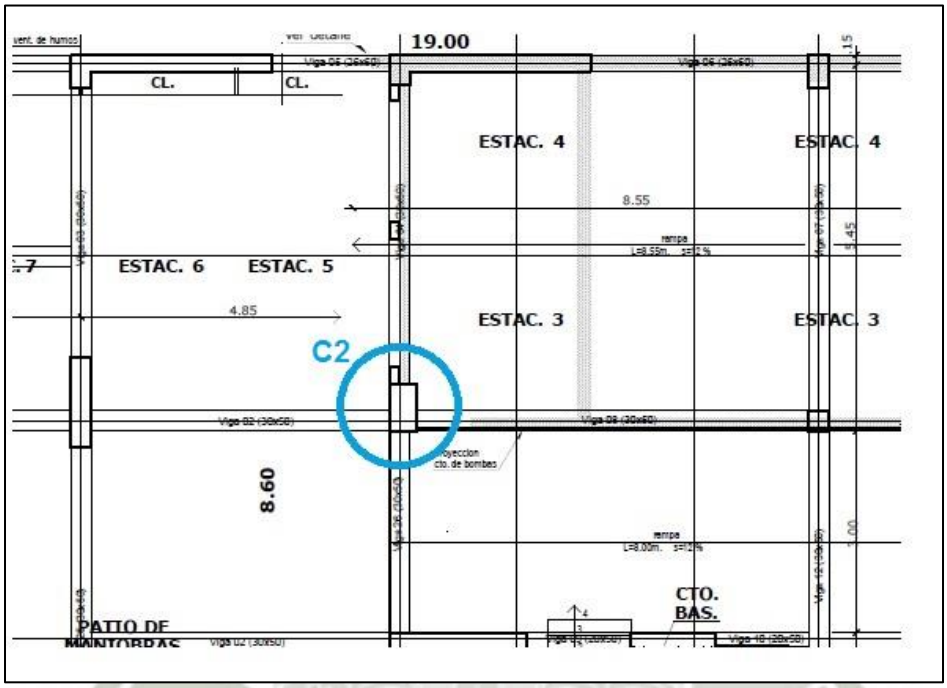


FIGURA N°42 Ubicación en Planta de la Columna C 02.

Se eligió esta columna al ser la más crítica y la que recibe mayor esfuerzo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Diseño por Flexo compresión: La columna tiene las dimensiones de 40x70 cm según su pre dimensionamiento, seguidamente hallaremos la carga axial *Pu* con el programa ETABS 2016.

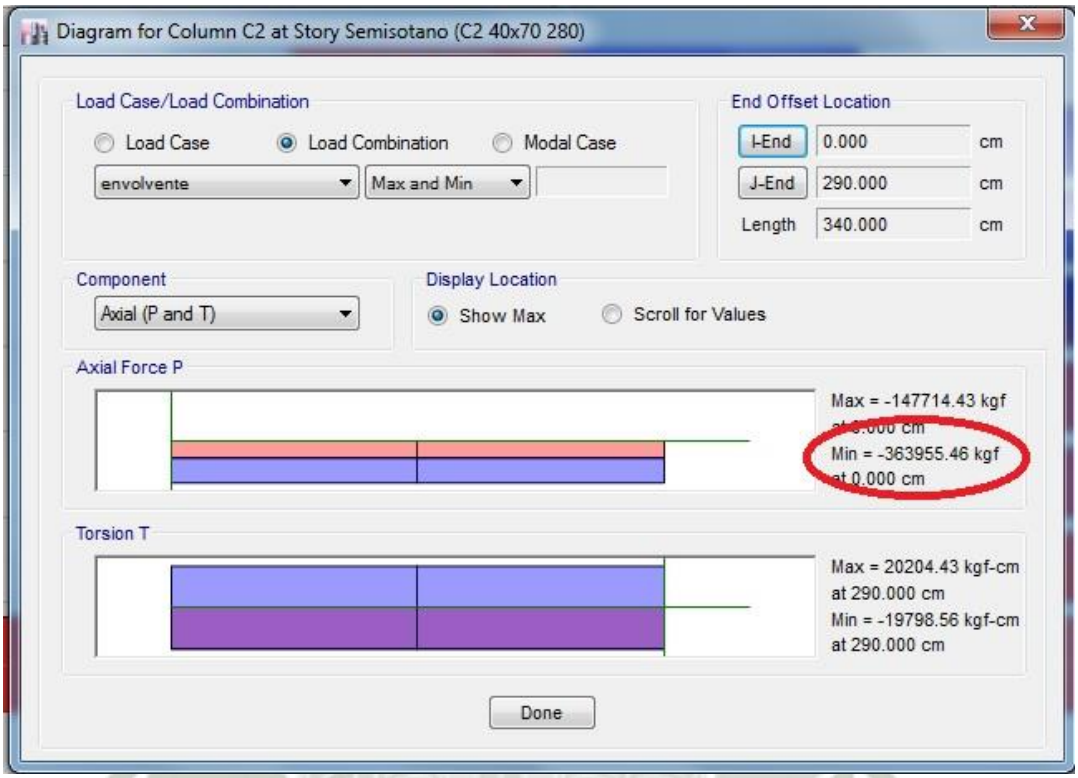


FIGURA N°43 Carga Axial Pu de la Columna C2.

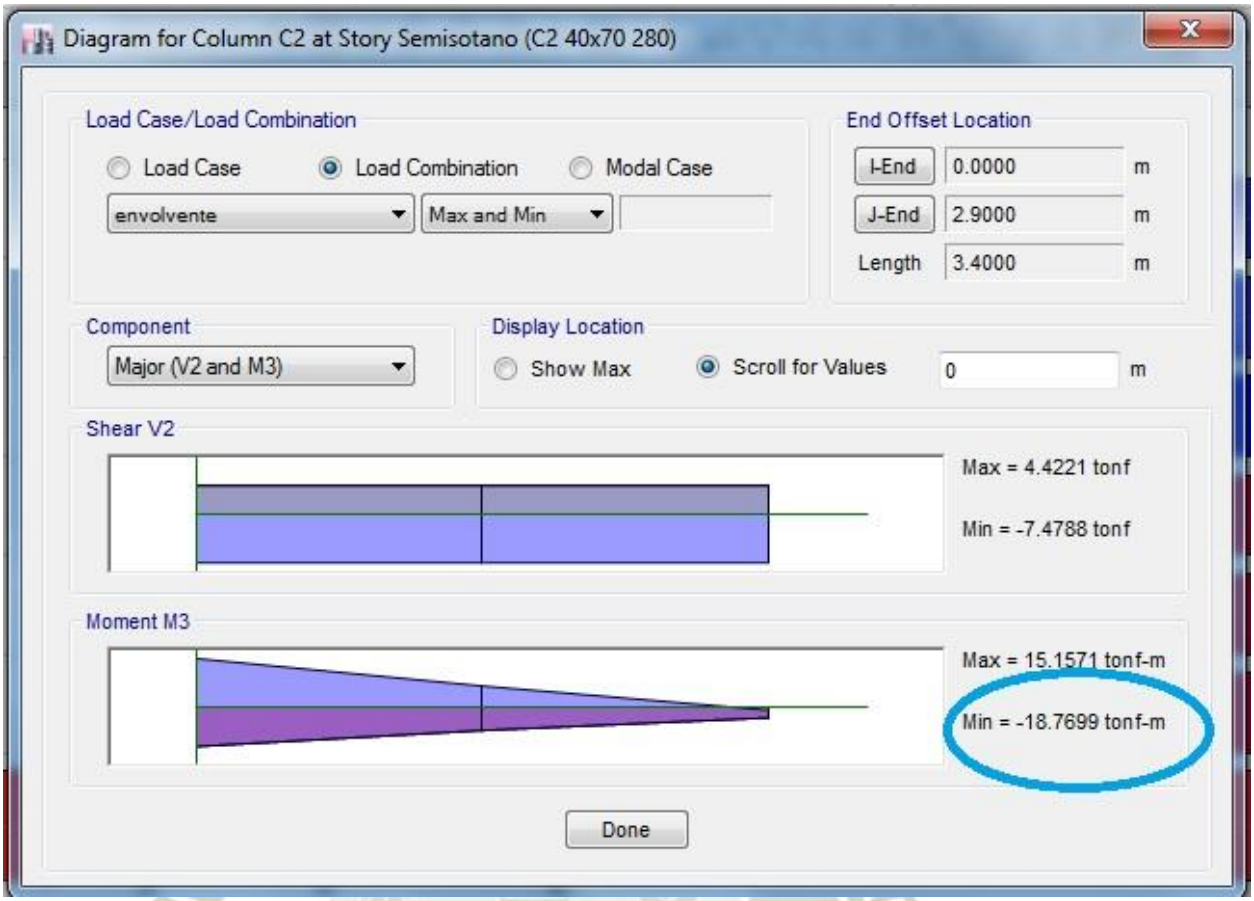
$$P_U = 363.96\ ton$$

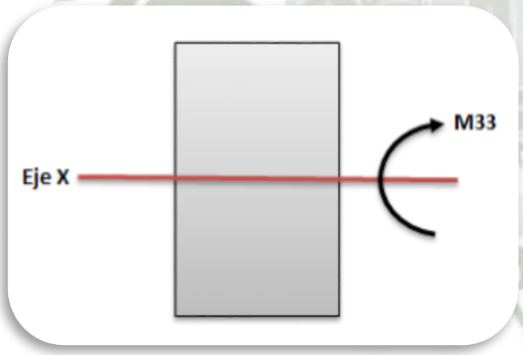
A continuación, se hallan los momentos *Mu* en las direcciones *M33(x)* y *M22(y)*, y los cortantes *Vu* en las direcciones *V22(x)* y *V33(y).*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA





$M_{33} = 18.77\ ton.m$

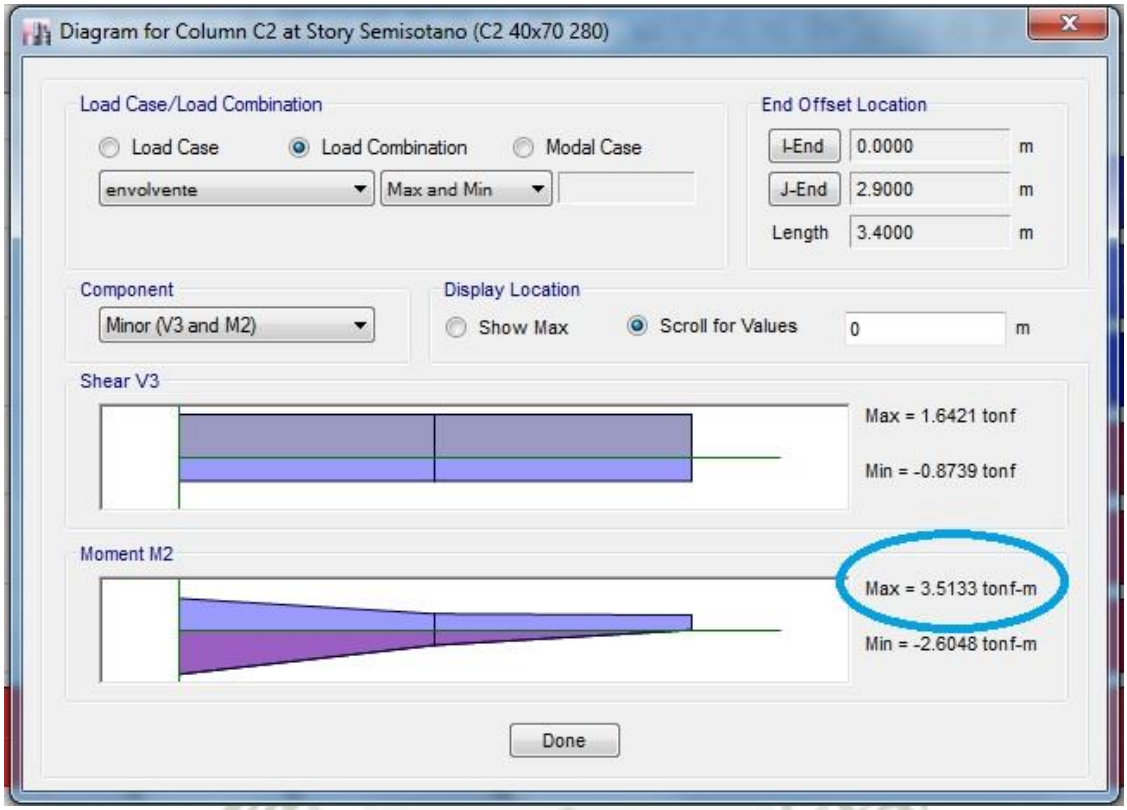
$V_{22} = 7.48\ ton$

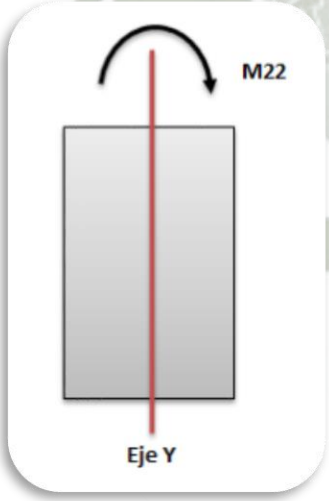
FIGURA N°44 Momento Ultimo en Dirección M33.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA





$$M_{22} = 3.51\ ton.m$$

$$V_{33} = 2.60\ ton$$

FIGURA N°45 Momento Ultimo en Dirección M22

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se calcula la cuantía necesaria para la carga axial Pu, considerándolas una variación del 1% al 6%. Tomamos la cuantía mínima de 0.01

$$As_{min} = \rho_{min}.b.d$$

$$As_{min} = 0.01 * 40 * 70$$

$$\boldsymbol{As_{min} = 28cm2 \approx 10\ \emptyset\ 3/4"}$$

Entonces el refuerzo mínimo para una sección de 40x70cm es de 10 Ø 3/4", que corresponden a una cuantía mínima de 1% siendo esta cuantía aceptable.

Se consideran las columnas con una resistencia de concreto de f'c= 280 kg/cm2 en el semisótano. Con los cálculos en Microsoft Excel se realiza el diagrama de interacción para todas las columnas.

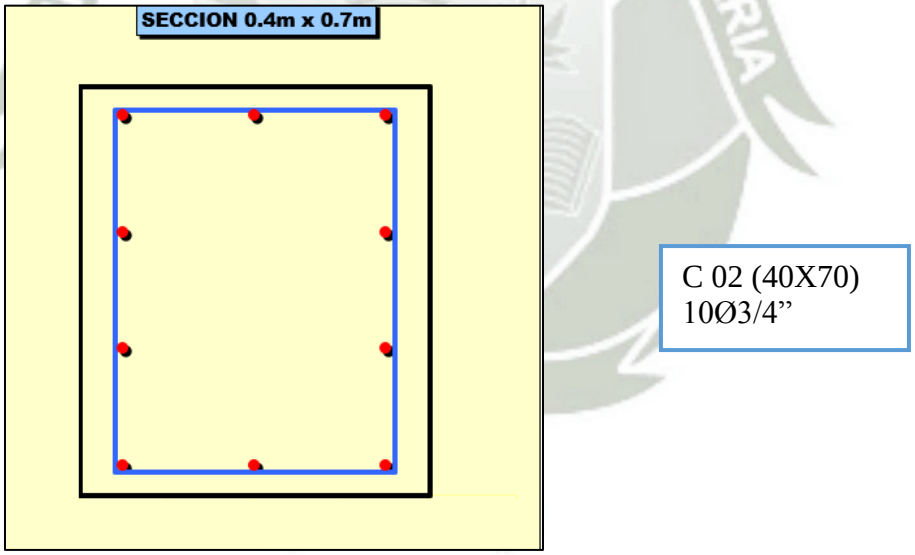


FIGURA N°46 Sección de la columna a diseñar 40x70.

Ya asumida la armadura para la sección, se desarrollan los diagramas de interacción de las 5 direcciones del análisis.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Evaluando las combinaciones de carga tenemos:

C2 (40x70) con 10 Ø 3/4”

1) **Combinación de carga: *1.4CM+1.7CV***

Pu = 363.85 tnf

$M_{3\text{-}3}$= 3.92 tnf.m

2) **Combinación de carga: *1.25CM+1.25CV+CSY***

Pu = 360.60 tnf

$M_{3\text{-}3}$ = 14.30 tn.m

3) **Combinación de carga: *1.25CM+1.25CV-CSY***

Pu = 360.60 tnf

$M_{3\text{-}3}$ = 18.81 tn.m

4) **Combinación de carga: *0.9CM+CSY***

Pu = 239.23 tnf

$M_{3\text{-}3}$ = 15.23 tn.m

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5) **Combinación de carga: *0.9CM-CSY***

Pu = 239.23 tnf

M_{3-3} = 17.88 tn.m

Introducimos estos valores a la hoja de cálculo y desarrollamos el diagrama de interacción para las direcciones (Mu, Pu), se obtiene:

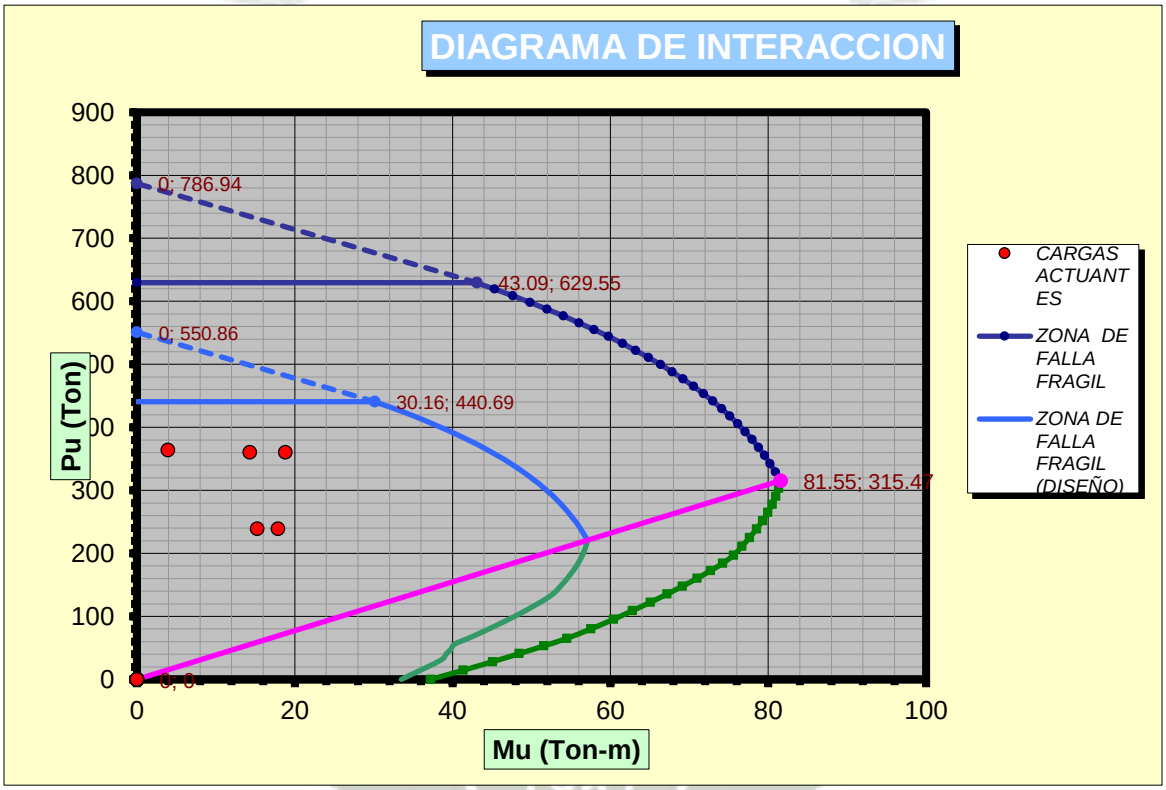


FIGURA N°47 Diagrama de Interacción

Se observa que los puntos (Mu, Pu) se encuentran debajo de las curvas de diseño.

Efectos de Esbeltez: Los efectos de esbeltez serán verificados de acuerdo a la sección 5.4.2 y así verificar las cargas axiales aplicadas que no generen deformaciones transversales que aumenten la excentricidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E.060, propone dos métodos para estimar estos efectos, dependiendo de si el entrepiso donde se encuentra ubicada la columna en estudio presenta o no desplazamiento lateral importante.

- Sin desplazamiento lateral:

El Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E060, artículo 10.12.2, indica que se permite ignorar los efectos de la esbeltez en estructuras sin desplazamiento lateral si se satisface que:

$$\frac{k\,lu}{r} \leq 34 - 12\left(\frac{M1}{M2}\right); \qquad \left[34 - 12\left(\frac{M1}{M2}\right)\right] \leq 40$$

Donde:

$k = 1$ Se asume para estructuras sin desplazamiento lateral.

$r =$ radio de giro $= \ 0.3(0.70) = 0.21m$

$lu =$ La longitud sin arriostrar $= 2.33\ m$

Verificaremos si M1/M2 es de curvatura simple (+) o de tiene curvatura doble (-) en la siguiente gráfica:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

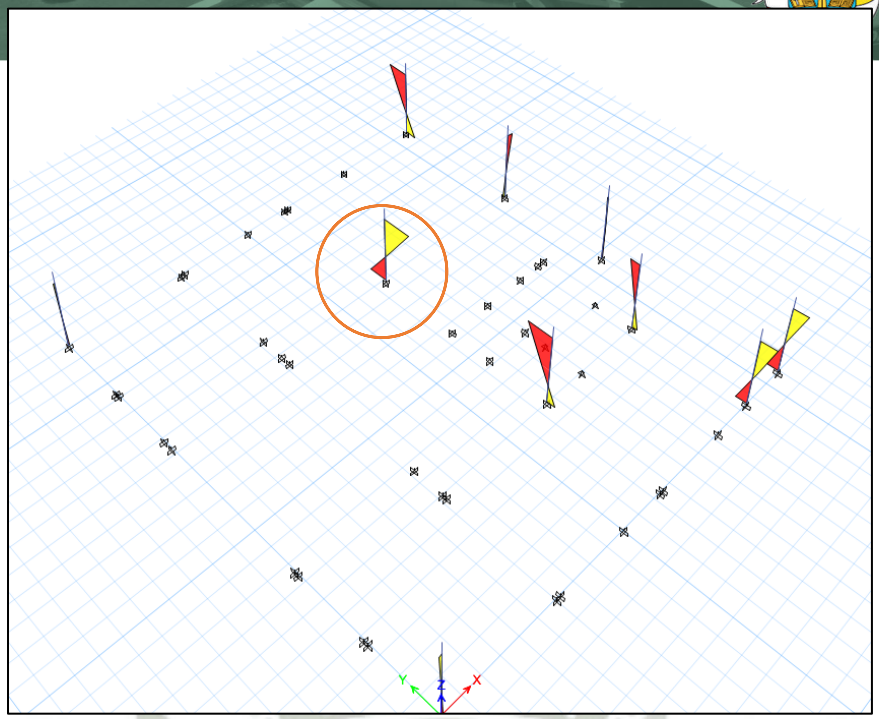


FIGURA N°48 Columnas Presentan Curvaturas Dobles (-).

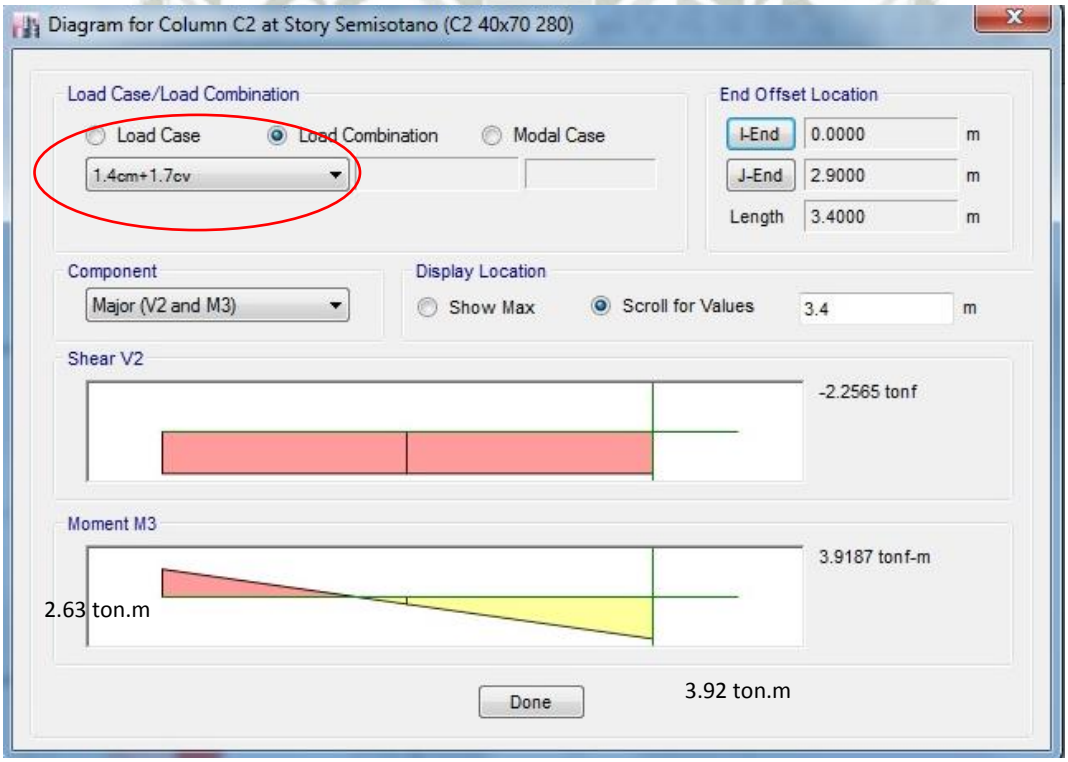


FIGURA N°49 Curvaturas Doble de la Columna C2.

Siendo:

$$M_1 = 2.63\ ton.m$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$M_2 = -3.92\ ton.m$$

Remplazando los datos:

$$\left[34 - 12\left(-\frac{2.63}{3.92}\right)\right] \leq 40 \quad ------ \quad 21.33 \leq 40$$

Como no puede ser mayor de 40 entonces:

$$\frac{(1.0)(2.33)}{0.24} \leq 34 - 12\left(-\frac{2.63}{3.92}\right);$$

$$9.71 \leq 21.33$$

Al encontrar *klu/r* menor que 40, no se tomarán en cuenta los efectos de esbeltez ya que no presenta desplazamiento lateral.

- Con desplazamiento lateral:

El Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E.060, artículo 10.12.2 dice que se puede ignorar los efectos de esbeltez en estructuras con desplazamiento lateral si se cumple:

$$\frac{\mathrm{k\,lu}}{\mathrm{r}} \leq 22$$

Donde:

$k = 1.0$

$r = 0.21m$

$lu = 2.33\ m$

Para el valor de *k* trabajaremos con los nomogramas de Jackson y Moreland.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Donde:

- $Para\ conexiones\ rigidas$: $G_A = 1.0$
- $Para\ hallar\ el\ valor\ de\ \ G_B$:

$$G_B = \frac{\sum\left(\frac{EI}{L}\right)_{columnas}}{\sum\left(\frac{EI}{L}\right)_{vigas}}$$

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E060, artículo 10.11.1, los momentos amplificados son:

Momentos de Inercia (I):

- Vigas = 0.35 (Ig)
- Columnas = 0.70 (I)

Tomamos los valores en la dirección x, ya que son las longitudes más desfavorables, entonces:

$$I_{col} = \frac{bh^3}{12} = \frac{(0.40)(0.70)^3}{12} = 0.0114\ x\ 0.70 \qquad I_{col} = 0.008\ kg.m2$$

$$I_{vig} = \frac{bh^3}{12} = \frac{(0.30)(0.50)^3}{12} = 0.0313\ x\ 0.35 \qquad I_{col} = 0.0011\ kg.m2$$

$$E_{col} = 15000\sqrt{f}'c\ = 15000\sqrt{280} \qquad E_{col} = 250998.01\ tn/m^2$$

$$E_{vig} = 15000\sqrt{f}'c\ = 15000\sqrt{210} \qquad E_{col} = 217370.65\ tn/m^2$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA ITA MARÍA

$L_{col1} = 2.33m$

$L_{col2} = 2.10m$

$L_{vig1} = 3.25m$

$L_{vig2} = 5.325m$

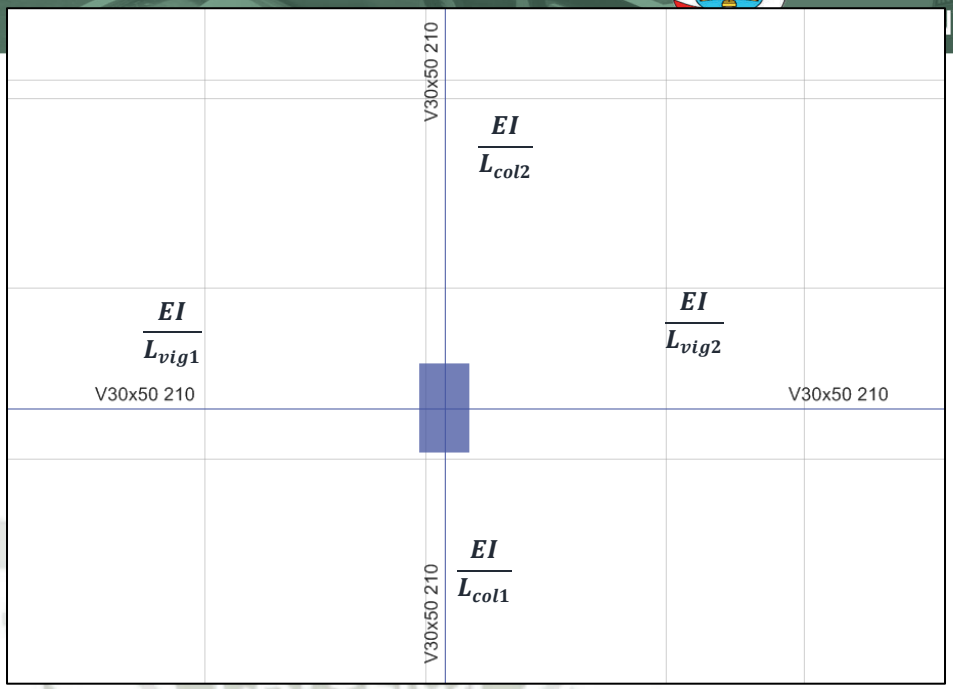


FIGURA N°50 Momentos de Inercia en Columna C2.

Reemplazamos la Fórmula:

$$G_B = \frac{\sum\left(\frac{EI}{L}\right)_{columnas}}{\sum\left(\frac{EI}{L}\right)_{vigas}} \text{ --------- } G_B = 14.35$$

En el monograma ubicamos los valores de *GA* y *GB* y trazamos una línea y ubicamos el valor de *k*.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

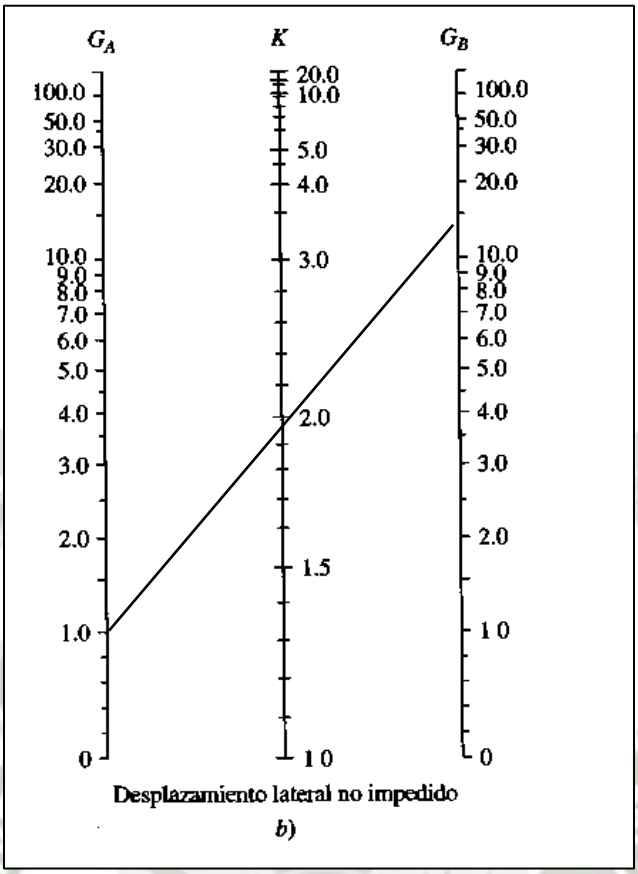


FIGURA N°51 Desplazamiento lateral no impedido.

$$\frac{\text{k lu}}{\text{r}} \leq 22 \quad ------\gg \quad \frac{(1.95)(2.33)}{0.21} \leq 22 \quad ---------\gg \quad 21.64 \leq 22$$

Al ser *klu/r* menor que 22, no se considerará los efectos de esbeltez para esta columna cuando presenta desplazamiento lateral.

Diseño por Corte:

Se toma en consideración si Vu > ØVc entonces se colocará estribos a un espaciamiento dado, si Vu < ØVc , se colocarán estribos debido a los requisitos al corte mínimo. Los cortantes Vu son:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$V_{22} = 7.48\ ton \qquad V_{33} = 1.64\ ton$$

Tomamos el valor máximo.

$$Vu = 7.48\ ton$$

Donde Fuerza Cortante:

$$Vu \leq \emptyset * Vn$$

$$\mathrm{Vu} \leq \emptyset * (\mathrm{Vc} + \mathrm{Vs})$$

Se halla Vc:

$$\mathrm{Vc} = 0.53 * \sqrt{\mathrm{f'c}} * \mathrm{b_w} * \mathrm{d} * \left(1 + \frac{\mathrm{Nu}}{140\ \mathrm{Ag}}\right)$$

$$\mathrm{Vc} = 0.53 * \sqrt{280} * 40 * 64 * \left(1 + \frac{\mathrm{Nu}}{140\ \mathrm{Ag}}\right)$$

$$\mathrm{Vc} = 22.70\ \mathrm{ton}$$

Reemplazamos:

$$\mathrm{Vu} \leq \emptyset(\mathrm{Vc})$$

$$\mathrm{Vu} \leq 0.85(35.47)$$

$$7.48\ \mathrm{ton} \leq 22.70\ \mathrm{ton}$$

El valor de Vu es menor que Vc del concreto de todas formas llevará estribos según el *Artículo 21.4.5.3* de la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016. dice:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En ambos extremos del elemento debe proporcionarse estribos cerrados de confinamiento con un espaciamiento So por una longitud Lo medida desde la cara del nudo. Los estribos serán como mínimo de 8mm de diámetro para barras longitudinales de hasta 5/8" de diámetro, de 3/8" para barras longitudinales de hasta 1" de diámetro y de ½" para barras longitudinales de mayor diámetro.

El espaciamiento So no debe exceder al menor entre:

- Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro.

$$\frac{8\ x\ 5\ x\ 2.54}{8} = 12.7\ cm$$

- La mitad de la menor dimensión de la sección transversal del elemento:

$$\frac{40\ x\ 70}{2} = 1400\ cm2$$

- 100 mm

So = 100 mm

La longitud Lo no debe ser menor que el mayor entre:

- *Una sexta parte de la luz libre del elemento:*

$$\frac{2.40}{6} = 0.40\ m$$

- *La mayor dimensión de la sección transversal del elemento* = 70cm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- 500 mm

Lo = 70 cm

- *Fuera de la longitud Lo, el espaciamiento del refuerzo transversal debe cumplir con 7.10 y 11.5.5.1. de la norma E060. En todo elemento la separación de los estribos no será mayor que la requerida por fuerza cortante ni de 300 mm*

  - La requerida por fuerza cortante.
  - d/2 = 64/2 = 32 cm.
  - La menor dimensión: 40 cm.
  - 30 cm.

$$\boldsymbol{s = 30cm}$$

- *El refuerzo transversal del nudo debe estar de acuerdo con 11.11.2. El espaciamiento no debe exceder de 150 mm.*

  - 15cm.

$$s' = 15cm$$

El diseño final de la columna C-02 de sección 40x70 será guiándonos como indica la Fig. 21.4.5, Norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

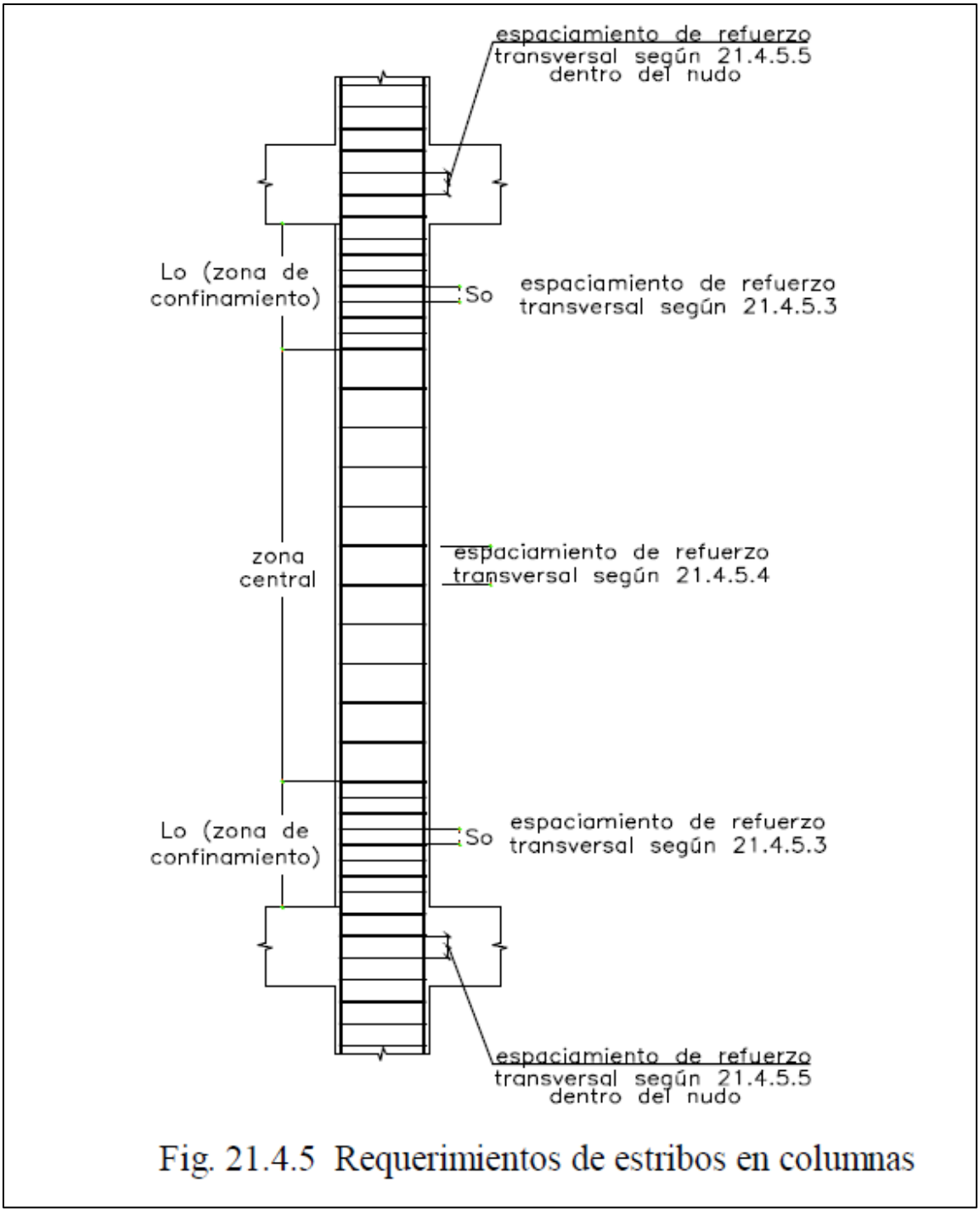


FIGURA N°52 Requerimientos de estribos en columnas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

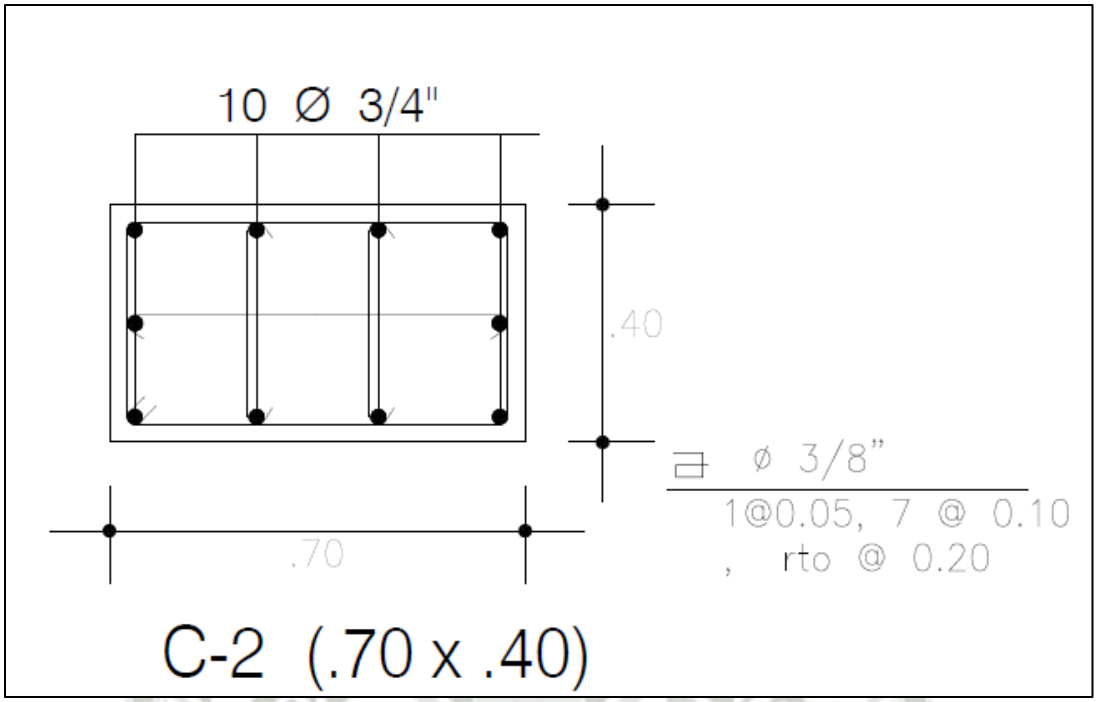


FIGURA N°53 Diseño Final de la Columna Analizada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.5 Diseño de Muros de Corte

El presente resume el procedimiento de diseño de las placas de la edificación de acuerdo a los criterios establecidos por la Norma E.060.

5.5.1 Refuerzo mínimo horizontal y vertical.

El Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E.060, artículo 11.10.7, especifica cuantías mínimas de refuerzo para evitar la fisuración de los mismos:

a) La cuantía de refuerzo horizontal no será menor que: $\rho h \geq 0.002$

b) La cuantía de refuerzo vertical no será menor que: $\rho v \geq 0.0015$

El espaciamiento del refuerzo en cada dirección en muros estructurales no debe exceder de tres veces el espesor del muro ni de 400mm.

El refuerzo vertical no necesita estar confinado por estribos a menos que su cuantía exceda de 0.01.

5.5.2 Diseño por Flexo compresión.

Se realiza tomando en cuenta un ancho efectivo en los extremos del alma del muro.

Elementos de borde en muros estructurales de concreto armado

Según el artículo 21.9.7.4 de la Norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, dice que los muros que son efectivamente continuos desde

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

la base de la estructura hasta su parte superior y son diseñados para tener una única sección critica para flexión y carga axial, siendo así que los elementos de borde en las zonas de compresión deben ser confinados cuando la profundidad del eje neutro exceda de:

$$C \geq \frac{l_m}{600\, x \left(\frac{\delta_u}{h_m} \right)}$$

Dónde:

- *C*: profundidad del eje neutro
- l_m: Longitud del muro en el plano horizontal
- h_m: Altura total del edificio
- δ_u: Desplazamiento lateral inelástico en el nivel más alto del muro

$$\frac{\delta_u}{h_m} \geq 0.005$$

El valor de “C” corresponde ala mayor profundidad del eje neutro calculada para la fuerza axial amplificada y la resistencia nominal a momento consistente con el desplazamiento de diseño. El coeficiente $\frac{\delta_u}{h_m}$ en la ecuación anterior no debe tomarse menor que 0.0005. Para muros con alas, el cálculo de la profundidad del eje neutro debe incluir el ancho de ala efectivo como se define que el ancho efectivo del ala tanto en compresión como en tracción debe extenderse desde la cara del alma una distancia igual al menor valor entre la mitad de la distancia al alma de un muro adyacente y el 10% de la altura total del muro. Sabiendo esto deberá utilizarse el mayor valor de c que se obtenga de considerar compresión en cada extremo del muro.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Donde se requieran elementos confinados de borde, el refuerzo del mismo debe extenderse verticalmente desde la sección critica a una distancia no menor que el mayor valor entre lm y (Mu/4Vu).

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E060, acápite 21.9.7)

En el acápite 21.9.7.6 de la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, se explican las condiciones que deben cumplir los elementos de borde en caso sean necesarios:

- El elemento de borde se debe extender horizontalmente desde la fibra extrema en compresión hasta una distancia no menor que el mayor entre (c – 0.1 *lm*) y c/2.
- En las secciones con alas, los elementos de borde deben incluir el ancho efectivo del ala en compresión y se deben extender por lo menos 300 mm dentro del alma.
- Los estribos serán como mínimo de 8mm de diámetro para barras longitudinales de hasta 5/8” de diámetro, de 3/8” para barras de hasta 1” de diámetro y de ½” para barras de mayor diámetro.
- El espaciamiento de los estribos no debe ser mayor al menor de los siguientes valores:

  - 10 veces el diámetro de la barra longitudinal de menor diámetro
  - La dimensión menor de la sección transversal del elemento de borde
  - 25 cm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- El refuerzo transversal de los elementos de borde en la base del muro debe extenderse dentro del apoyo en por lo menos en la longitud de desarrollo en tracción del refuerzo longitudinal de mayor diámetro de los elementos de borde, a menos que los elementos de borde terminen en una zapata o losa de cimentación, en donde el refuerzo transversal de los elementos de borde se debe extender, por lo menos, 300 mm dentro de la zapata o losa de cimentación.

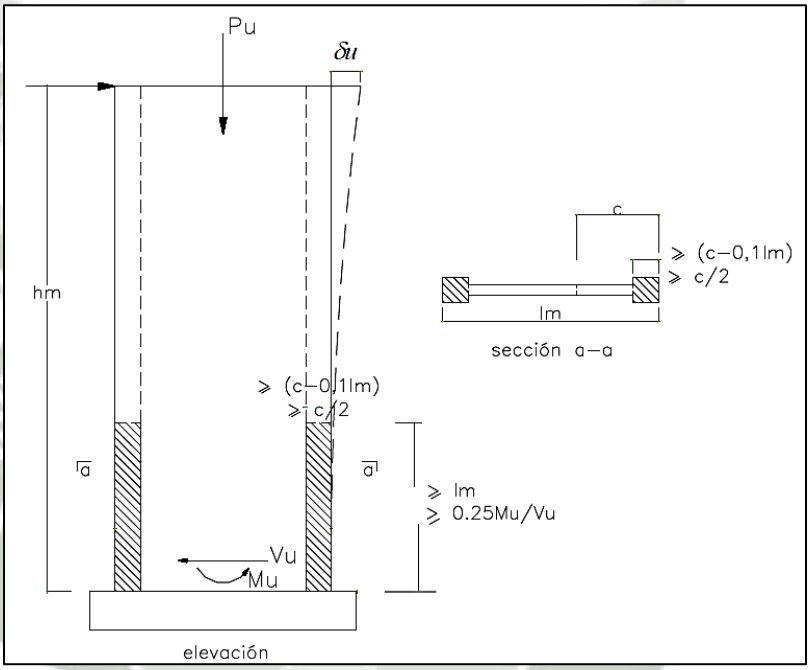


FIGURA N°54 Elementos Confinados de Borde en Muros.

- El refuerzo horizontal en el alma del muro debe estar anclado para desarrollar fy, dentro del nucleo confinado del elemento de borde. El refuerzo horizontal que termine en los bordes de muros estructurales debe tener un gancho estándar que enchanche el refuerzo de borde.
- Para que las placas sean considerados muros esbeltos se establece una relación entre la altura total de la placa y la longitud que deberá ser mayor que 1: $(H/L \geq 1)$. El refuerzo vertical deberá distribuirse a lo largo de la longitud del muro.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El refuerzo vertical para cortante deberá colocarse uniformemente repartido a lo largo de la longitud del muro, cumpliendo así con el acero mínimo indicado en la Norma E.060, sección 11.10.10.4, del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016.

El refuerzo vertical distribuido no necesita estar confinado por estribos a menos que su cuantía exceda a 0.01.

Para calcular el acero de refuerzo del extremo en tracción para secciones rectangulares podrá calcularse con la siguiente expresión (Antonio Blanco, Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado,1994).

$$M_u = \emptyset . A_s . fy . d$$

Donde “d” es:

$$d = 0.8\ l_m$$

Se define el acero de refuerzo y se realiza el el diagrama de interacción. Se verifican las combinaciones de diseño (Pu, Mu) que se encuentran dentro de la curva de diseño del diagrama. Así el diseño satisface los requisitos de flexo-compresión.

5.5.3 Diseño por Corte.

La Norma E.060, artículo 11.10.3 al 11.10.10 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, indica:

El aporte del concreto se calcula considerando la magnitud de la carga axial.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$V_C = 0.53\sqrt{f'c}.A_{CW}\,;\;\; si\;\frac{Pu}{Ag} \geq 0.1f'c$$

$$V_c = 0\,;\;\; si\;\frac{Pu}{Ag} < 0.1f'c$$

$Siendo$: $A_{CW} = t.d$ (Área de corte de la seccion transversal)

Donde el espesor del muro es "*t*" y el peralte efectivo es "*d*", la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones,2016 permite el uso de *d* = 0.8*lm*.

La contribución del concreto, Vc, no debe exceder de:

$$Vc\; = A_{CW}\left(\alpha_c\sqrt{f'c}\right)$$

Donde el coeficiente α es:

$$\alpha = 0.80\,;\quad si\;\frac{hm}{lm} \leq 1.5$$

$$\alpha = 0.53\,;\quad si\;\frac{hm}{lm} \geq 2.0$$

Donde α varía linealmente entre 0.80 y 0.53. Entonces teniendo los valores de $V_n = V_c + V_s$, tenemos la resistencia Vn.

$$V_n \leq 2.6\sqrt{f'c}.A_{CW}$$

- Donde Vu sea menor $Vu \leq 0.27\sqrt{f'c}\,.t\,.d$, el refuerzo distribuido debe proporcionarse según lo estipulado en la sección 11.10.10 de la Norma E060 o de acuerdo a los mínimos:

  a) La cuantía de refuerzo horizontal no será menor que 0.002
  b) La cuantía de refuerzo vertical no será menor que 0.0015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Si Vu es mayor $Vu > 0.27\sqrt{f'c}\,.t\,.d$, el refuerzo del muro para resistir el cortante debe proporcionarse según:

$$\mathrm{Vs} = \frac{\mathrm{Vu}}{\emptyset} - Vc \qquad \rho_h = \frac{Vs}{f_y.t.d}\,; \qquad \rho_{h\,min} \geq 0.0025$$

La cuantía de refuerzo vertical para cortante , pv, no debe ser menor que:

$$\rho_v = 0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{hm}{lm}\right)(\rho_h - 0.0025); \quad \rho_{v\,min} \geq 0.0025$$

Para los espaciamientos, tanto vertical como horizontal, se debe cumplir que:

$$s_{máx} = 3t \qquad y \qquad s_{máx} = 40\,cm$$

En la Norma E.060, artículo 21.9.5.3 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, en el diseño de muros de corte el cortante de diseño Vu deberá ajustarse a la capacidad en flexión instalada.

$$V_{u\,diseño} \geq V_{ua}\left(\frac{M_n}{M_{ua}}\right); \qquad \left(\frac{M_n}{M_{ua}}\right) \leq R$$

Dónde:

- *Vua*= cortante último del análisis
- *Mua*= momento último del análisis
- *Mn*= momento nominal de la sección asociado a Pu y con refuerzo colocado

Esta disposición podrá limitarse a una altura del muro medida desde la base equivalente a la longitud del muro lm, *Mu* / (4*Vu*), o la altura de los dos primeros pisos, la que sea mayor. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E060, artículo 21.9.5)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.5.4 Empalmes por traslape del refuerzo.

Los empalmes se especifican de acuerdo a lo dispuesto en la sección 5.4.4. Los núcleos confinados se pueden considerar individualmente como columnas.

5.5.5 Ejemplo de Diseño de una Placa Típica P1.

Se presenta el diseño de la placa P1 de 25x300 cm, ubicada en el eje K, esta placa comienza en el semisótano hasta el último nivel.

La norma dice que la relación entre la altura de la placa y la longitud deben ser mayor a 1.

Para la placa tenemos hm = 24.80m, lm = 3.00m y t = 25cm entonces:

$$(\mathrm{hm}/\mathrm{lm} \geq 1)$$

$$\frac{24.80}{3.00} \geq 1 \qquad 8.27 \geq 1 \quad \mathrm{OK}$$

Entonces, se considera muro esbelto que será diseñado por flexo compresión.

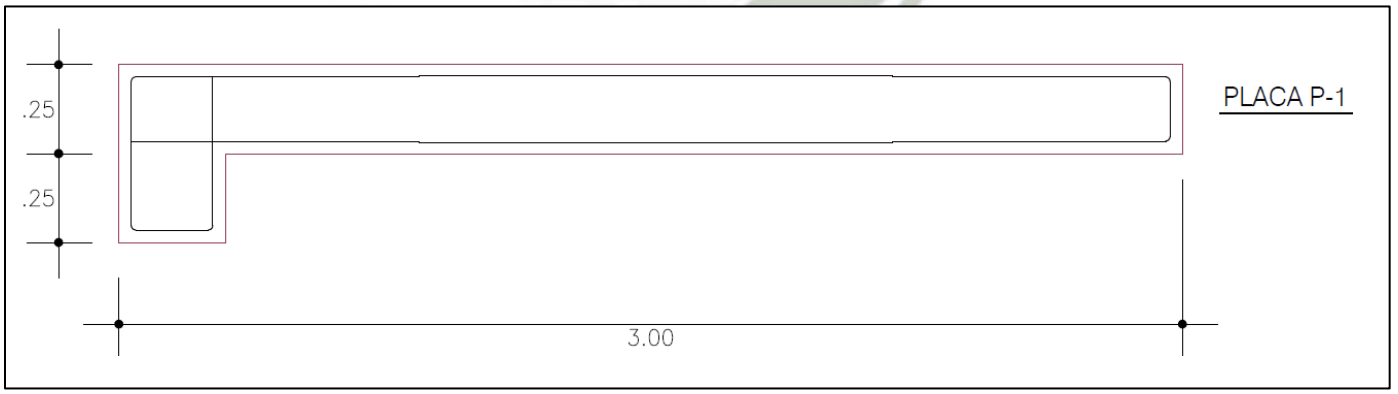


FIGURA N°55 Placa a Diseñar P1.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Diseño por Flexo compresión: La placa en análisis es continua desde la base de la estructura hasta el nivel más alto del mismo, entonces:

$$C \geq \frac{l_m}{600\ x\left(\frac{\delta_u}{h_m}\right)}$$

Dónde:

- *C*: profundidad del eje neutro
- $l_m = 3.00m$: Longitud de la placa en el plano horizontal
- $h_m = 24.80\ m$: Altura total de la placa
- δ_u: Desplazamiento lateral inelástico en el nivel más alto del muro: ETABS

$$\frac{\delta_u}{h_m} \geq 0.005$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

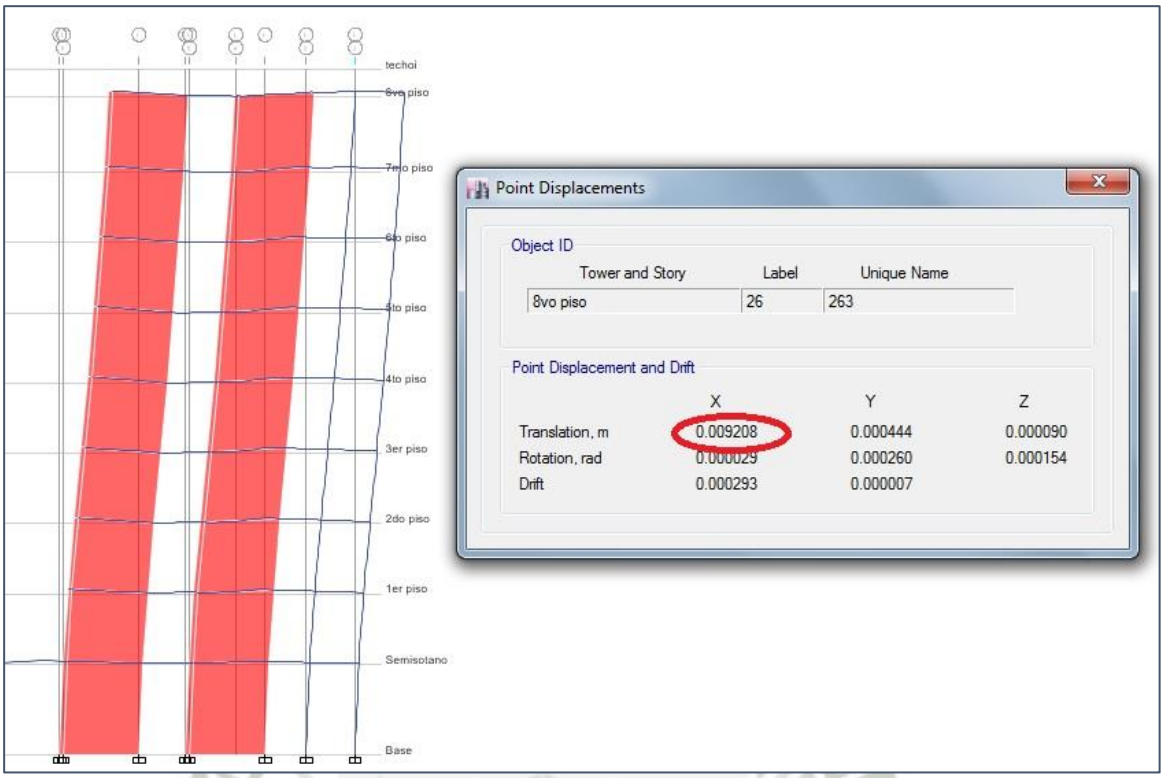


FIGURA N°56 Desplazamiento de la Placa P1.

$$\delta_u = 0.0092 \times R$$

$$\delta_u = 0.0092 \times 100\ x\ 6.3; \quad entonces: \qquad \delta_u = 5.80\ cm$$

En la fórmula:

$$\frac{\delta_u}{h_m} \geq 0.005$$

$$\frac{5.80}{2480} \geq 0.005; \quad 0.0023 \geq 0.005; \quad \text{entonces:} \quad \frac{\delta_u}{h_m} \geq 0.005$$

El resultado obtenido es menor que 0.005, entonces:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Hallamos el Valor de C:

$$C \geq \frac{300}{600\ x(\ 0.0023\ o\ 0.005)}$$

$$C \geq 143.98\ cm$$

Los elementos de borde deben cumplir: La longitud del elemento de borde debe tener una distancia no menor que el mayor valor entre (C – 0.1 *lm*) y c/2 en la dirección de la placa.

Sabiendo esto tenemos:

$$\frac{C}{2} = \frac{143.98}{2} = 71.99\ cm$$

$C - 0.1lm = 143.98 - 0.1(300) = \mathbf{113.98} \approx \mathbf{114}\ \boldsymbol{cm}$ **se toma el mayor**

Se confinarán entonces los núcleos a una distancia de 115 cm.

Con el valor obtenido se calcula un estimado del acero en los núcleos para que la placa resista el momento flector último. Usamos el mayor momento obtenido de:

Mu 3-3: 261.25 tnf-m

M2-2: 6.56 tnf-m

Donde:

$$M_u = \emptyset . A_s . fy . d$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$A_s = \frac{M_u}{\emptyset . fy . d}$$

Asumimos que “d” es aproximadamente el 90% del largo de la placa. Entonces hallamos As:

$$A_s = \frac{261.25 \times 10^5}{0.9 \times 4200 \times 0.9 \times 300}$$

$$\mathrm{A_s} = 25.60\ \mathrm{cm^2};\ \rightarrow\ \ 8\ \emptyset\ 3/4"$$

Se considerarán núcleos confinados de 25x115cm en los extremos, y se repartirán 8 fierros de ∅ 3/4” en los núcleos.

El *alma de la placa* estará provisto de acero mínimo, el cual se calcula con la relación siguiente, sabiendo que $b \times t$ es el área bruta del alma de la placa.

$$\rho_{v\,min} \geq 0.0025$$

$$As_{\ min} = \rho_{min} . b . t$$

$$\rho_{min} = \frac{As}{b . t} = \frac{2.54}{\rho x t} = \frac{2.54}{0.0025\ x\ 25} =$$

$$S = 40.64\ cm$$

Suponemos un determinado número de aceros para la longitud de t=100cm. Consideramos acero de $\emptyset 1/2"\ @\ 0.30cm.$ como el espesor es mayor a 20 cm, el refuerzo estará repartido en las dos caras del muro, por lo tanto serian $6\ \emptyset 1/2"$, entonces:

$$\rho_{min} = \frac{6 \times 1.27}{25 \times 100}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$\rho_{min} = 0.0030; \quad \rightarrow \quad 0.0030 \geq 0.0025 \quad OK$$

Se calcula la separación mínima estipulada en la norma E060, artículo 21.9.7.6. del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, en la que indica que no debe exceder al menor entre los siguientes valores:

- 10 x db mayor = 10 x 3.00 = 30.0 cm
- La dimensión menor de la sección transversal del elemento de borde = 25 cm.
- 25 cm

Se concluye que en el resto de la sección se considerara $6\ \emptyset\ 1/2"$ en cada cara, separadas cada 25 cm.

Con ayuda del software (CSICOL9) encontramos un nuevo valor de c y redimensionamos la placa a diseñar obteniendo:

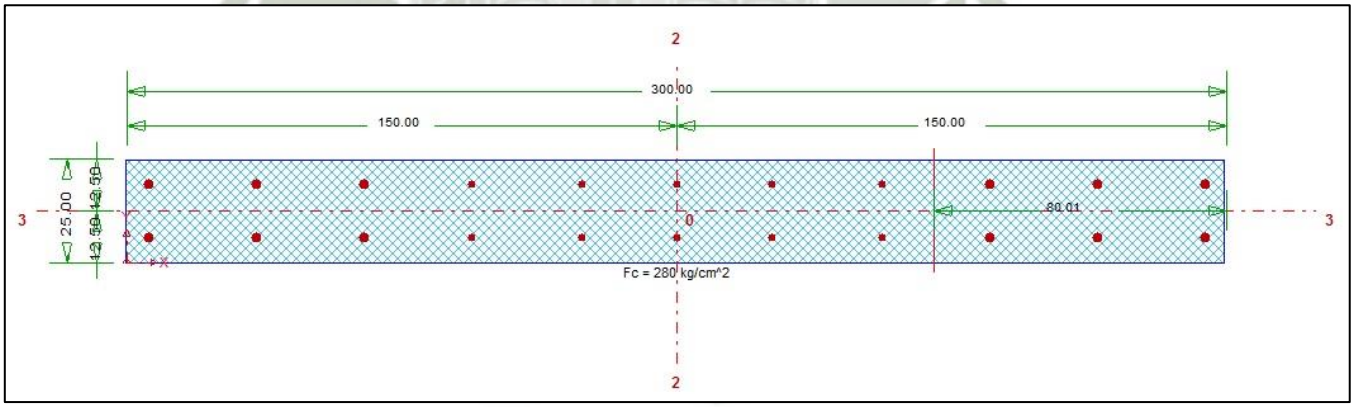


FIGURA N°57 Armado Preliminar por Flexión para la Placa en Estudio P1.

Se asignan las cargas en el software CSICOL 9.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

			0 grados	90 grados
		Axial	M33	M22
COMBOS	PLACA	Pu(ton)	Mu x(tonf.m)	Mu y (tonf.m)
ENVOLVENTE	P1	356.93	269.05	6.35

TABLA N°39 Cargas obtenidas del análisis estructural para la P1.

Obtenemos las combinaciones de carga Pu y Mu.

Donde:

C es 80.01cm y el valor de “a” es 52.64 cm y 41.32cm.

Point	Load (ton)	Moment (ton-m)	Ø	PN	MN
1	-177.6	0	0.9	-197.333333	0
2	29.6	281.1	0.85	34.8235294	330.705882
3	126.6	390.4	0.8	158.25	488
4	222.1	484.9	0.75	296.133333	646.533333
5	312.8	561.9	0.7	446.857143	802.714286
6	467.7	651.9	0.7	668.142857	931.285714
7	531.4	601.6	0.7	759.142857	859.428571
8	590.5	539.3	0.7	843.571429	770.428571
9	710.8	506.4	0.7	1015.42857	723.428571
10	831.9	450.2	0.7	1188.42857	643.142857
11	947.6	369.8	0.7	1353.71429	528.285714
12	1,025.00	297.5	0.7	1464.28571	425
13	1,025.00	132.9	0.7	1464.28571	189.857143
14	1,025.00	16.9	0.7	1464.28571	24.1428571
15	1,025.00	0	0.7	1464.28571	0

TABLA N°40 Combinaciones de carga Pu y Mu para la placa P1.

Elaboramos el diagrama de interacción en la dirección del elemento obteniendo 5 combinaciones más:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

			0 grados	90 grados
		Axial	M33	M22
COMBOS	PLACA	Pu(ton)	Mu x(tonf.m)	Mu y (tonf.m)
1.4CM + 1.7CV	P1	227.33	16.11	3.67
1.25CM+1.25CV+CSx	P1	356.92	241.51	3.63
1.25CM+1.25CV-CSx	P1	356.92	269.05	3.63
0.9CM + CSx	P1	286.13	263.14	2.29
0.9CM - CSx	P1	286.13	247.43	2.29

TABLA N° 41 5 Combinaciones de carga Pu y Mu para la placa P1.

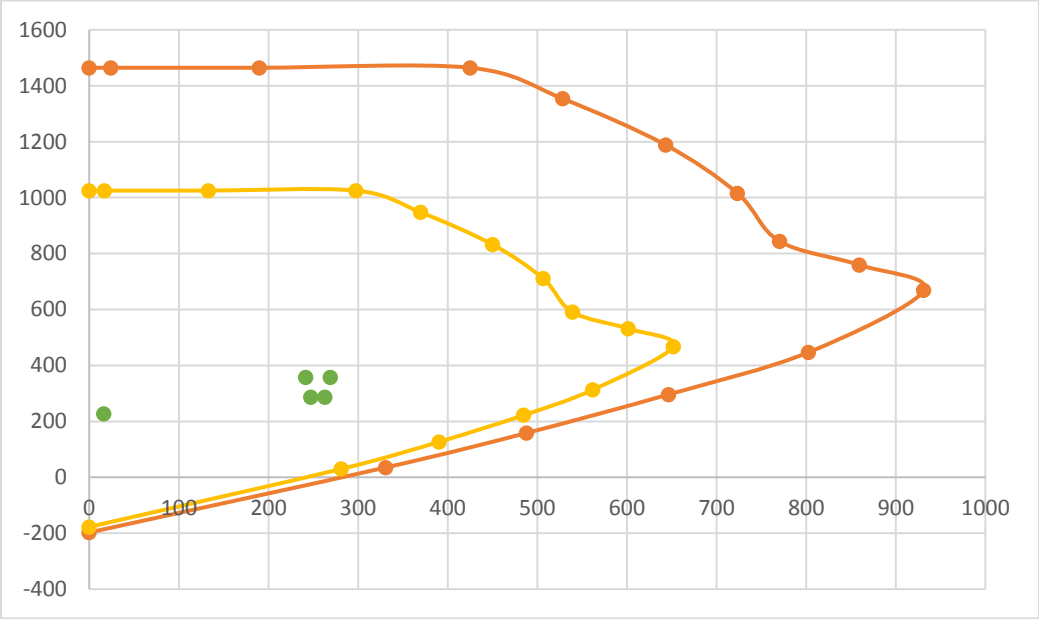


FIGURA N°58 Diagrama de Interacción en la Dirección x-x.

Notamos que los refuerzos asumidos cumplen con los requerimientos para la dirección dada.

Rediseñando la ubicación de los aceros, obtenemos que en el alma de la placa serán $10\emptyset 1/2"$ *y* $6\emptyset 3/4"$ *en sus nucleos.*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Diseño por corte: Se amplifica la fuerza cortante última obtenida en el análisis por el factor Mn/Mu mencionada en el artículo 219.5.3 de la Norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones,2016.

$$V_{u\ diseño} \geq V_u \left(\frac{M_n}{M_u}\right)$$

$$\left(\frac{M_n}{M_u}\right) \leq R$$

Para el diseño se trabaja con el diagrama de interacción. Entonces tomaremos los datos de la envolvente, dándonos un solo punto.

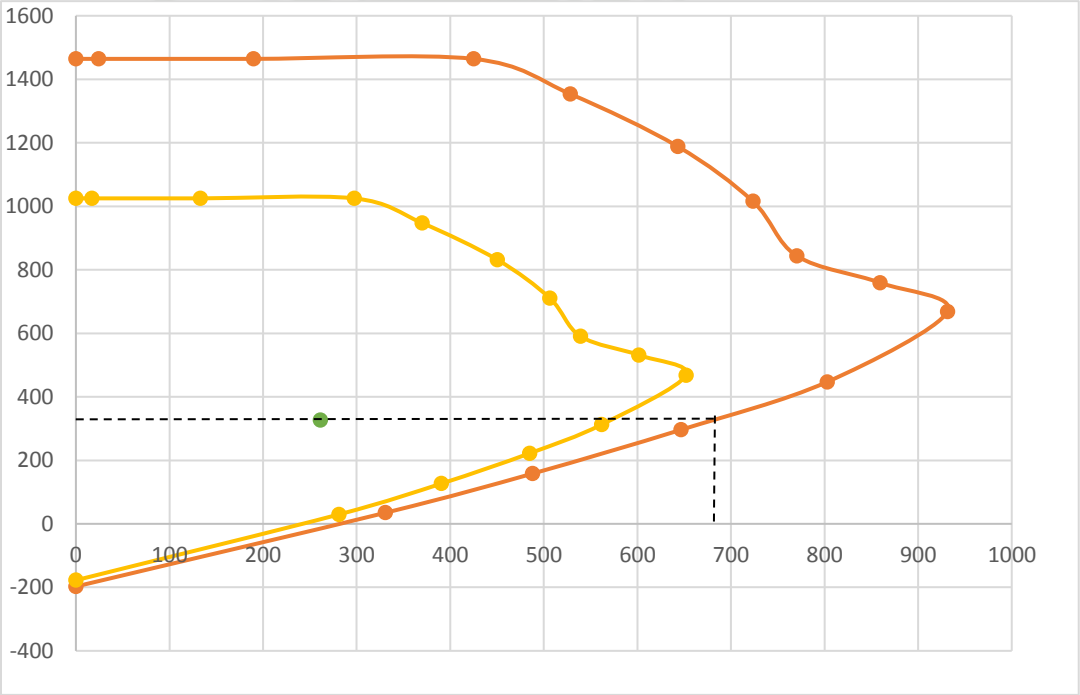


FIGURA N°59 Diagrama de Interacción Ubicando el Punto Mn (Dirección X).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Dónde:

Vu= cortante último del análisis (ETABS)

Mu= momento último del análisis (ETABS)

Mn= momento nominal de la sección, asociado a Pu (CSICOL 9).

Reemplazamos valores:

$$\left(\frac{M_n}{M_u}\right) \leq R; \quad entonces$$

$$\frac{690.00}{261.25} \leq 7; \rightarrow \quad 2.64 \leq 7 \quad OK$$

$$V_{u\,diseño} \geq V_u \left(\frac{M_n}{M_u}\right);$$

$$V_{u\,diseño} \geq 54.29 \times 2.64$$

$$\boldsymbol{V_{u\,diseño} \geq 143.39\ ton}$$

Se calcula el aporte del concreto Vc, en donde “d” se considera 0.9 de la longitud de la placa:

$$V_c \leq A_{CW}(\alpha_c \sqrt{f'c})$$

Donde el coeficiente α:

$$\alpha\ si\ \frac{hm}{lm} \geq 2.0; \rightarrow \frac{25.47}{3.00} \geq 2.0; \rightarrow 8.49 \geq 2.2; \quad entonces$$

$$\alpha = 0.53$$

Área de corte de la sección transversal

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$A_{CW} = t.d; \ \rightarrow \ A_{CW} = 25cm \times 300cm;$$

$$A_{CW} = 0.75\ m2$$

Reemplazando los valores en la fórmula:

$$V_c \leq 0.75 \times 0.53 \times \sqrt{280}$$

$$V_c \leq 66514.47\ kg$$

Sabiendo: $V_U \leq \emptyset Vc$

$$V_u \leq 0.85 \times 66.51$$

$$\boldsymbol{143.39\ ton \geq 56.53\ ton}$$

Al ser $Vu > \emptyset Vc$ calculará la cuantía del refuerzo horizontal:

$$\text{Vs} = \frac{\text{Vu}}{\emptyset} - Vc; \ \rightarrow \ \text{Vs} = \frac{143.39}{0.85} - 66.51$$

$$\mathbf{Vs = 102.18\ ton}$$

Se verifica el límite Vnmax:

$$V_{n\,max} \leq 2.6\sqrt{f'c}.A_{CW} = 2.6 \times \sqrt{280} \times 7500$$

$$\boldsymbol{V_{n\,max} \leq 326.30 ton}$$

Hallamos la cuantía del refuerzo horizontal:

$$\rho_h = \frac{Vs}{f_y.t.d} = \frac{102177.00}{4200 \times 25 \times 0.9 \times 300}$$

$$\boldsymbol{\rho_h = 0.0032}; \qquad \rho_{h\,min} \geq 0.0025 \ \rightarrow cumple$$

Se obtiene $\rho_h = 0.0032$, calculando el espaciamiento:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$S = \frac{1.42}{\rho_h x\ t\ x\ 100} = 17.51\ cm$$

El espaciamiento hallado obtiene los máximos establecidos, determinando así un refuerzo horizontal de 2 aceros de 3/8” distanciados cada 15 cm.

El diseño final de la placa es:

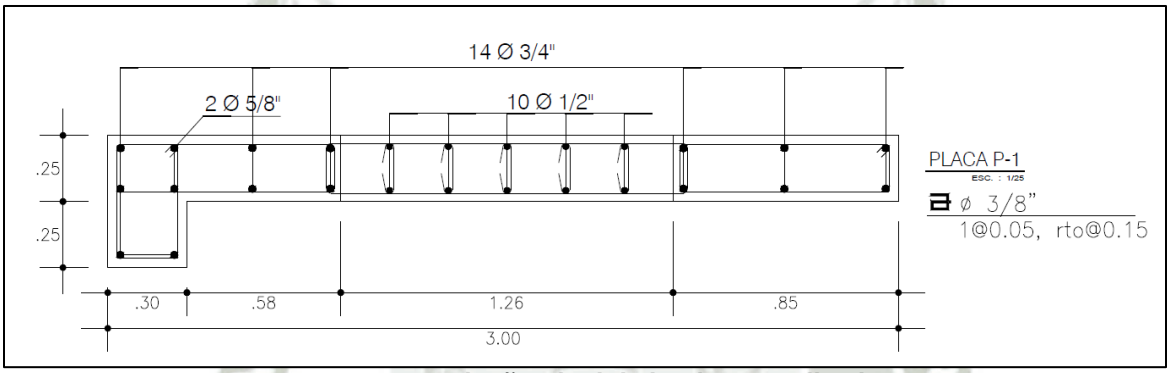


FIGURA N°60 Diseño Final de la Placa Analizada P1.

5.6 Diseño de Cimentación:

Este diseño se realiza para que el suelo no sufra esfuerzos mayores a los admisibles y no se generen asentamientos. Para ellos es la importancia de un estudio de suelos, descritos en la Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016. En el estudio de suelos se determina la capacidad portante del terreno (σ t), el nivel mínimo de cimentación (Df), el asentamiento diferencial máximo, la agresividad del terreno, la presencia de napa freática y recomendaciones para la cimentación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El distribuir las cargas de la estructura hacia el suelo es el objetivo de las cimentaciones, entonces el suelo, así como los materiales que lo integran tendrán una capacidad suficiente para soportarlas sin sufrir deformaciones excesivas.

5.6.1 Clasificación de las Cimentaciones.

Se dividen en dos grandes grupos: Cimentaciones superficiales y Cimentaciones profundas, se presentará las cimentaciones superficiales ya que es del interés del proyecto de tesis.

- Cimentaciones Superficiales.

Son aquellas en las cuales la relación Profundidad/ ancho (Df/B) es menor o igual a 5, siendo Df la profundidad de la cimentación y B el ancho o diámetro de la misma.

Son cimentaciones superficiales las zapatas aisladas, conectadas y combinadas; las cimentaciones continuas (cimientos corridos) y las plateas de cimentación.

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, Norma E050, Cap. 4)

La platea de cimentación ocupa toda el área de la cimentación. Mediante esta solución se disminuyen los esfuerzos en el suelo y se minimizan los asentamientos diferenciales. Para el caso particular de nuestro edificio en estudio utilizaremos la platea de cimentación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.6.2 Descripción de la Cimentación a Diseñar (Platea de Cimentación):

Generalmente se recomienda que cuando la superficie de cimentación mediante zapatas aisladas supere el 50% de la planta de la construcción.

(Calavera Ruiz, José, Cálculo de Estructuras de Cimentación, 1982, 4ta Edición, INTEMAC)

En el diseño del edificio, también se vio oportuno colocar vigas de cimentación

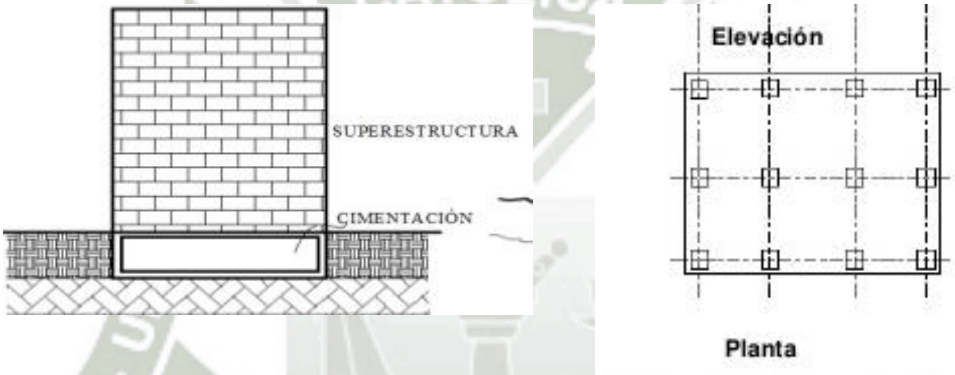


FIGURA N°61 Esquema de Platea de Cimentación.

Al realizar el diseño de zapatas, las bases estaban muy cercanas las unas a las otras que era conveniente realizar una platea de cimentación.

La carga axial Pu fue considerada para su diseño, ya que el momento Mu incrementaría el área de cada elemento.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

	Axial		
COLUMNA	Pu (ton)	σ t (ton/m)	Az (m2)
C1	77.27	19.4	3.98
C2	177.51	19.4	9.15
C2 eje C5	249.40	19.4	12.86
C3 eje L3	34.82	19.4	1.79
C3 eje I3	75.73	19.4	3.90
C4	66.60	19.4	3.43
C5	69.89	19.4	3.60
C6	109.48	19.4	5.64
C7	5.17	19.4	0.27
C7 eje A7	3.09	19.4	0.16

TABLA N°42 Cálculo de Áreas de Cimentación de las Columnas.

	Axial		
PLACAS	Pu (ton)	σ t (ton/m)	Az (m2)
P1	159.03	19.4	8.20
P2	202.34	19.4	10.43
P3	160.18	19.4	8.26
P4	280.42	19.4	14.45
P5	163.89	19.4	8.45
P6	265.49	19.4	13.68
P7	143.59	19.4	7.40
P8	190.83	19.4	9.84
P9	69.00	19.4	3.56
P10	328.36	19.4	16.93

TABLA N°43 Cálculo de Áreas de Cimentación de las Placas.

Con descrito anteriormente se observa como existe superposición entre áreas de zapatas o se encuentras muy cercanas, cumpliendo el 50% excedente del área de la edificación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

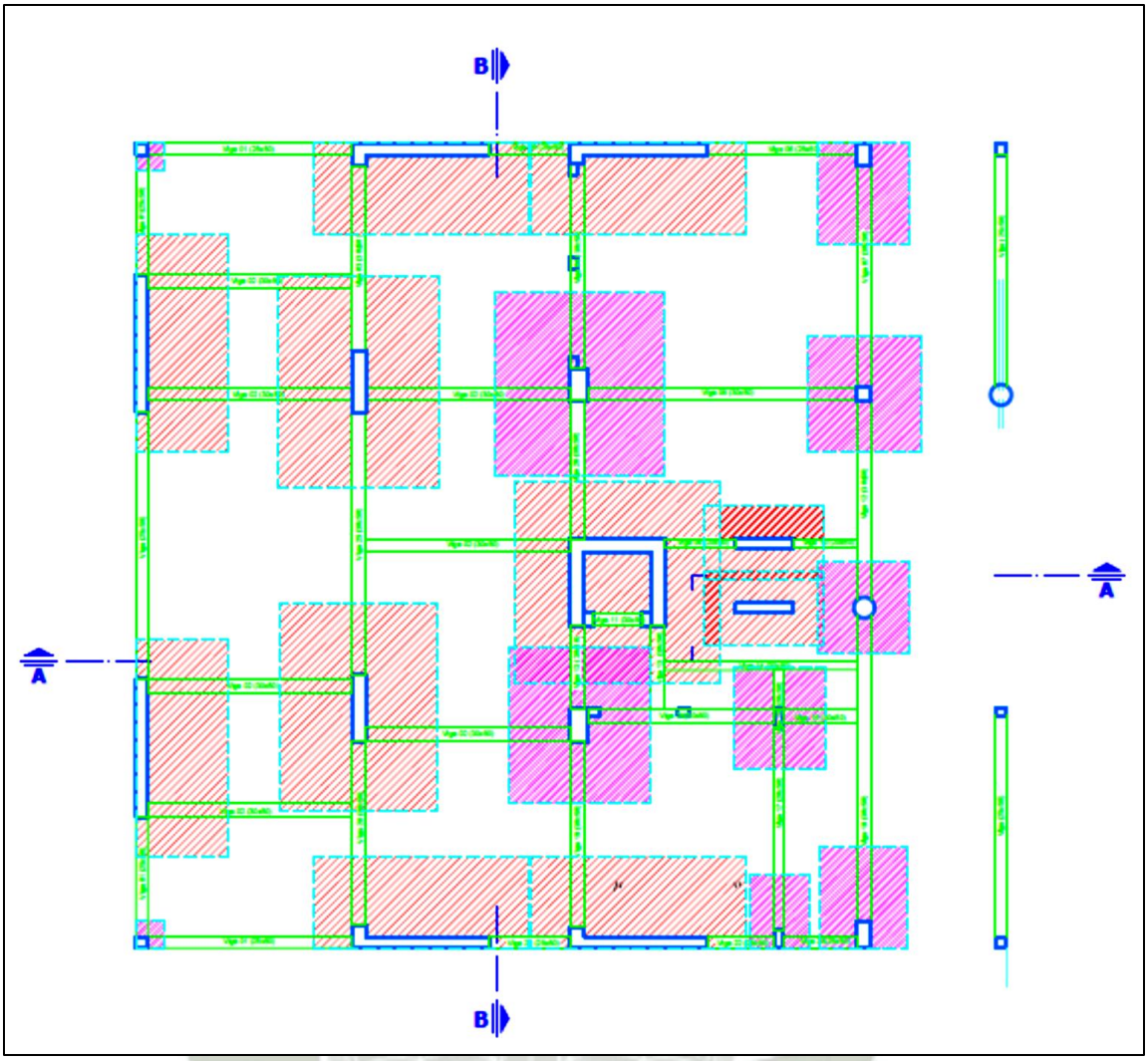


FIGURA N°62 Áreas de Influencia de Cada Elemento.

Se tiene que considerar que las dimensiones en planta no deben producir esfuerzos en el suelo mayores a su capacidad portante y diseñar el peralte debido a punzonamiento, fuerza cortante, y cálculo de acero necesario por flexión.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.6.3 Dimensionamiento de la Platea de Cimentación:

Debemos obtener presiones menores o iguales a la presión admisible. Entonces, debemos tener en cuenta las características del suelo de la edificación:

Presión admisible del suelo (σ adm) = **19.40 ton/m2**

Evaluación de presiones reales debido a cargas y momentos actuantes:

$$\sigma_{max} = \frac{P}{A}$$

$$\sigma_{max} = \frac{k.\delta}{A} \leq \sigma_{adm}$$

Dónde:

σ = Esfuerzo

k = Rigidez

δ = Deformación solo por compresión

A = Área tentativa de la zapata

Despejamos el Área:

$$\sigma_{max} = \frac{P}{A} \quad ----> A = \frac{P}{\sigma_{max}}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En las tablas 42 y 43 se obtienen las cargas axiales de pre dimensionamiento agregando un 5% del peso propio que indica la norma, entonces Pu sería:

$$\Sigma Pu = 2832.10\ ton$$

El área mínima de cimentación será el del semisótano A_{min}= 280.00 m2

Reemplazando valores en la fórmula:

$$A = \frac{2832.10}{19.4} = 145.98\ m2$$

El área obtenida en la fórmula del esfuerzo nos dice que el área del semisótano es suficiente para la platea de cimentación.

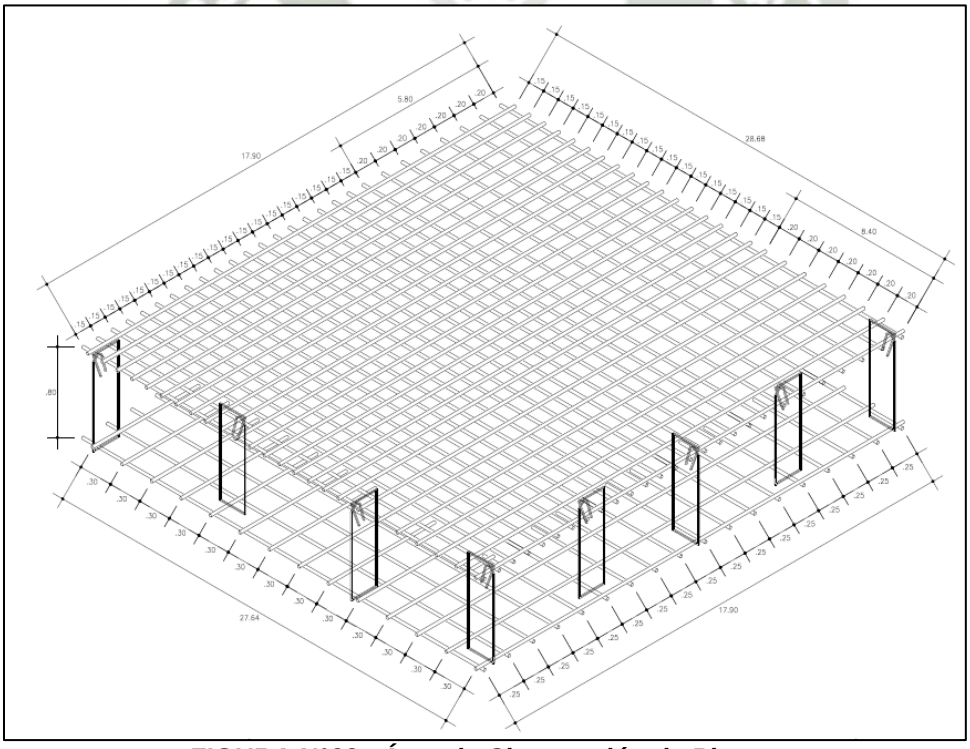


FIGURA N°63 Área de Cimentación de Platea.

Se supondrá un peralte inicial de 0.90 m y se verificará en el software ETABS 2016 la suficiencia del mismo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$d = 90\ cm,\ \ (peralte)$$

El comportamiento del suelo no se considera rígido, ya que existen deformaciones entre la estructura y el suelo, para determinar este comportamiento se aplicará una teoría de Winkler que estudia el comportamiento interacción suelo – estructura.

- *Modelo de Winkler*:

Conocido también como "Teoría clásica de la viga sobre fundación elástica", este modelo se apoya en la siguiente suposición: Cuando se aplica al suelo una carga distribuida uniformemente sobre alguna área determinada, toda el área cargada se asienta una misma cantidad δ entonces:

$$\delta = \frac{P}{Ks}$$

Dónde:

Ks = Modulo de Balasto.

Es posible representar el suelo localizado inmediatamente bajo el área cargada mediante un resorte elástico de rigidez "k", por lo que tendremos:

$$\boldsymbol{k = Ks \times A}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

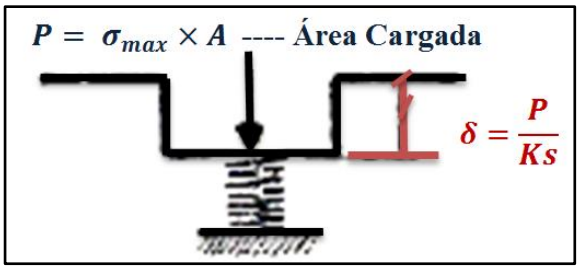


FIGURA N°64 Modelo de Winkler.

De esta manera la ***Fundación*** se analiza como si fuera una viga apoyada sobre resortes con la misma rigidez

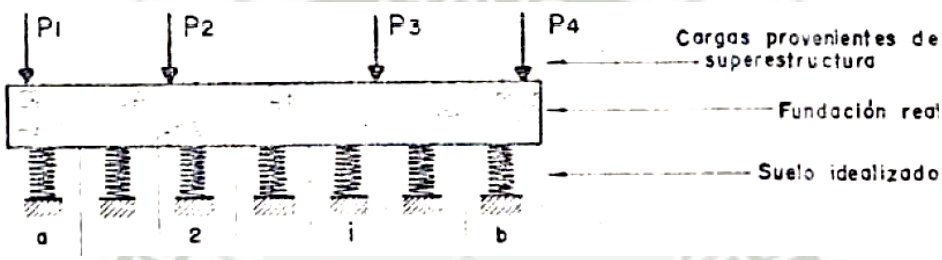


FIGURA N°65 Idealización de la estructura de Fundación.

Referencia: (Portocarrero Vera Helen, 2016, Diseño Estructural De Un Edificio Multifamiliar De Nueve Pisos Más Sótano, Ubicado En Una Urbanización Residencial En El Distrito De Cercado, Universidad Católica de Santa María, Arequipa)

- *Módulo de Balastro (Ks):*

También llamado coeficiente de reacción del suelo, este parámetro asocia la tensión transmitida al terreno por una placa rígida con la deformación o la penetración de la misma en el suelo, mediante la relación entre tensión aplicada por la placa P y la penetración o asentamiento de la misma.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En definitiva, dicho coeficiente representa la rigidez frente al asentamiento del suelo: un coeficiente alto de balasto supondrá un suelo rígido sobre el que los asentamientos son menores, y un coeficiente bajo supondrá grandes deformaciones.

Referencia: (Portocarrero Vera Helen, 2016, Diseño Estructural De Un Edificio Multifamiliar De Nueve Pisos Más Sótano, Ubicado En Una Urbanización Residencial En El Distrito De Cercado, Universidad Católica de Santa María, Arequipa)

El valor del Módulo de Balasto según el tipo de terreno de la zona se determina en la tabla de Terzaghi:

En la vida real se hallan los valores con una prueba de placa de carga

VALORES DE K30=Ks PROPUESTOS POR TERZAGHI	
Suelo	**k30 (kp/cm^3)**
Arena seca o húmeda:	
-Suelta	0,64-1,92 (1,3)*
-Media	1,92-9,60 (4,0)
-Compacta	9,60-32 (16,0)
Arena sumergida:	
-Suelta	(0,8)
-Media	(2,50)
-Compacta	(10,0)
Arcilla:	
q_u=1-2 kp/cm^2	1,6-3,2 (2,5)
q_u=2-4 kp/cm^2	3,2-6,4 (5,0)
q_u>4 kp/cm^2	>6,4 (10)
*Entre paréntesis los valores medios propuestos	

TABLA N°44 Valores del Módulo de Balasto según Terzaghi.

$$Ks = 4.0\ kg/cm3$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se ingresan los datos en el software ETABS 2016, se dibuja la nueva área de cimentación, se toma el peralte de d = 90cm con f'c = 280 kg/cm2, y un coeficiente de balasto de Ks = 4.0 kg/cm3.

Se divide la platea en secciones pequeñas secciones para colocar en los tramos divididos resortes para simular el comportamiento del suelo, se retiran las restricciones en la base para hallar la rigidez de la platea.

Como resultado se observarán las fuerzas por la presión del suelo, para cumplir que: $\sigma_{max} \leq \sigma_{adm}$

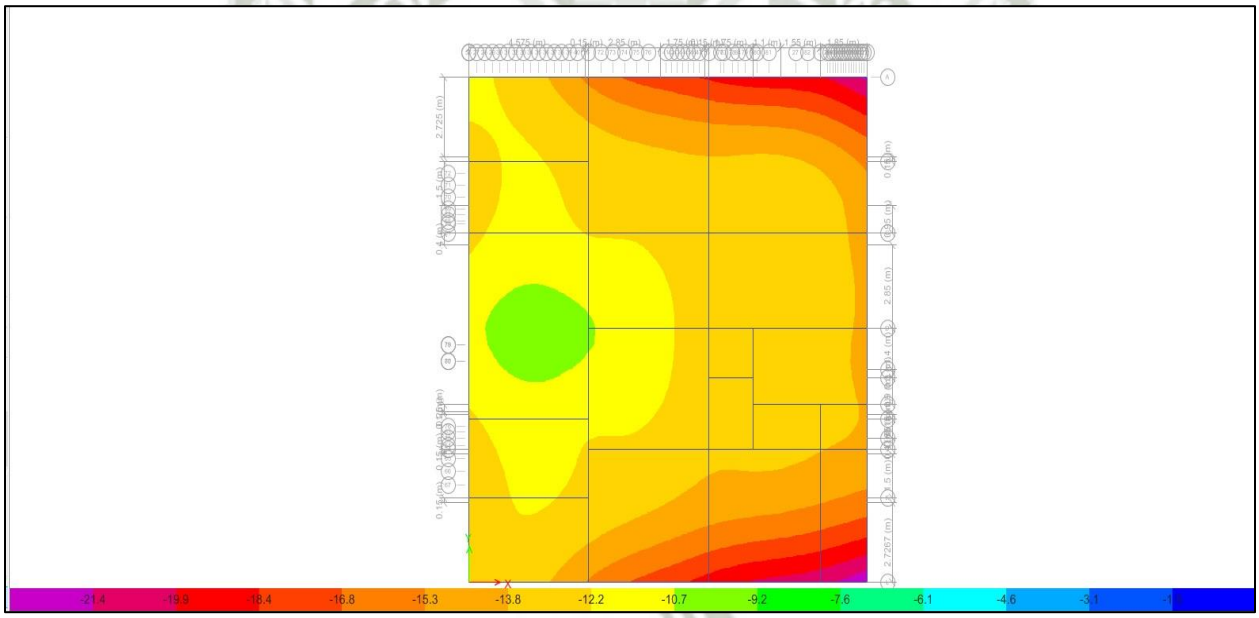


FIGURA N°66 Fuerzas ejercidas por la Presión del Suelo

Entonces podemos verificar en el diagrama que la expresión $\sigma_{max} \leq \sigma_{adm}$ cumple:

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{adm}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$19.3\ ton/m2 \leq 19.4\ ton/m2$$

También se observa que la presión del suelo más crítica es en el eje 2A y 2L, que a su parte son las columnas C1 y C5 así como las deformaciones por asentamiento o desplazamientos verticales.

Se considera que los asentamientos pueden modificar el aspecto de la estructura, originando grietas en los muros, así como la inclinación de la misma. Se podría producir su fallo estructural y colapso.

Si los cimientos se apoyan sobre terrenos muy duros los asentamientos serían muy pequeños, pero al tratarse de suelos ordinarios, su asentamiento podría ser de una pulgada o varias pulgadas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En otras circunstancias los asentamientos pueden producirse de manera lenta y progresiva en el transcurrir de los años, ya que una vez finalizada la construcción, son comunes los asentamientos de ½ a 1 pulgada (1,27 a 2.54 cm).

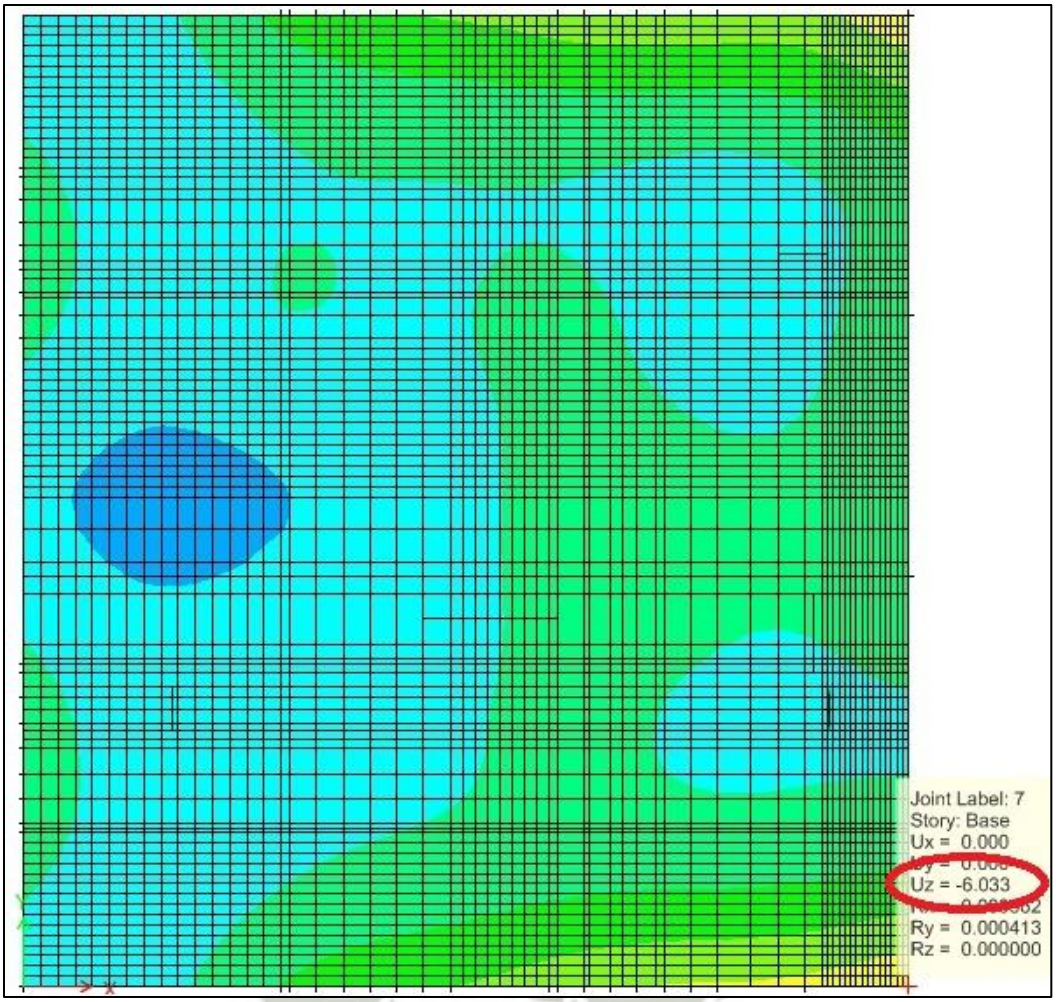


FIGURA N°67 Deformaciones por Asentamiento o Desplazamientos Verticales.

En la descripción de la figura No 67 se ve que los desplazamientos verticales no exceden el desplazamiento máximo de 25 mm.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.6.4 Verificación por Cortante:

Esta verificación se genera con la reacción encontrada a una distancia “d” de la cara exterior de la placa o columna.

El peralte efectivo “d” se considerará (d = h – 10) considerando el peralte total de la platea menos 10 cm que es el recubrimiento.

Los valores se obtienen del software y su resistencia requerida por corte V_u serán calculadas en cada dirección. Para las dos direcciones deberá cumplirse $V_u \leq \emptyset V_c$, de no ser el resultado requerido, será necesario aumentar el peralte de la platea.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

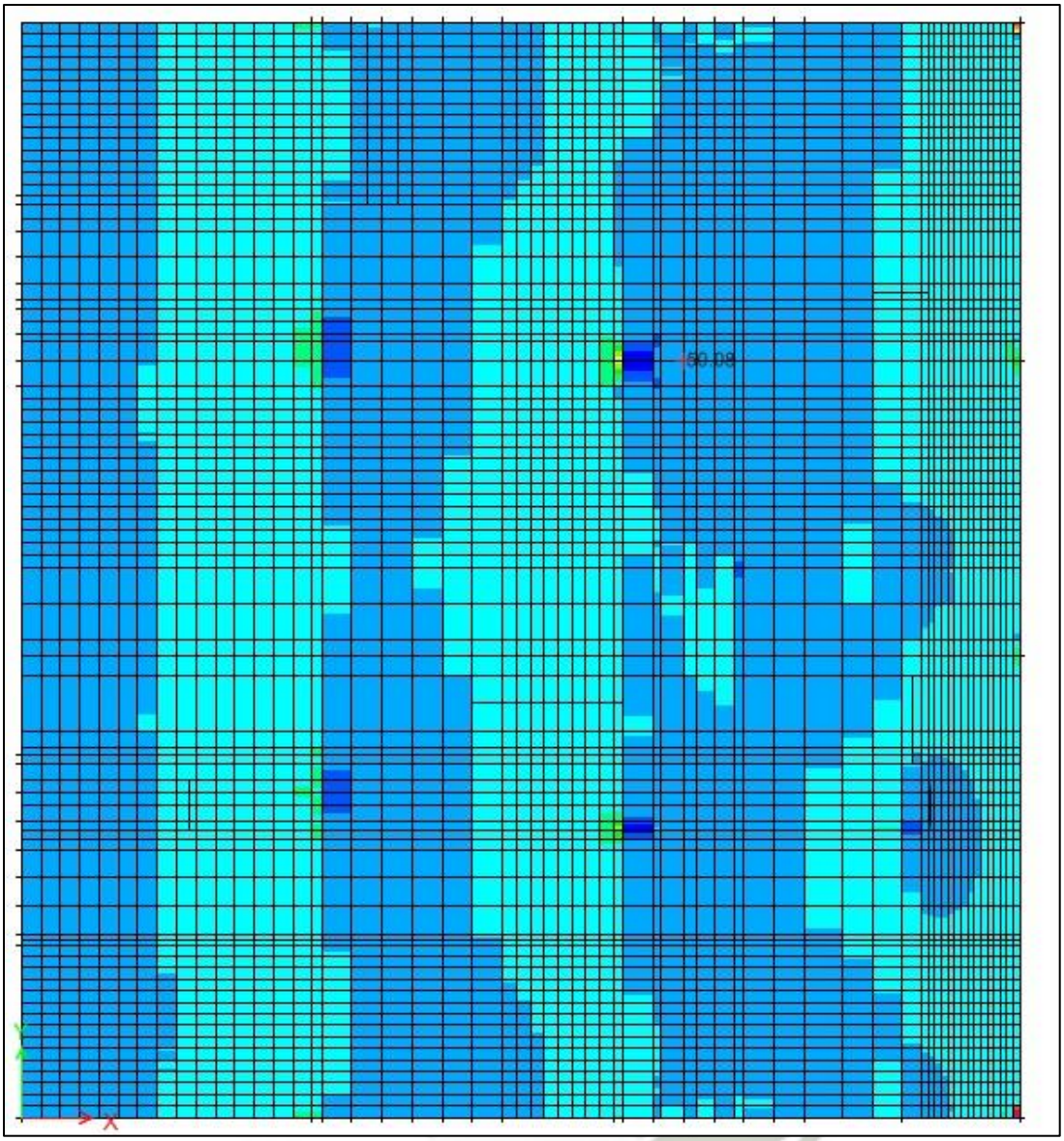


FIGURA N°68 Diagrama de Fuerza Cortante en x-x.

Del ETABS obtenemos:

$$V_{13} = V_x = 56.8 \text{ ton}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

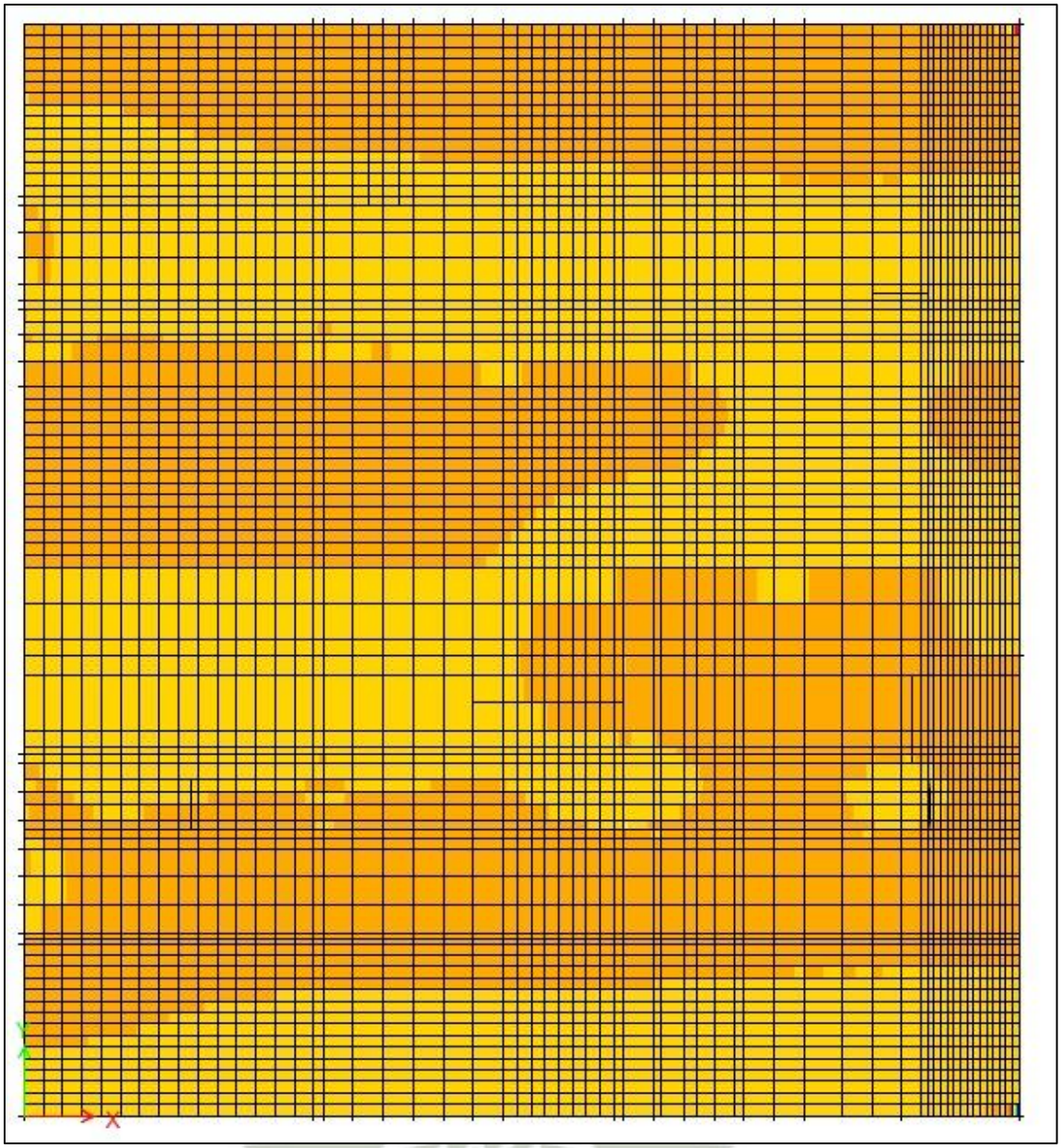


FIGURA N°69 Diagrama de Fuerza Cortante en y-y.

Del ETABS obtenemos:

$$V_{23} = V_y = 57 \text{ ton}$$

Se recoge el mayor valor para Vu:

$$V_u = 57 \text{ ton}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se estima el aporte del concreto a la resistencia de elementos sometidos a compresión.

$$\emptyset \mathrm{Vc} = \emptyset * 0.53 * \sqrt{\mathrm{f'c}} * \mathrm{b_w} * \mathrm{d}$$

$$\emptyset \mathrm{Vc} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{280} * 100 * (100 - 90)$$

$$\emptyset \mathrm{Vc} = 67.84 \text{ ton}$$

Se determina que la fuerza cortante última Vu es menor que la fuerza cortante Vc;se decide colocar vigas de cimentación de todas maneras para distribuir los momentos y evitar momentos altos, para que el cortante sea absorbido por las vigas.

5.6.5 Punzonamiento para platea de cimentación:

El punzonamiento es un esfuerzo cortante elevado ocasionado por la reacción de la fuerza que desarrollan las columnas o placas sobre su plano de apoyo.

Generalmente este tipo de falla se ubica a una distancia aproximadamente igual a la mitad del peralte efectivo de la platea (d/2) desde la cara externa del elemento vertical de acuerdo a lo citado en la Norma de Edificaciones.

Se desarrollará la longitud de anclaje de las barras longitudinales de los elementos verticales cuando se defina el peralte que tendrá la platea. El peralte efectivo “d” es el peralte total menos 10 cm, siendo (d = h – 10).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La platea de cimentación actúa en dos direcciones ya que tiene la sección crítica trabajando perpendicularmente al plano de la losa siendo su perímetro b_o mínimo y presentándose a d/2 de la cara de la columna o placa.

$$Vc = \emptyset * 0.53 * \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \sqrt{f'c} * b_o * d$$

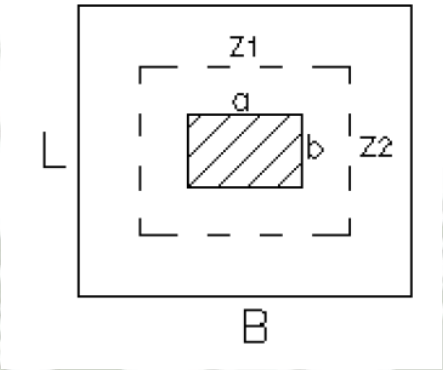


FIGURA N°70 Sección crítica al Punzonamiento.

$$Z1 = a + d; \quad Z2 = b + d$$

$$b_o = 2(Z1 + Z2)$$

Donde

- β : Relación del lado largo y el lado corto del elemento vertical
- b_o : Es el perímetro de la sección crítica medida a “d/2” de la cara de apoyo.

En base a estas dos verificaciones se obtiene el peralte de la platea.

Para nuestro caso analizaremos y verificaremos por punzonamiento la columna C-2 siendo esta la más crítica.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

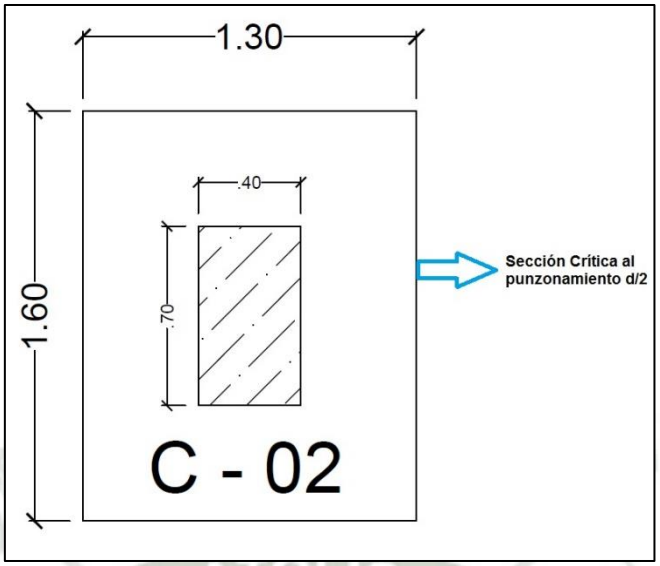


FIGURA N°71 Sección crítica al Punzonamiento de la Columna C-02.

$$Z1 = 40 + (h - 10); \quad Z2 = 70 + (h - 10)$$

$$Z1 = 130\ cm; \qquad Z2 = 160\ cm$$

$$b_o = 2(Z1 + Z2)$$

$$b_o = 580\ cm$$

Siendo:

$\beta = \frac{70}{40} = 1.75\ m$ $(Relación\ entre\ largo\ y\ ancho\ del\ elemento)$, tenemos:

$$\mathrm{Vc} = \emptyset * 0.53 * \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \sqrt{\mathrm{f'c}} * \mathrm{b_o} * \mathrm{d}$$

$$\mathrm{Vc} = 0.85 * 0.53 * \left(1 + \frac{2}{1.6}\right) * \sqrt{280} * 580 * 90$$

$$\mathbf{Vc = 885.37\ \boldsymbol{ton}}$$

Entonces la relación de resistencia requerida por corte $\mathrm{V_u} \leq \emptyset \mathrm{V_c}$, se obtiene del software tomando el valor más crítico:

$$\mathbf{V_u = 158.80\ ton}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La relación $\mathrm{Vu} \leq \emptyset(\mathrm{Vc})$ se cumple.

- ***Vigas de cimentación:***

De sección rectangular presenta una configuración a flexión. Se diseñará la viga de cimentación VC-01 eje “2” del nivel de suelo.

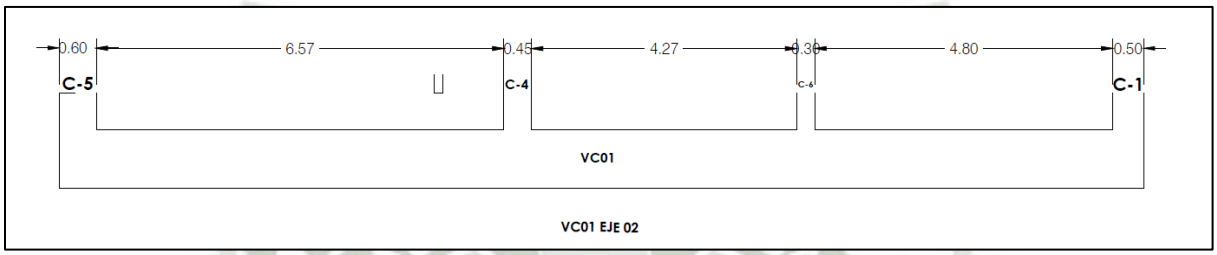


FIGURA N°72 Esquema de la Viga de Cimentación a Diseñar.

***Diseño por Flexión**:*

Siendo la viga de cimentación de b = 0.30 m de base, h = 1.20m peralte y d = (h – 9) = 1.11 m de peralte efectivo, se calcula el acero mínimo:

$$As_{min} = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}.b_w.d \qquad As_{min} = \frac{0.70\sqrt{280}}{4200} \times 30 \times 111$$

$$\boldsymbol{As_{min} = 9.29\mathrm{cm}^2}$$

El refuerzo escogido para el As encontrado es de **4 Ø 3/4¨** para la cara superior e inferior de la viga de cimentación.

Se procede con el software a la obtención de los valores de acero máximo que serán colocados en la viga para la cara superior e inferior.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

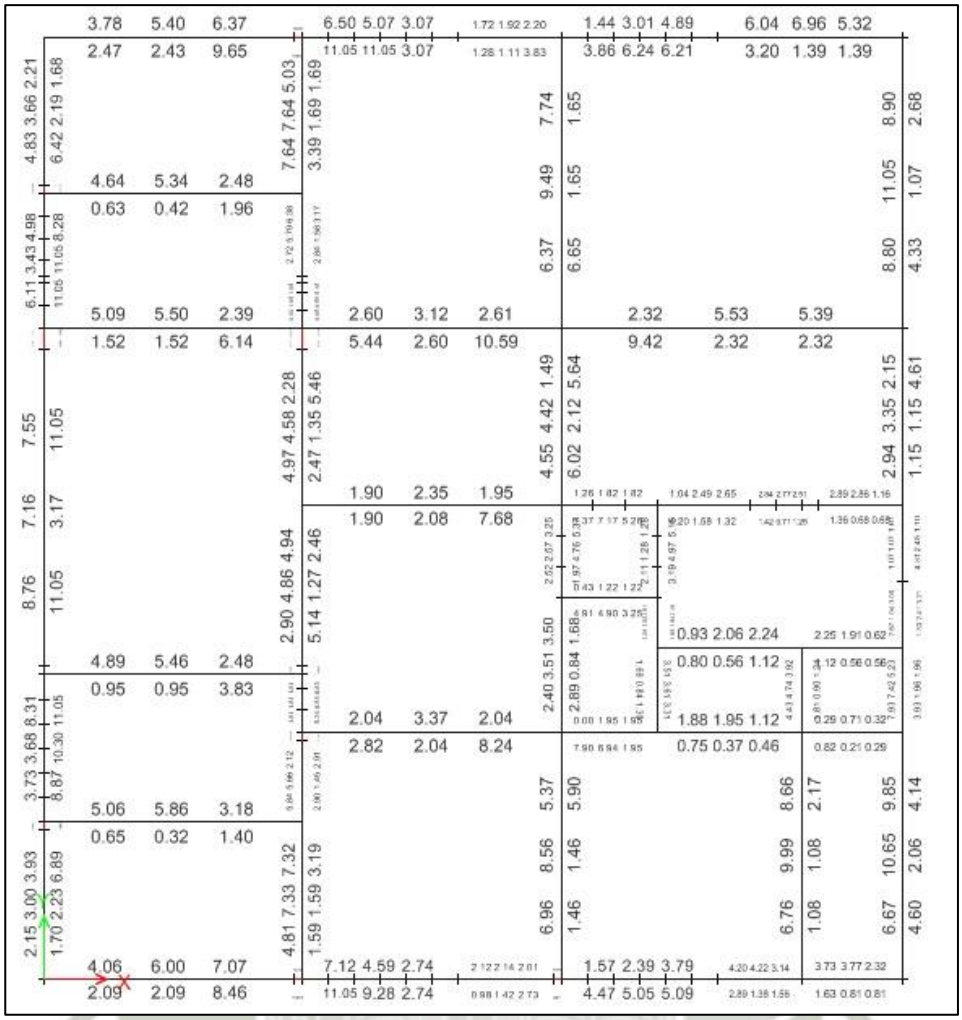


FIGURA N°73 Datos Calculados por ETABS 2016 para Obtener el Acero Máximo para la Viga de Cimentación a Diseñar.

Diseño por Corte:

Según el artículo 11.1.3.1, Norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016 dice: *para elementos no preesforzados, se permite diseñar las secciones localizadas a una distancia menor a d, medida desde la cara de apoyo, para la fuerza cortante Vu calculada a la distancia d de la cara de apoyo.*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En el acápite 11.12.1, Norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, donde indica que la resistencia a cortante de losas y zapatas en la cercanía de las columnas, de las cargas concentradas o de las reacciones está regida por:

- *Comportamiento como viga, en el cual la losa o zapata actúa como una viga ancha en tal forma que las grietas diagonales potenciales se extenderían en un plano que abarcarán todo el ancho del elemento. Cada sección critica que debe investigarse se extiende en un plano a través del ancho total.*

La fuerza cortante última se toma a una distancia “d” medida desde la cara de apoyo de la viga.

$$L = 90 + 15 = 105cm$$

Una vez obtenida la distancia a analizar ingresamos al software para buscar en la cortante V13 y V23 en el eje C5 que es el más crítico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

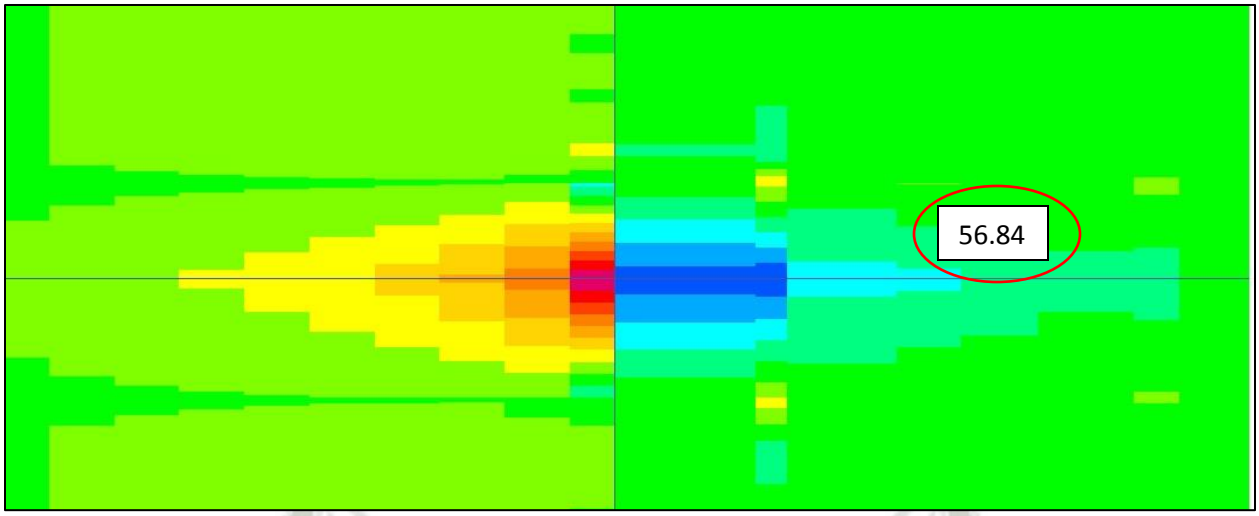


FIGURA N°74 Cortante en V13

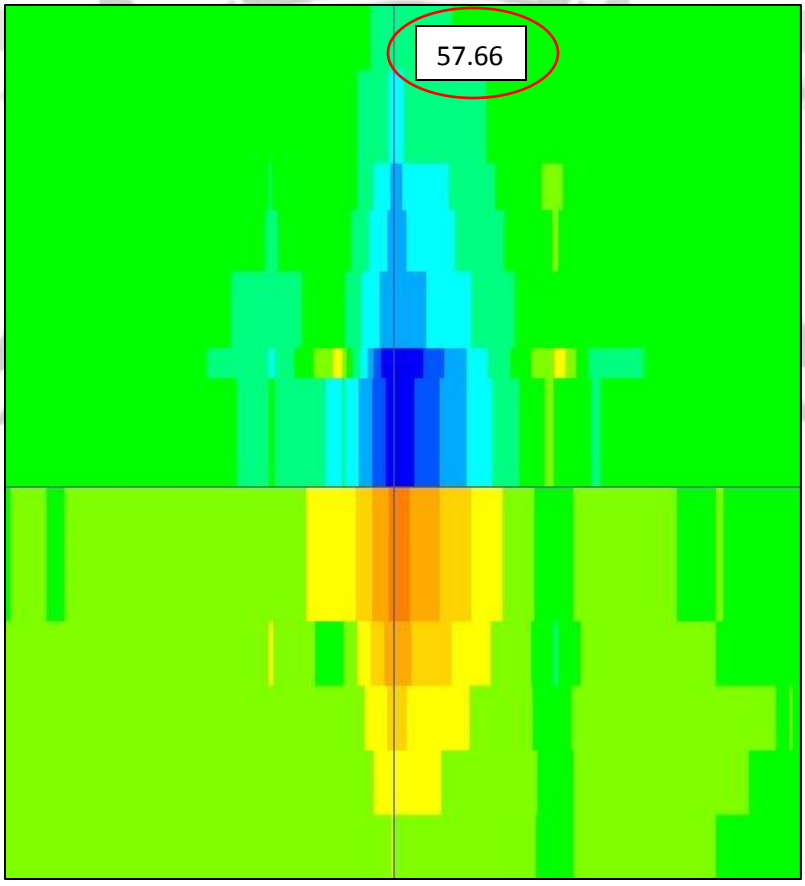


FIGURA N°75 Cortante en V23

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El valor en V13 es de 56.84 tn/m en la coordenada X: 10.525 m.

El valor de V23 es de 57.66 en la coordenada Y: 13.175 m

Consideramos el Vu máximo de **57.66 ton**.

Para verificar la cortante en el acápite 11.3.1, Norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016 nos indica que la resistencia nominal proporcionada por el concreto "Vc" debe calcularse según la siguiente disposición con un b_w tomado por cada metro de la losa:

$$V_C = 0.53\sqrt{f'c}\,.\,b_w.d$$

$$V_C = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210}\ \times 100 \times 90$$

$$\boldsymbol{V_C = 67.84\ ton}$$

Remplazando en la condición vemos que cumple $\mathrm{Vu} \leq \emptyset(\mathrm{Vc})$.

Como la platea de cimentación tiene responsabilidad sísmica se deberá considerar lo descrito en los artículos 21.4.4.4 y 21.4.4.5, Norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016 para el espaciamiento de los estribos:

En ambos extremos del elemento deben disponerse estribos cerrados de confinamiento en longitudes iguales a dos veces el peralte del elemento medido desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz. El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 100 mm de la cara del elemento de apoyo. Los estribos serán como mínimo de 8mm de diámetro para barras longitudinales de hasta 5/8" de diámetro, de 3.8" para barras longitudinales de hasta 1" de diámetro y de ½" para barras longitudinales de mayor diámetro. El

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor de:

a) d/4, pero no es necesario que el espaciamiento sea menor de 150 mm.

b) Diez veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro;

c) 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento;

d) 300 mm

21.4.4.5: Los estribos deben estar espaciados a no mas de 0.5d a lo largo de la longitud del elemento. En todo el elemento la separación de los estribos, no deberá ser mayor que la requerida por fuerza cortante.

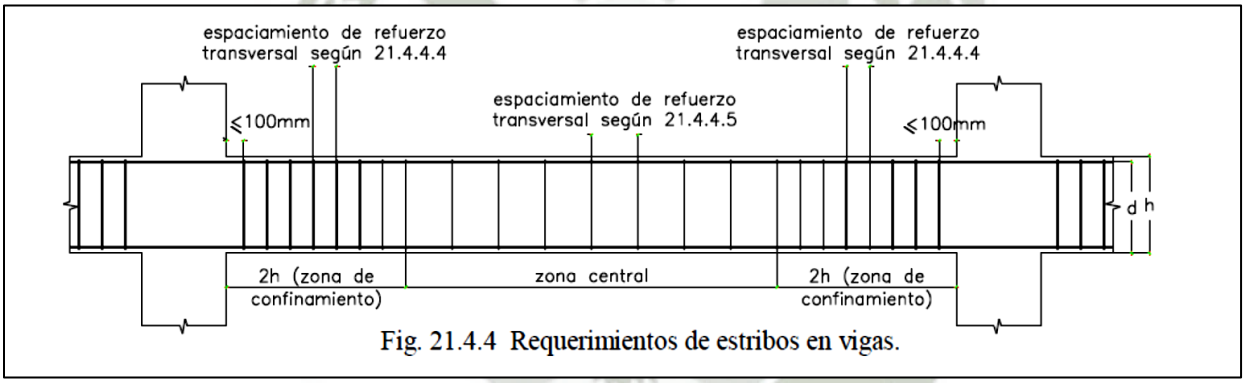


Fig. 21.4.4 Requerimientos de estribos en vigas.

FIGURA N°76 REQUERIMIENTOS DE ESTRIBOS EN VIGAS

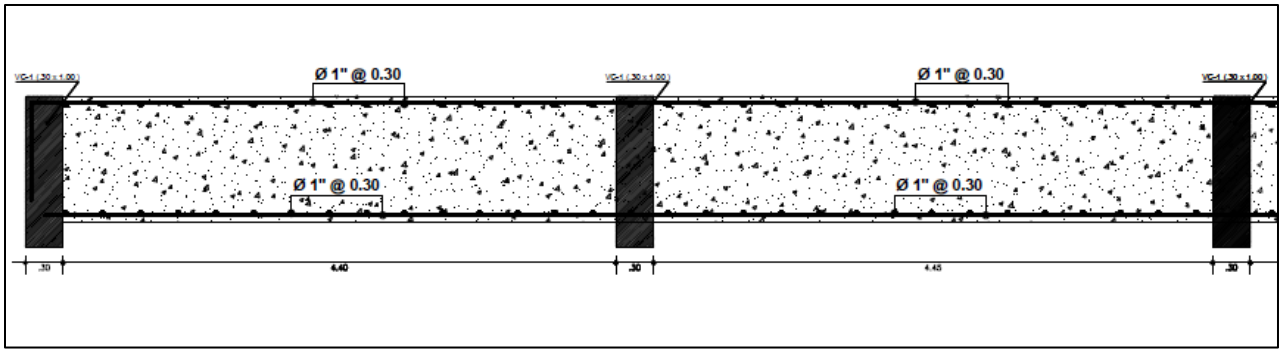
Se concluye la distribución de estribos para la viga de cimentación en el eje 2:

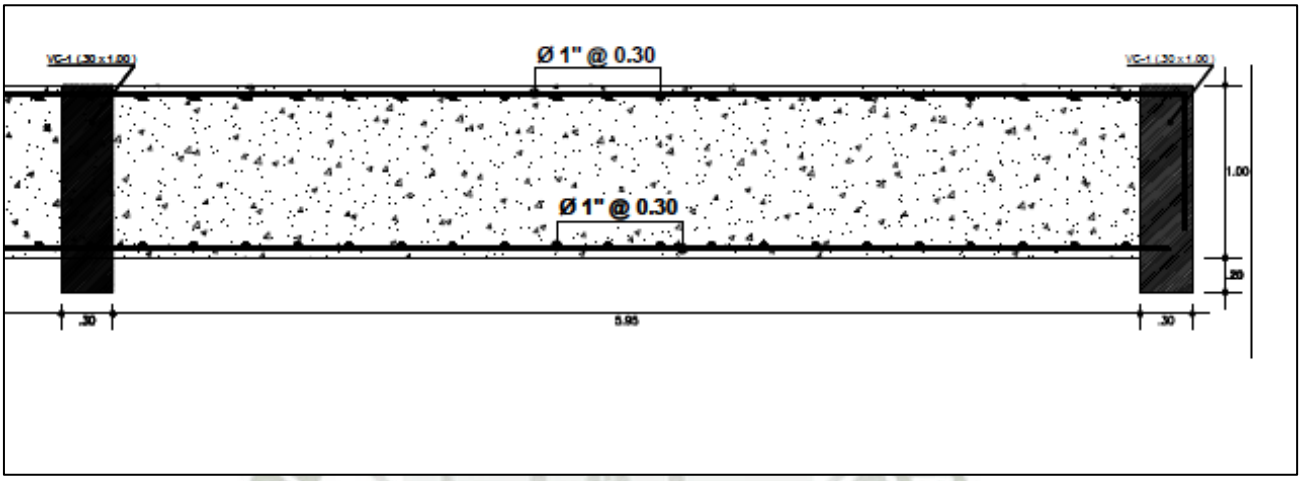
Estribos de Ø3/8" ------ 1@10, 10@20, Rto.@30 c/extremo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA





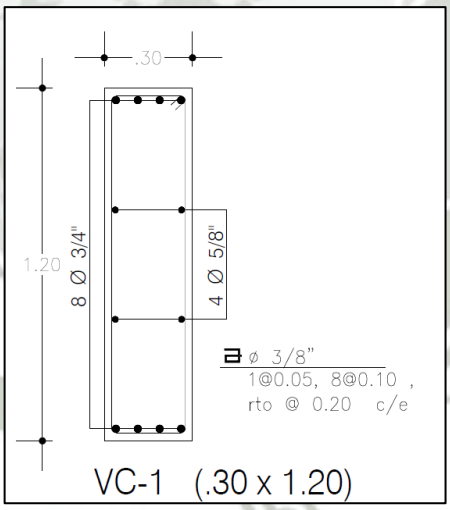


FIGURA N°77 Diseño Final de Tramo Seleccionado de la Viga de Cimentación VC-01.

Al definir las vigas de cimentación el diseño final la Platea de Cimentación sería, teniendo en cuenta los siguientes datos y se procede a la verificación por Punzonamiento:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Peralte efectivo h =1.00 m.
- Resistencia de concreto f'c = 280 kg/cm2.
- Peralte de viga de cimentación h = 1.20 m

5.6.6 Diseño por Flexión:

La resistencia por flexión será calculada en el software ETABS 2016, tomando un metro de ancho como base del eje x-x (M11) y considerando en este caso la carga muerta y carga viva:

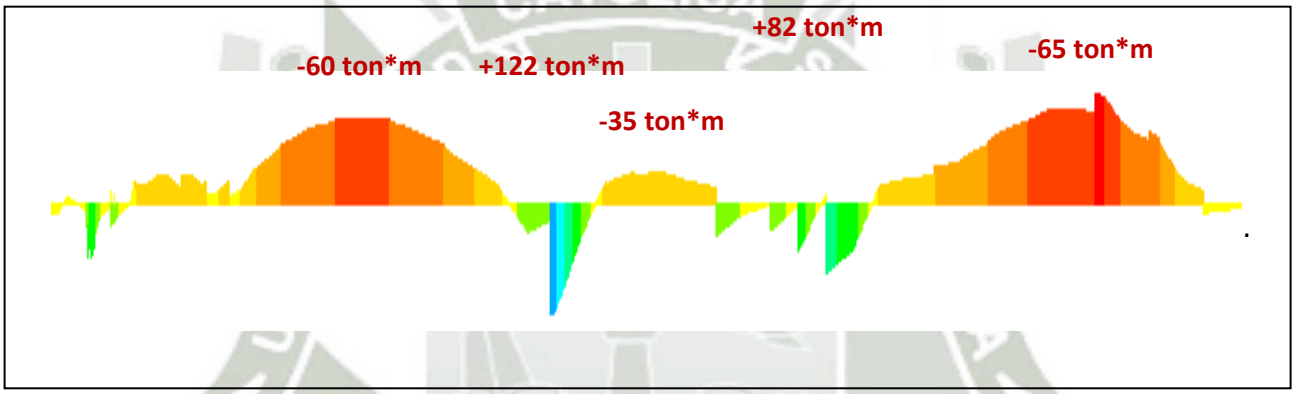


FIGURA N°78 Diagrama de Momentos en x-x.

Se observa que el acero a todo lo largo no se realiza de manera constante por lo tanto se tomará el valor más alto de la platea.

En el momento M11 tenemos que M11(-) = 65 ton/m, ya que los momentos positivos representan a las vigas de cimentación.

$$Ku = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{65.00}{100cm \times 90^2} = 8.02$$

$$Ku \rightarrow \rho \qquad \rho = 0.0019$$

$$As = \rho.b.d = 0.0018x100x90 = 16.20\ cm^2$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se considera tomar un refuerzo de 1” teniendo un espaciamiento de:

$$S = \frac{Av}{As} \times 100$$

$$S = \frac{5.10}{16.20} \times 100 = 31.50\ cm\ \approx consideramos\ 30cm$$

En conclusión se colocará acero negativo en dirección x-x de $\emptyset 1"@\ 30\ cm$; siendo el mismo procedimiento para toda la platea.

Entonces el refuerzo en dirección x-x será:

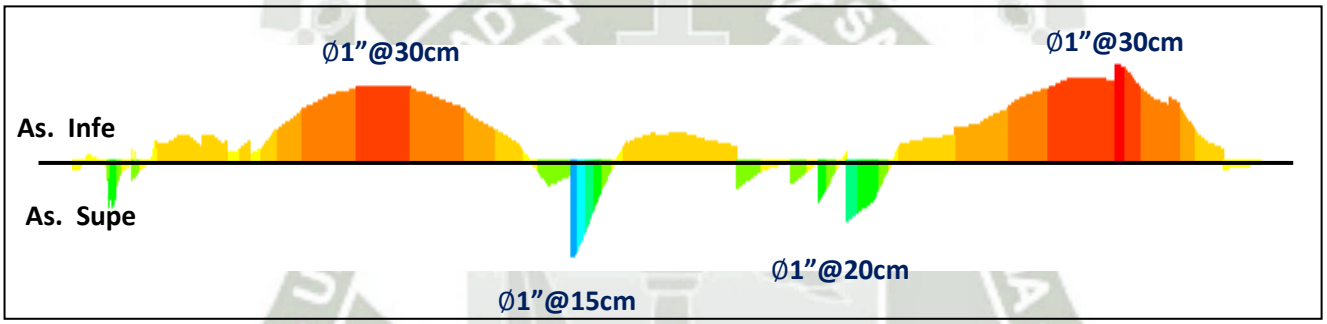


FIGURA N°79 Refuerzo Superior e Inferior en la Dirección x-x de la Platea.

Así como se realizó en la dirección x-x también se hará lo largo del eje y-y (M22).

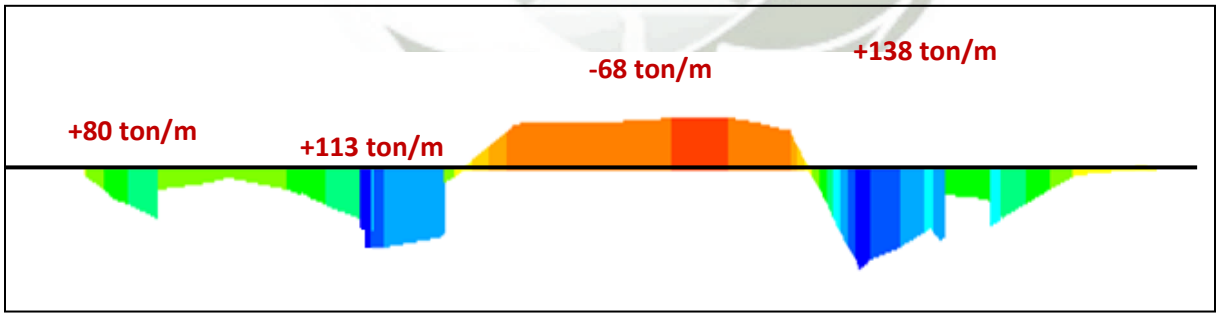


FIGURA N°80 Diagrama de Momentos en y-y.

Se puede observar que para la platea de cimentación el acero a todo lo largo no será constante por eso se toma los puntos más altos en toda la platea.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En el caso del M22(+) = 113 ton/m tenemos que:

$$Ku = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{113.0}{100 \times 90^2} = 13.95$$

$$Ku \rightarrow \rho \qquad \rho = 0.0039$$

$$As = \rho.b.d = 35.10\ cm^2$$

Se considera el refuerzo 1” tenemos un espaciamiento de:

$$S = \frac{Av}{As} \times 100$$

$$S = \frac{5.10}{35.10} \times 100 = 14.5\ cm \approx 15cm$$

Entonces en la dirección de y-y de Ø1"@ 15 cm; será realizará el mismo procedimiento para cada momento hallado en la dirección y-y (M22) para la platea.

refuerzo en la dirección y-y:

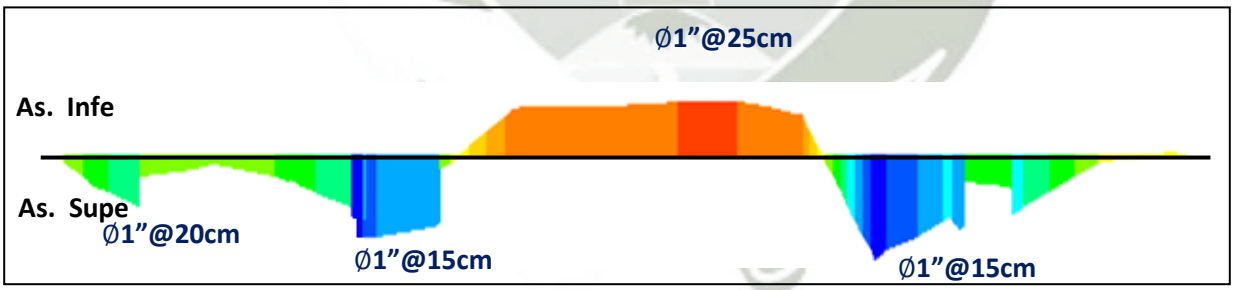


FIGURA N°81 Refuerzo Superior e Inferior en la Dirección y-y de la Platea.

El diseño final de nuestra Platea de Cimentación se muestra a continuación:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

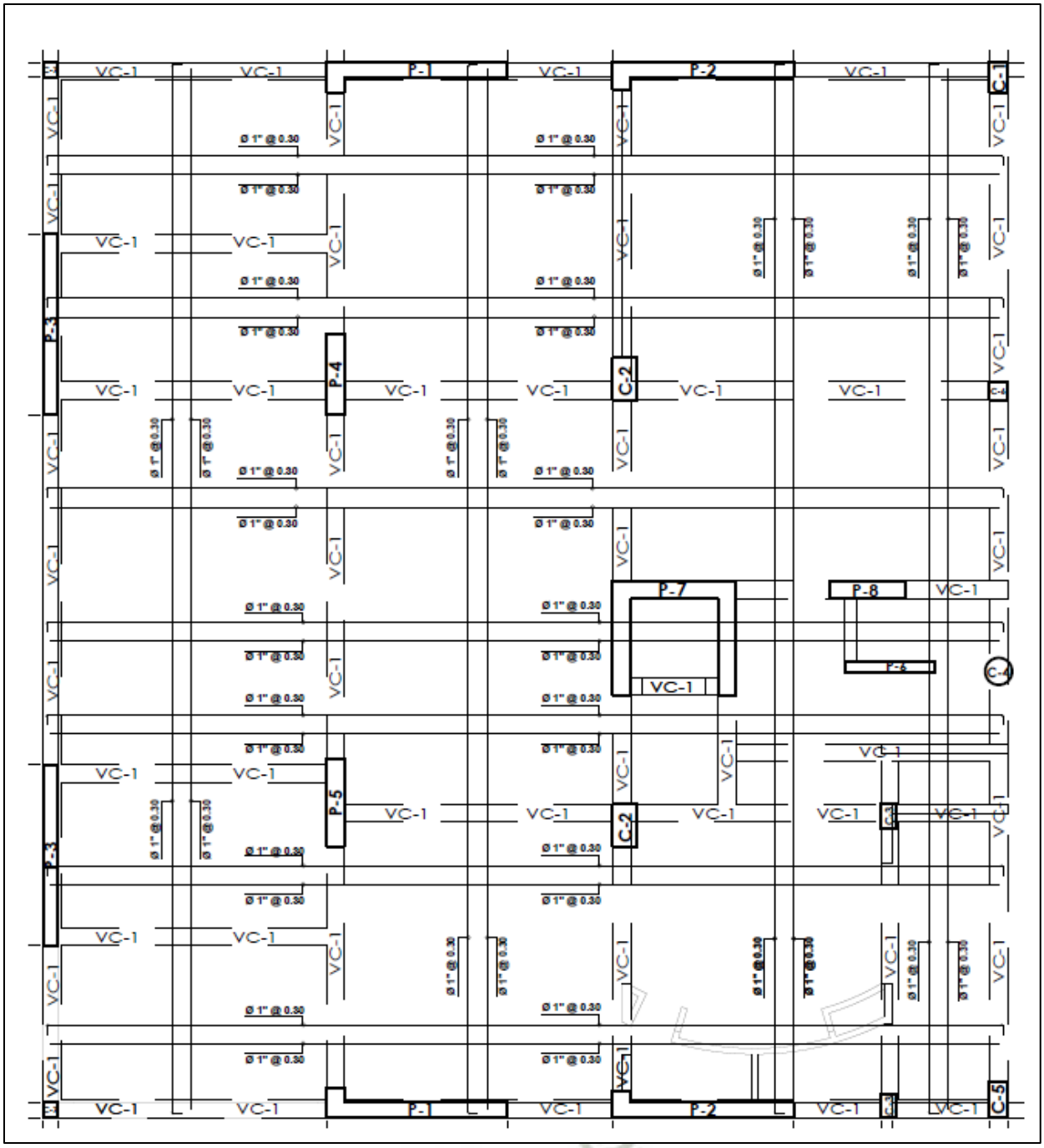


FIGURA N°82 Distribución Final del Refuerzo para la Platea de Cimentación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.7.1 Diseño de Losa Aligerada

5.7.1 Concepto de Losas Aligeradas En una dirección:

Como ya se había indicado en el capítulo 2, las losas son elementos que hacen factible la existencia de los pisos y techos de una edificación.

En este proyecto se ha visto por conveniente las luces de las losas aligeradas están en el rango de 4.45 m. y 5.95 m., que son luces intermedias de las cuales es económico usar en un aligerado, así como su costo de vaciado y encofrado en contraste de una losa maciza.

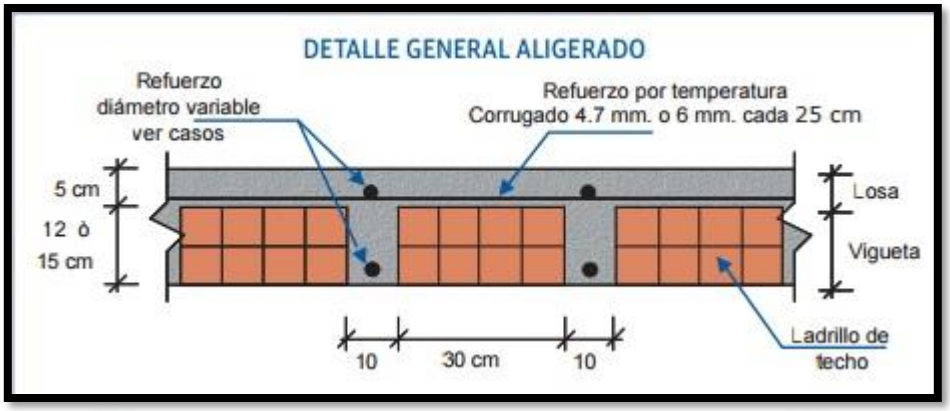
Las losas aligeradas tienen cambio de viguetas cada cierta distancia y que el espacio existente entre viguetas este relleno por un ladrillo aligerado. El encofrado de estas losas está conformado por tablas de madera o viguetas de acero independientes y ubicadas exactamente por debajo de las viguetas. En el Perú las losas aligeradas se hacen con viguetas de 10cm de ancho, separadas a una distancia libre de 30 cm, debido a que los ladrillos se fabrican con este ancho.

Los aligerados usuales en nuestro país son de 17cm, 20cm, 25cm y 30cm; considerando que los ladrillos se fabrican en espesores de 12, 15, 20 y 25 cm respectivamente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Fuente: Aceros Arequipa (www.acerosarequipa.com)

FIG. N°83 Detalle General del Aligerado

El peralte de las losas aligeradas podrá ser dimensionado considerando el siguiente criterio:

h = 25 para luces comprendidas entre 6.5 y 7.5 mts.

Se debe entender que "h" expresa la altura o espesor total de la losa aligerada incluyendo los 5 cm. de losa superior y el espesor del ladrillo del techo.

(Blanco Blasco Antonio, Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado, 1994, pg. 18).

Siguiendo el criterio de diseño mencionado en mi proyecto se obtiene que la luz más crítica es de 5.95m (ubicado entre la C2 y C5), por lo tanto, tendríamos que usar un peralte de 25 cm.

En conclusión, para este proyecto se utilizará un peralte efectivo de 25 cm en todas las losas aligeradas y se uniformizará el proceso de construcción.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.7.2. Diseño por Flexión:

Las viguetas se diseñan como vigas T, verificando que el área de compresión sea de un espesor de la losa de 5 cm que usualmente se cumple, ya que solo reciben cargas de gravedad:

$$\mathrm{U} = 1.4\ \mathrm{CM} + 1.7\ \mathrm{CV}$$

Para ello los momentos positivos se asumirán como una sección rectangular de b = 40 cm de ancho, y para los momentos negativos una sección de b = 10 cm de ancho.

(Referencia: Blanco Blasco Antonio, Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado, 1994).

Y en el artículo 10.5.22 de la Norma E.0.60 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, indica que el área mínima de refuerzo por tracción de las secciones rectangulares y de las secciones T con el ala en compresión, no será menor de:

$$As_{min} = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{fy}.b_w.d$$

Y en el artículo 10.5.3 de la norma E.0.60 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, indica que no será necesario satisfacer con estos requerimientos si en cada sección del elemento del elemento, el área de acero en tracción proporcionada es al menos 1.3 veces superior a el área calculada por análisis.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.7.3 Diseño por Corte:

Las viguetas no se considerará la contribución del acero (Vs=0), ya que no llevan estribos, el concreto tomará todos los esfuerzos cortantes.

En el artículo 11.3.1.1 de la Norma E.0.60 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, dice que la resistencia nominal proporcionada por el concreto "Vc" se calcula:

$$V_C = 0.53\sqrt{f'c}\,.\,b_w.\,d$$ (Resistencia nominal al corte)

La fuerza cortante última V_u deberá ser menor o igual que la resistencia $\emptyset Vc$, siendo a una distancia "d" medida desde la cara de los apoyos.

Si la condición no se cumple, se procederá a retirar ladrillos de los apoyos para formar ensanches, y así aumentar el área resistente; y si tampoco cumple la resistencia ensanchando a 25 cm, se deberá incrementar el peralte de la losa o aumentar la resistencia del concreto.

$$V_u \leq \emptyset V_C$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.7.4 Ejemplo de Diseño:

Para una mejor descripción diseñaremos losas en función de las viguetas, en este caso usaré un modelo crítico de losas incluyendo sobrecargas como las de los muros de arriostre del nivel de Semisótano. Determinamos el ancho de la vigueta en 40 cm

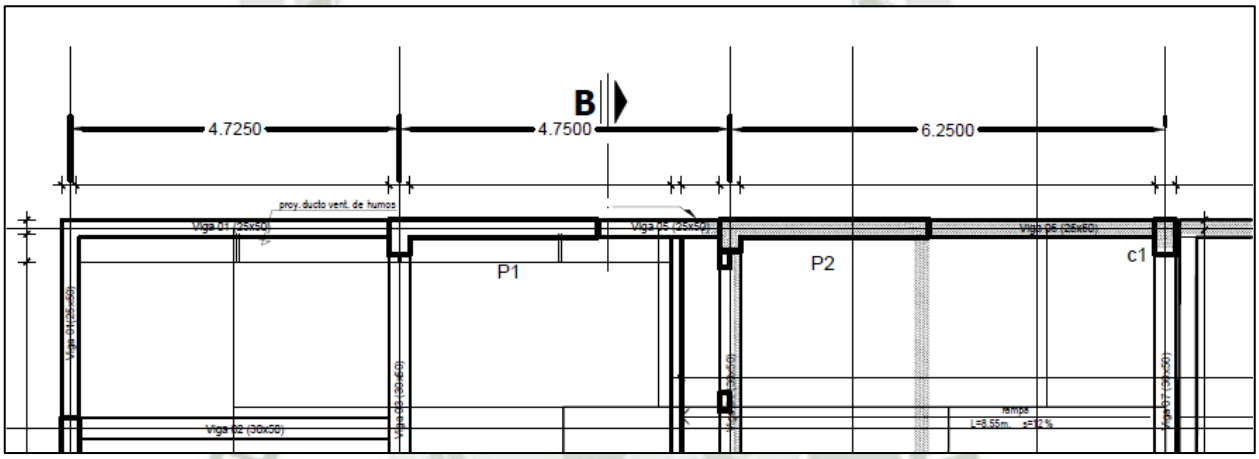


FIGURA N°84 Losa Aligerada Unidireccional – Semisótano.

- ***Diseño por flexión:*** Para el diseño de la losa aligerada en una dirección se utilizará el software SAP 2000. Para modelar la losa debe considerarse que las viguetas tienen apoyo articulado.

  Al iniciar el diseño de la vigueta debemos tener en consideración lo que dice el Anexo 01 de la norma E020 de Cargas donde señala el Peso propio y espesor de la losa.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Con vigueta 0.10 m de ancho y 0.40 m entre ejes		
Espesor del aligerado (m)	**Espesor de losa superior en metros**	**Peso propio kPa (kgf/m²)**
0.17	0.05	2.8 (280)
0.20	0.05	3.0 (300)
0.25	0.05	3.5 (350)
0.30	0.05	4.2 (420)

TABLA No 45 ANEXO 1 RNE 2016

Según la tabla anterior para las cargas muertas, tomaremos el valor de 350 kgf/m2 por 1 m de losa como peso propio y 100 kgf/m2 como piso terminado.

Para asumir las cargas vivas tomamos 200 kgf/m2 por cada metro mencionado en el RNE en la norma E020 capítulo 1.

Se determina que la carga muerta ultima es 0.45 tnf/m2 y 0.20 tnf/m2 para carga viva con un ancho de la vigueta de 40 cm.

Entonces:

$WM\ por\ vigueta: 0.45\ x\ 0.40 = 0.18$
$WV\ por\ vigueta: 0.20\ x\ 0.40 = 0.80$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

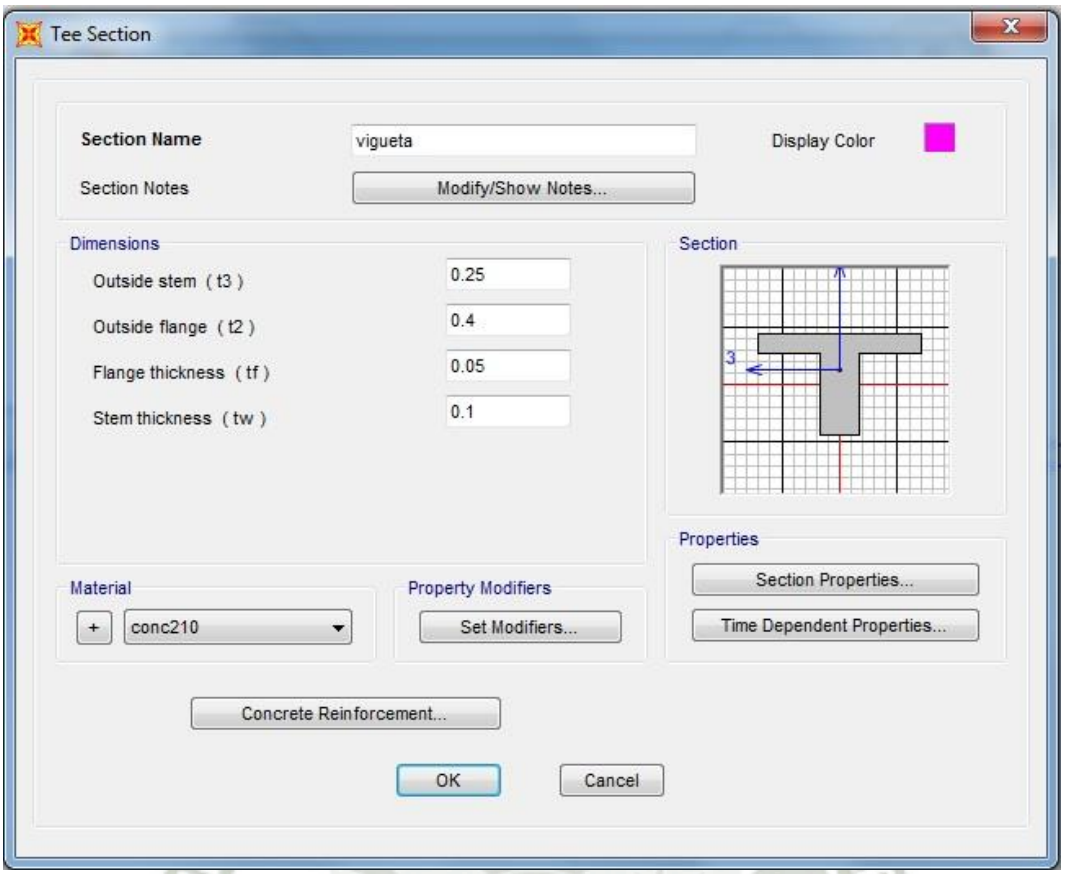


FIGURA N°85 Sección de vigueta en SAP2000.

Este cálculo es por m2 de losa, al ser diseñado por viguetas, sabemos que el ancho de la vigueta es 0.40m y la altura es de 0,25m.

En el software creamos cargas distribuidas para carga viva y carga muerta, en este último se le agregan sobrecargas por los muros de arriostre tomando como referencia un metro de muro considerando carga distribuida para la dirección de la losa y carga puntual para los perpendiculares.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Carga Viva:

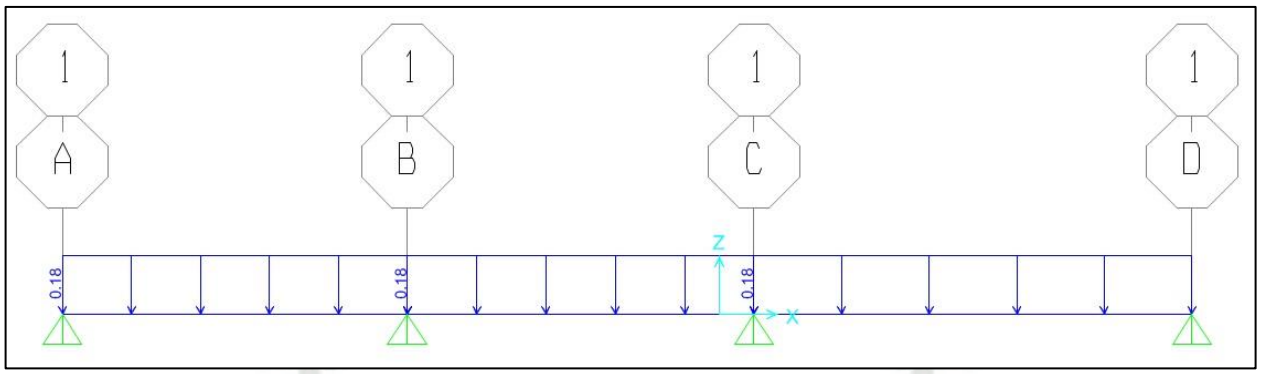


FIGURA N°86 Carga Viva en SAP2000.

Carga Muerta:

$$Carga\ muros = Ancho\ del\ muro\ x\ Longitud\ x\ altura\ x\ peso\ muro\ \left(\frac{tn}{m3}\right) x\ Ancho\ vigueta$$

$$0{,}15m\ x\ 1m\ x\ 2{,}4m\ x\ \left(1{,}8 + 0{,}1\ (tarrajeo)\right) = 0{,}684\frac{tn}{m} x\ 0{,}4 = 0{,}2736\ tn$$

Se agrega 0.2736 tn por cada metro de muro de arriostre a la carga muerta ya agregada, considerando la sección más crítica de cada nivel del edificio.

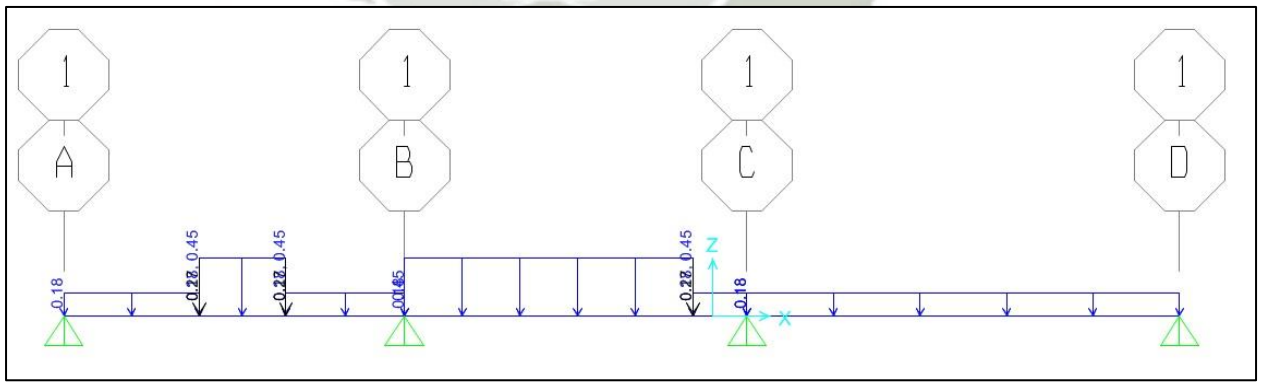


FIGURA N°87 Carga Muerta en SAP2000.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Ya ingresado los valores para la carga muerta y viva se cargan las 7 combinaciones creando una envolvente para determinar los Momentos últimos de las viguetas.

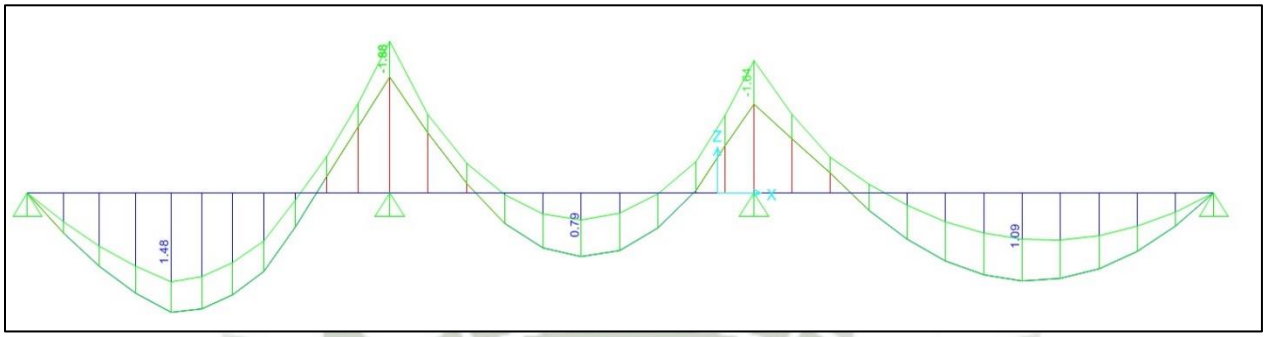


FIGURA N°88 Diagrama Momento Flector en SAP2000.

$$M_{11}(+) = 1.48\ tn.m/m \qquad M_{11}(-) = 1.88\ tn.m/m$$

Para determinar la cantidad de acero a utilizar se trabajará con la ENVOLVENTE, teniendo a considerar que a mayor luz el momento es mayor.

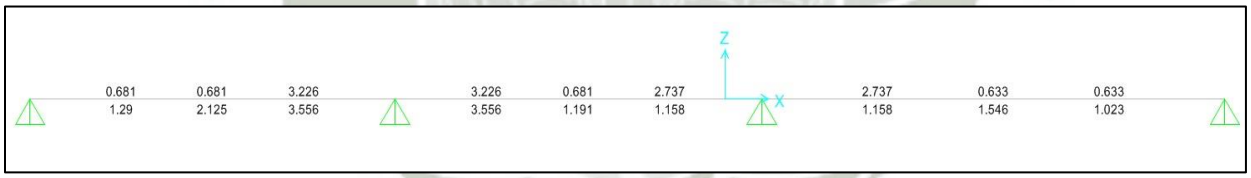


FIGURA N°89 Momento en la Dirección M22 Nivel semisótano.

El diseño de la losa por corte será de 2 Ø de ½”

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Diseño por cortante: Para cumplir el diseño por corte de la losa aligerada solo se toma en cuenta el aporte del concreto, ya que no se colocan estribos.

Obtenemos Vu : Para determinar la distancia del Cortante Vu

$$L = Lt - (d - \frac{bw\ (viga)}{2} =$$

$$= 4.725 - (0.22 + \frac{0.30}{2}) = 4.355\ m$$

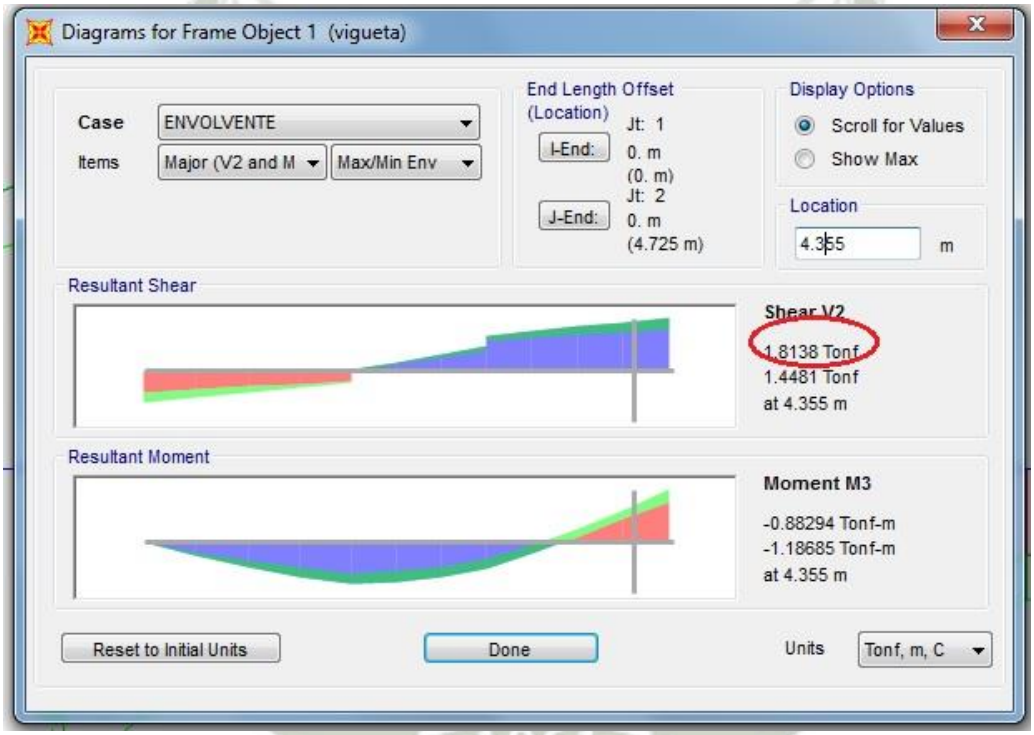


FIGURA N°90 Diagrama de Fuerza Cortante Vu.

Obtenemos un Vu de 1.81 tnf a una distancia de 4.355 m

Con el dato del cortante ultimo (Vu) determinamos Vc:

$$Vc = 0{,}53\ \sqrt{f'c} * bw * d$$

$$Vc = 0{,}53\ \sqrt{210}\ x\ 10cm\ x\ 22cm\ \approx \mathbf{1.69\ tn}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

No se se cumple la relación ya que Vu es menor:

$$V_u \leq \emptyset V_C = 1.81 \leq 1.33\ tn$$

Al no cumplir se tiene que realizar el ensanche de viguetas ya descrito anteriormente. El mayor momento se realiza en las intersecciones de columnas y/o muros de corte con las viguetas, por consiguiente, retiramos ladrillos para ser sustituidos por concreto logrando así aumentar la sección de la vigueta.

Entonces; al ensanchar la vigueta, la distancia d a tomar para el nuevo Vu es:

$$L = Lt - (d - \frac{bw\ (viga)}{2}) = 4.725 - (0.30 + \frac{0.30}{2}) = 4.275\ m$$

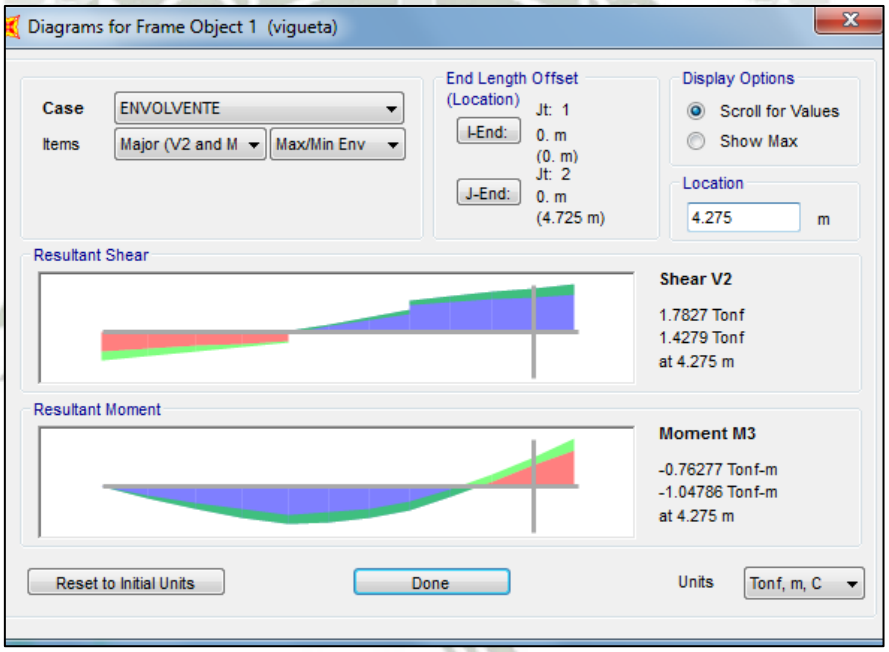


FIGURA N°91 Diagrama de Nueva Fuerza Cortante Vu

Obtenemos un Vu de 1.78 tnf a una distancia de 4.275 m

Con el dato del cortante ultimo (Vu) determinamos Vc:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$Vc = 0{,}53\sqrt{f'c} * bw\ (nuevo\ con\ ensanche) * d$$

$$Vc = 0{,}53\sqrt{210}\ x\ 40cm\ x\ 22cm\ \approx \mathbf{6.76\ tn}$$

Se cumple la relación:

$$\mathrm{V}_u \leq \emptyset V_C = 1.78\ \leq 5.75\ tn$$

Observamos que se cumplen los requerimientos de resistencia al corte $\mathrm{V}_u \leq \emptyset V_C$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

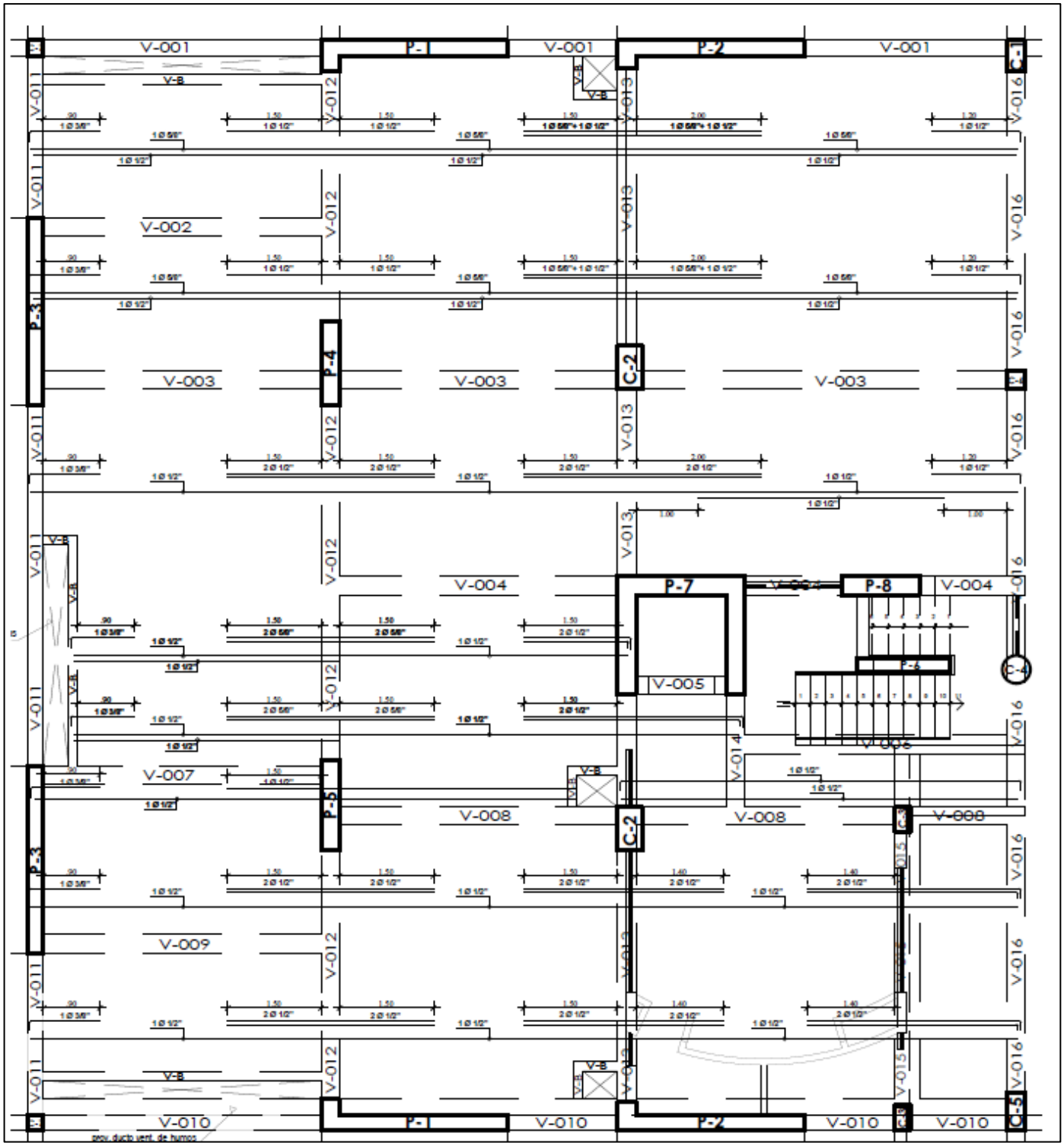


FIGURA N°92 Plano de Losa Aligerada en una Dirección.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.8 Diseño de la Cisterna

Se denomina cisterna a la estructura de concreto armado que almacena líquidos compuesta de paredes laterales, un fondo y un techo que depende de las cargas a soportar, en este caso el elemento almacenará agua para los departamentos, ya que contará con una tapa y estará ubicada debajo del ingreso. En el techo actúa su peso propio y la sobrecarga del estacionamiento de ingreso.

El empuje del suelo y la sobrecarga del terreno actuará en las paredes. En la base, la reacción del suelo correspondiente al peso de las paredes, techo y agua. La cisterna se modeló en el software SAP2000.

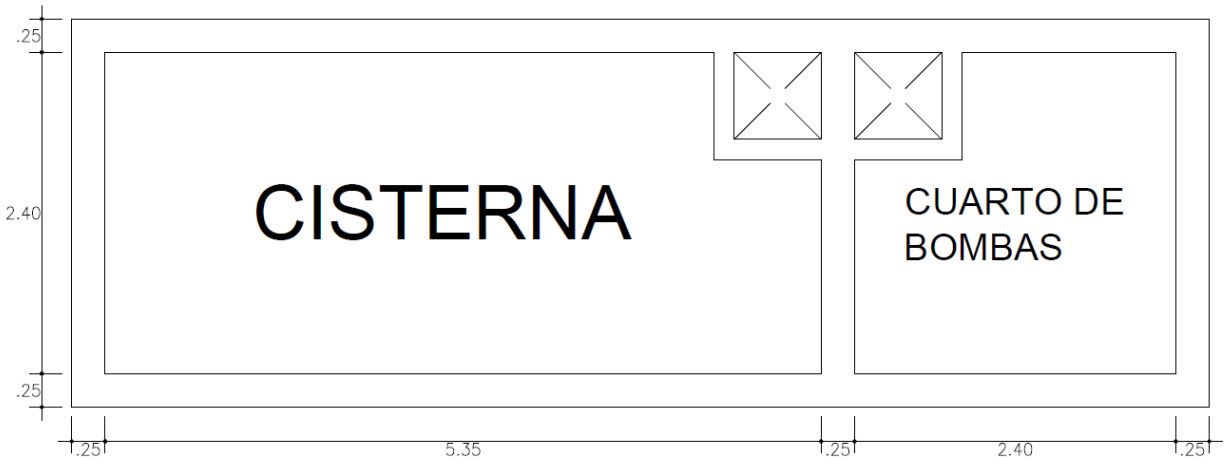


FIGURA N°93 Vista en Planta de la Cisterna a Diseñar.

- ***Diseño de Muros de Cisterna***

La fuerza actuante proviene del empuje del suelo distribuida triangularmente a los muros. Siendo elaborado en la condición más crítica, que es cuando la cisterna está vacía.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Para las paredes se ha escogido un espesor de 25 cm para colocar refuerzo en ambas caras y tener un recubrimiento adecuado ya que tiene contacto con el agua.

Para el empuje lateral del terreno (CE) se agregará la combinación de cargas en el software:

$$\mathrm{Wu} = 1.4\ \mathrm{CM} + 1.7\ \mathrm{CV} + 1.7\ \mathrm{CE}$$

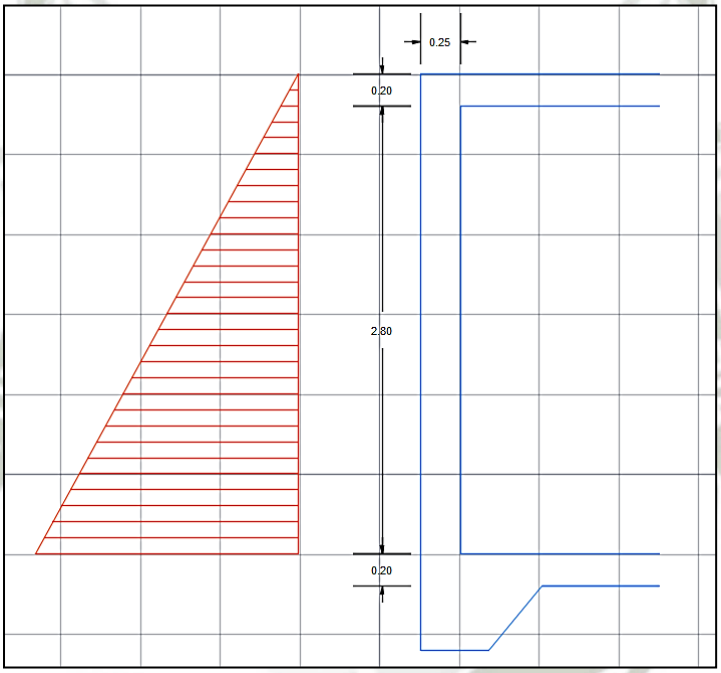


FIGURA N°94 Sección e Idealización del Muro de la Cisterna a Diseñar.

Para el empuje del suelo se usará la siguiente expresión:

$$W_U = 1.7 \times (\gamma_t \times K_o \times H)$$

Dónde:

- ✓ γ_t= Peso Volumétrico del suelo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- ✓ K_o= Coeficiente de Empuje en reposo y a su vez es: $K_o = \frac{1-sen\emptyset}{1+sen\emptyset}$, $\emptyset = 30$
- ✓ H= Altura total de la cisterna.

Remplazando en la formula tenemos que.

$$W_U = 1.7 \times (1.9 \times 0.33 \times 3.20)$$

$$W_U = 3.41\ ton/m$$

Diseño por flexión:

Luego de analizarlo en el software se obtuvo el diagrama de momento flector por 1m de ancho de muro para ambas direcciones.

Se observa que el mayor momento Mu en M11 es 2.62 tonf/m. Calculando el acero tenemos:

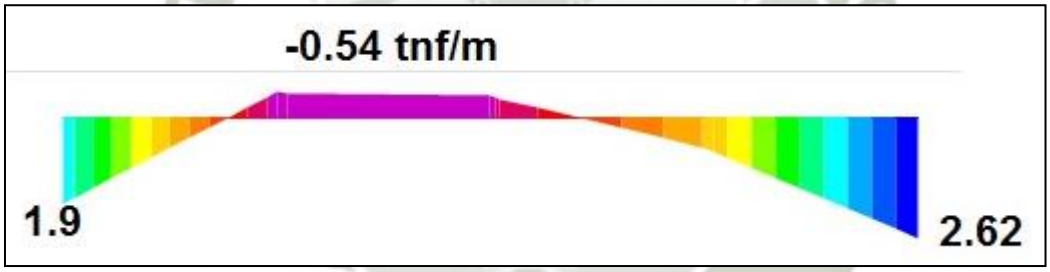


FIGURA N°95 Diagrama de Momento Flector M11 del Muro de Cisterna a Diseñar.

$$Ku = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{2.62}{100 \times 17^2} = 3.28$$

$$Ku \ \rightarrow \ \rho \qquad\qquad \rho = 0.0009$$

$$As = \ \rho.b.d \ = 1.53\ cm^2$$

Se debe cumplir que la cuantía mínima para refuerzo horizontal es de 0.0028:

$$As_{min} = 0.0028\ .b.h = 0.0028 \times 100 \times 17$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$As_{min} = 4.76\ cm^2$$

Al notar que el acero mínimo requerido supera el requerido por flexión, se toma el valor mayor.

Consideraré colocar barras de $\emptyset 1/2"$ y un espaciamiento de:

$$S = \frac{Av}{As} \times 100$$

$$S = \frac{1.21}{4.76} \times 100 = 25.42\ cm$$

Concluyendo se colocará 2 mallas de $\emptyset 1/2"@\ 20\ cm$, en sus dos caras de los muros laterales.

- *Diseño por Corte.*

Se muestra el diagrama de fuerza cortante, realizado en SAP2000.

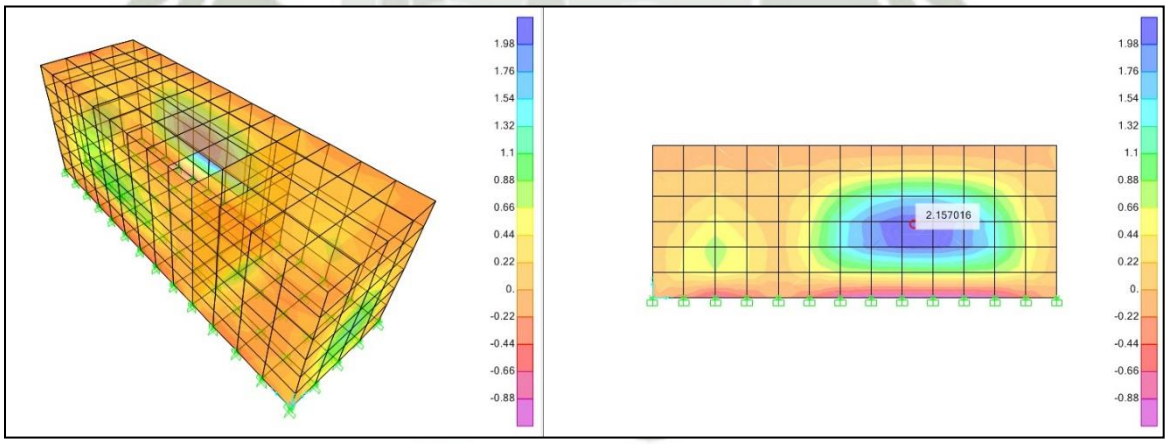


FIGURA N°96 Diagrama de Fuerza Cortante del Muro de Cisterna a Diseñar.

Similar a los muros de contención, los muros de la cisterna no llevan estribos, entonces la evaluación a la resistencia por corte será únicamente el aporte del concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se considera 3cm de recubrimiento teniendo un peralte de d = 17cm. Calculamos $\emptyset Vc$:

$$\emptyset Vc = \emptyset 0.53\sqrt{f'c}\, b_w d$$

$$\emptyset Vc = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 100 \times 17$$

$$\emptyset Vc = 11.10\ ton.$$

Se observa que $Vu = 2.16\ ton$, entonces la resistencia de diseño $\emptyset Vc$ cumple los requerimientos de Vu.

Entonces la relación se cumple: $\emptyset Vc \geq Vu$

5.8.1 Diseño de la losa de Techo de la Cisterna.

Se establecerá 20 cm de espesor a la losa del techo y será modelada en sus cuatro lados apoyada.

Metrado de Cargas:

- Peso propio de la losa = 0.20 m x 2.4 ton/m3 = 0.48 ton/m2
- Sobrecarga o Carga Viva = 0.25 ton/m2

Amplificación de Carga:

$$CM = 0.48\ {}^{ton}/_{m2}. \qquad CV = 0.25\ {}^{ton}/_{m2}.$$

$$Wu = 1.4\ CM + 1.7\ CV$$

$$\boldsymbol{Wu = 1.10\ {}^{ton}/_{m}2}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Diseño por flexión: Posteriormente se obtuvo el diagrama de momento flector por 1m de ancho de muro para ambas direcciones.

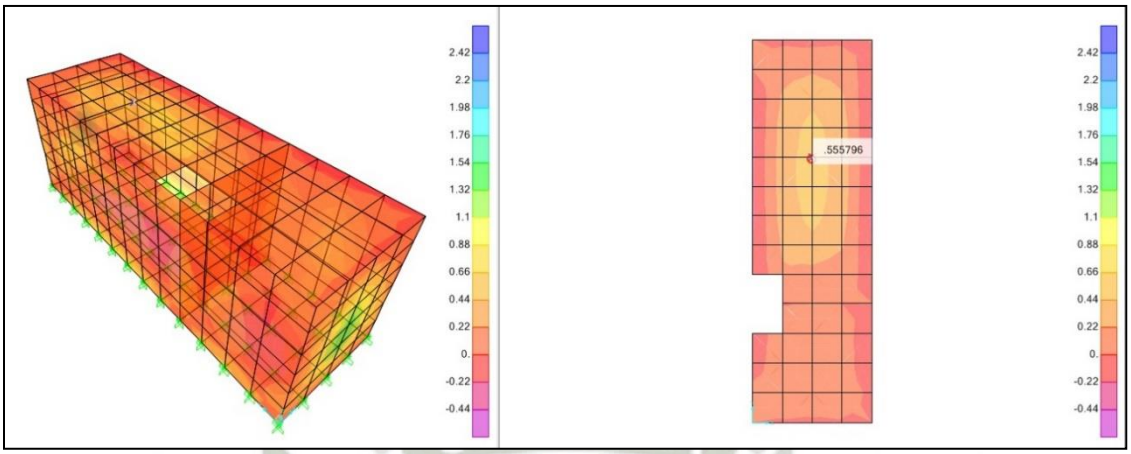


FIGURA N°97 Diagrama de Momento Flector del Techo de Cisterna.

En el software se observa que el momento mayor Mu es 0.56 ton/m. Se calcula el acero requerido por flexión:

$$Ku = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{0.56}{100 \times 17^2} = 1.94$$

$$Ku \rightarrow \rho \qquad \rho = 0.0005$$

$$As = \rho . b . d = 0.85 cm^2$$

La cuantía mínima para refuerzo horizontal es de 0.0028:

$$As_{min} = 0.0028 . b . h = 0.0028 \times 100 \times 17$$

$$As_{min} = 4.76\ cm^2$$

El acero mínimo requerido supera el requerido por flexión, se considera el valor mayor. Se colocarán fierros de $\emptyset 1/2"$ y un espaciamiento de:

$$S = \frac{Av}{As} \times 100 = \frac{1.27}{4.76} \times 100 = 26.68\ cm$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Entonces se colocaran 2 mallas de $\emptyset 1/2"@\ 20\ cm$, en las dos caras del techo de la cisterna.

Diseño por Corte: El diagrama de fuerza cortante se muestra a continuación:

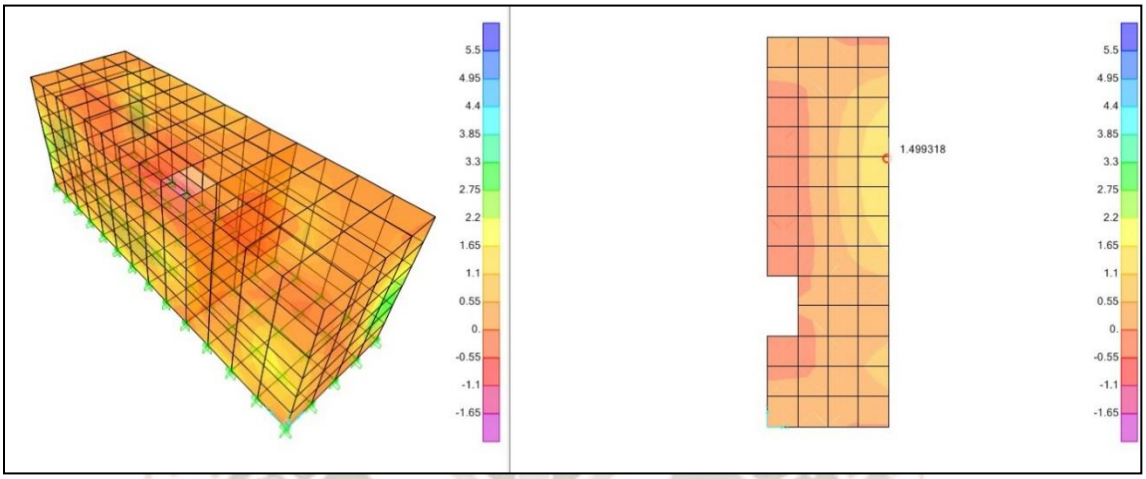


FIGURA N°98 Diagrama de Fuerza Cortante del Techo de Cisterna.

Se considera el peralte efectivo d=17cm con 3 cm de recubrimiento. Entonces la resistencia de diseño por corte $\emptyset Vc$ es:

$$\emptyset Vc = \emptyset 0.53\sqrt{f'c}\ b_w d$$

$$\emptyset Vc = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 100 \times 17$$

$$\emptyset Vc = 11.10\ ton.$$

Observamos que el valor del cortante del programa es $Vu = 1.50\ ton$, notamos que la resistencia de diseño $\emptyset Vc$ satisface los requerimientos de Vu. Por lo tanto se cumple que: $\emptyset Vc \geq Vu$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.8.2 Diseño de la losa de fondo de la Cisterna.

Se toma 20cm de espesor de losa, teniendo en consideración las cargas que actúan sobre ella como los pesos propios del tanque y el agua.

La losa de fondo está apoyada sobre el terreno, entonces los esfuerzos de flexión son mínimos, entonces; se diseñará por cuantía mínima.

$$As_{min} = 0.0028\,.b.h = 0.0028 \times 100 \times 17$$

$$As_{min} = 4.76\,cm^2$$

. Se considerará fierros de $\emptyset 1/2"$ y un espaciamiento de:

$$S = \frac{Av}{As} \times 100 = \frac{1.27}{4.76} \times 100 = 26.7\,cm$$

Concluimos que se colocaran 2 mallas de $\emptyset 1/2"@\ 20\,cm$, en ambas caras de la losa de fondo de la cisterna. Finalmente se muestra un corte de la cisterna mostrando su armado de refuerzo.

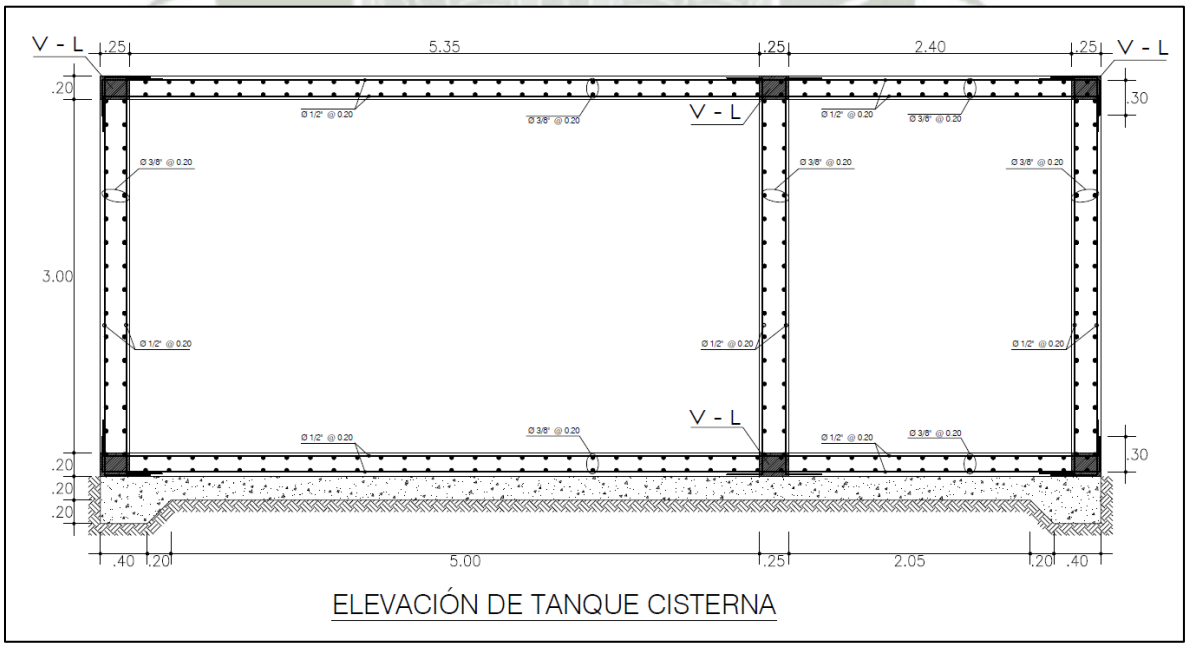


FIGURA N°99 Corte de la Cisterna, Mostrando el Armado Final del Refuerzo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.9 Diseño de las Escaleras

Las escaleras son losas inclinadas que conectan los diferentes niveles de una edificación o vivienda.

Está compuesta por pasos, contrapasos y descansos, teniendo en consideración los diferentes tipos de escaleras.

Para este edificio multifamiliar se tiene escaleras convencionales de varios tramos, apoyados en vigas o losas y serán modeladas como losas macizas en una dirección simplemente apoyadas.

El diseño se hace por flexión, se halla un As para el momento negativo y positivo y se coloca un fierro mínimo por temperatura, para la dirección transversal.

Como ejemplo de diseño se realizará el primer tramo de la escalera que conecta el semisótano con el primer piso, teniendo en consideración el Metrado de Cargas.

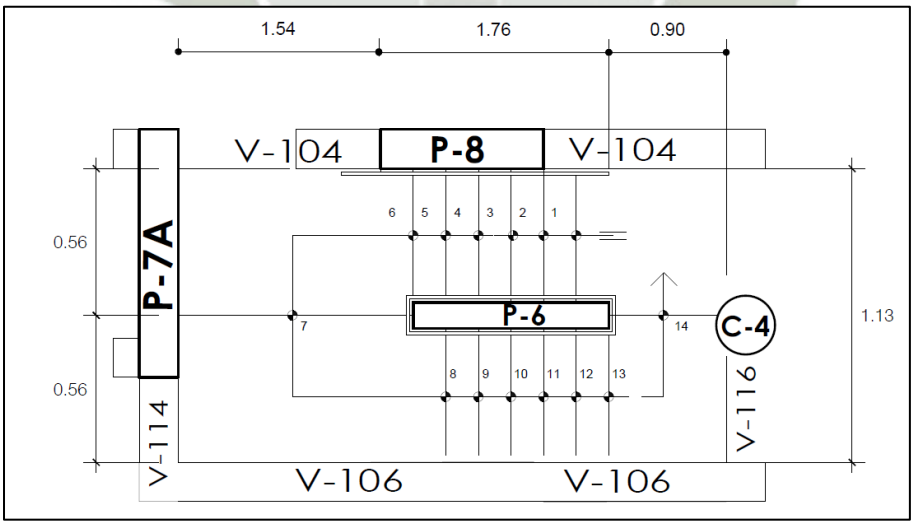


FIGURA N°100 Vista en Planta de la Escalera a Analizar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Características de la escalera:

- Paso (P) = 25.0 cm
- Contrapaso (CP) = 18.0 cm
- Garganta (t) = 15 cm
- Ancho de descanso (B) =117 cm

Del metrado de cargas se toman los valores:

- Descanso:

$$CM = 0.68\,{}^{ton}/_{m2}. \qquad CV = 0.23\,{}^{ton}/_{m2}.$$

$$Wu = 1.4\,CM + 1.7\,CV$$

$$\boldsymbol{Wu = 1.34\ {}^{ton}/_{m}2.}$$

- Tramo Inclinado:

$$CM = 0.95\,{}^{ton}/_{m2}. \qquad CV = 0.23\,{}^{ton}/_{m2}.$$

$$Wu = 1.4\,CM + 1.7\,CV$$

$$\boldsymbol{Wu = 1.72\ {}^{ton}/_{m}2.}$$

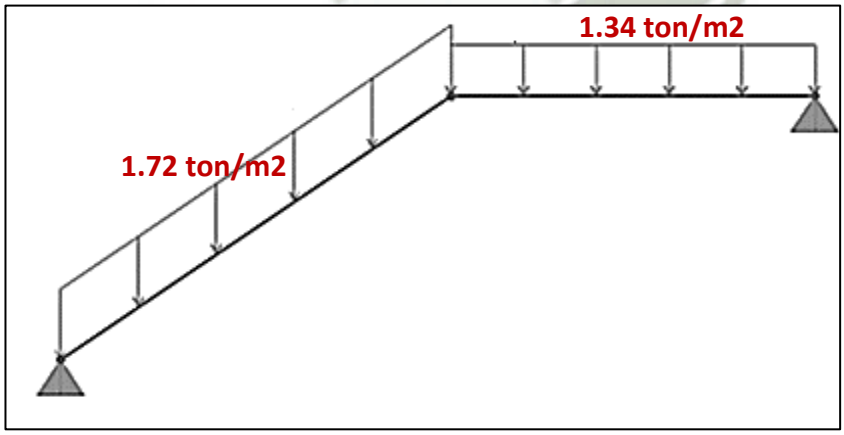


FIGURA N°101 Distribución de Cargas en Escalera.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.9.1 Diseño por Flexión.

El diseño por flexión calcula la cantidad de acero necesario que será colocado en las losas horizontales e inclinadas, y como está sometido a cargas vivas y muertas, estas generan momentos y cortantes. Con ayuda del software se obtuvo las envolventes de las cargas del análisis estructural.

$$M_{33} = 1.00\ ton.m$$

$$V_{22} = 1.95\ ton$$

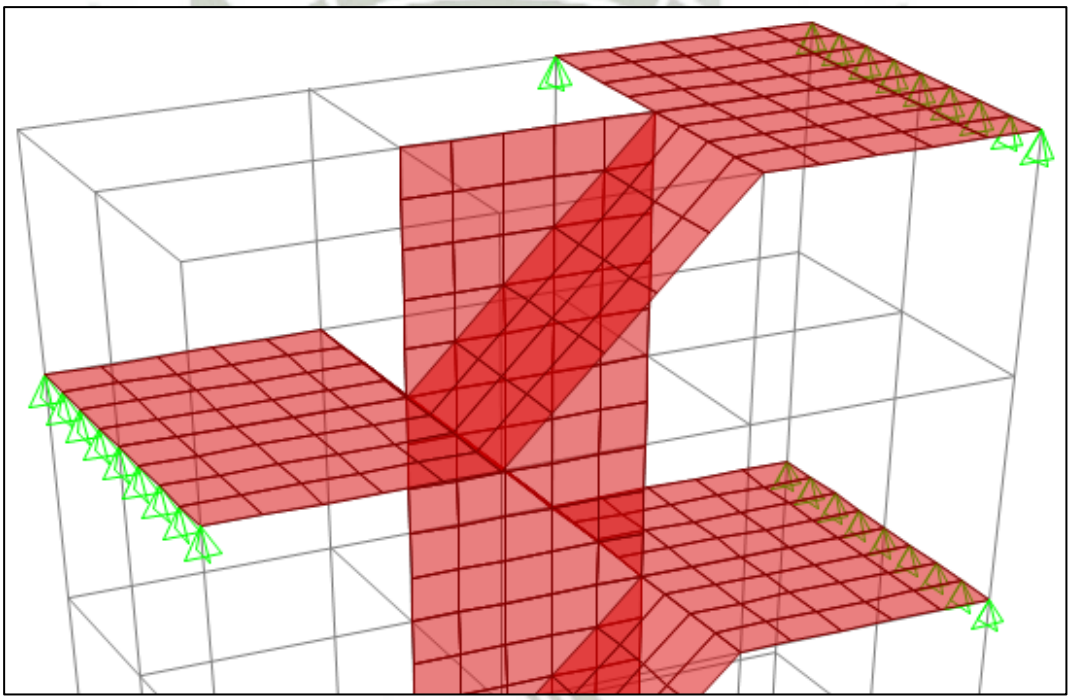


FIGURA N°102 Modelado de Escalera en SAP2000.

El mayor Mu es 0.98 ton/m. Se procede a calcular el acero requerido por flexión:

$$Ku = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{1.00}{100 \times 12^2} = 6.94$$

$$Ku \rightarrow \rho \qquad \rho = 0.0019$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$As = \rho.b.d = 2.28\ cm^2$$

El acero mínimo necesario por temperatura será calculado con la cuantía mínima de la losa (0.18%):

$$As_{min} = 0.0018\ .b.h = 0.0018 \times 100 \times 15$$

$$As_{min} = 3.24\ cm^2$$

Considerando que el acero mínimo requerido por temperatura supera al de flexión, debido a las luces pequeñas. Se considerará fierros de $\emptyset 3/8$" y un espaciamiento de:

$$S = \frac{Av}{As} \times 100$$

$$S = \frac{0.71}{3.24} \times 100 = 22\ cm\ \approx 20cm$$

Finalmente será colocado acero transversal de $\emptyset 3/8$"@ $20\ cm$, y acero reforzado longitudinalmente de $\emptyset 1/2$"@ $20\ cm$.

5.9.2 Diseño por Corte.

Se procede a verificar por corte, teniendo una sección de $\mathrm{b} = 100\mathrm{cm}$ y $\mathrm{d} = \mathrm{h} - 3 = 12\mathrm{cm}$:

$$\emptyset Vc = \emptyset 0.53\sqrt{f'c}b_w d$$

$$\emptyset Vc = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 100 \times 12$$

$$\emptyset Vc = 7.8\ ton.$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$Vu = 1.95\ ton$ del software, se cumple con la resistencia de diseño $\emptyset Vc$ satisfaciendo el requerimiento de Vu.

Por lo tanto se cumple que: $\emptyset Vc \geq Vu$

Finalmente, se presenta un esquema del armado:

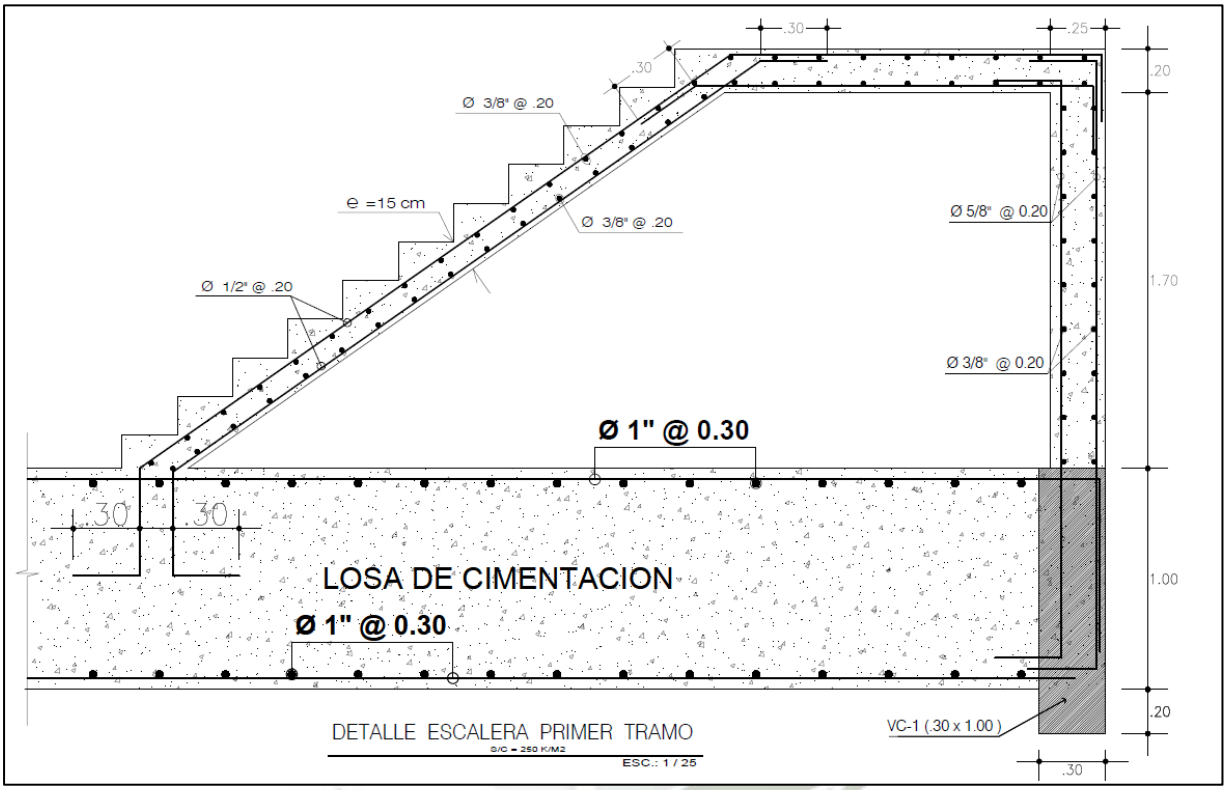


FIGURA N°103 Esquema del Armado Final para la Escalera.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.10 Diseño de Tabiquería en albañilería:

Especificado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, E070, art 29.2 dice: *Para el caso de muros confinados o muros arriostrados por elementos de concreto, las fuerzas deberán trasladarse a los elementos de arriostre o confinamiento por medio de elementos horizontales, vigas o losa.*

En conclusión; para los muros no portantes de la estructura se supondrá que actuará como una losa simplemente apoyada en sus arriostres, entonces el artículo 29.60 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, E070 dice que la magnitud de carga para un metro cuadrado de muro se calculará mediante:

$$w = 0{,}8\, Z.U.C_1.\gamma.e$$

Donde:

Z = factor de zona especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente PROYECTO DE NTE E. 070 ALBAÑILERIA 53

U = factor de importancia especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente

C1 = coeficiente sísmico especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente. e = espesor bruto del muro (incluyendo tarrajeos), en metros.

γ = peso volumétrico de la albañilería.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Entonces:

Z= 0.35

U=1.0

C1 = 2.0

γ = 1.8 Tn/m3

e= 0.25m

Dando como resultado:

$$w = 0.25\, Tn/m2$$

Teniendo, el momento flector distribuido por unidad de longitud Ms, producido por la carga sísmica "w" se calculará por la siguiente formula:

$$Ms = m.w.a^2$$

Según la tabla No 12 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, artículo 29.7, Norma E070. Se toma en consideración el Caso 1 para muros con cuatro bordes arriostrados, ya que estos son las columnetas, vigas y losa, siendo:

a= 1.75m; Muro de menor dimensión ubicado entre el eje 5A y 6A.

b= 2.15m

Se toma el muro más corto porque es más probable que se voltee (1.75m x 2.15m).

b/a= 2.15/1.75 = 1.23

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

m = 0.0646

mxa^2 = (0.0646 x 1.75^2) = 0.198

$f =$ 1,5 kg/cm2 para albañilería simple, según Norma E070, artículo 29.7.

Obtenemos el M actuante y Mresistente

$$Mresistente = \frac{f_t t^2}{6} \qquad Mactuante = mw_s a^2$$

$$Mresistente = \frac{15000\ \frac{Kg}{m^2} x(0.25m)^2}{6} = \ 156.25\ Kg$$

$$Mactuante = 0.0646x0.25\frac{Tn}{m2}\ x\ 1.75m^2 = 28{,}3\ Kg$$

$$Se\ cumple\ que\ Mactuante\ \leq Mresistente$$

Diseño de columna de arriostre

$$Wu1\ =\ 1.25(0.25\ x\ 0.575x2)\ =\ 0.359\ tn/m2$$

$$Wu2\ =\ 1.25(0.56x0.45)\ =\ 0.315\ tn/m2$$

$$Mu\ =\ 0.359\ x\ \left(1.025\ x\ \left(\frac{1.025}{2}+1.125\right)\right)$$

$$+0.15x\ 0.359\ x\ 0.478\ x\frac{2}{3}0.478+0.315x2.15x0.478\ =\ 0.523\ tn.m$$

$$Vu\ =\ 0.359x1.025\ +\ 0.15x0.359x0.478+0.315x2.15\ =\ 1.071\ Tn$$

Tenemos $Ku = \frac{M}{b.d^2} = \frac{0.523\ tn.m}{.30mx.12m^2} = 0.121\ tn/m2$

Obtenemos $Asmin = 0.1\frac{f'cAc}{fy} = 1.875\ cm2$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Según los valores de Ku trabajará con la cuantía mínima del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Siendo $ØVc = 0.53\sqrt{175}\, x\, 15\, x\, 22 = 2.31\, Tn$ mayor que Vu no se necesita estribos.

Se usarán 4Ø3/8" con estribos de Ø1/4, 1@ 0.05 4 @ 0.10 Rto @ 0.20.

Diseño de viga de arriostre

Lm = 1.15 m.

Vu = 5059.78 Kg..

L = 1.75 m.

$$\text{Ts} = \frac{1}{2} * \text{Vu} * \frac{\text{Lm}}{\text{L}}$$

$$\text{Ts} = \frac{1}{2} 5.060 \text{ tn} * \frac{1.15}{1.75} = 3.85 \text{ tnf}$$

$$\text{As} = \frac{\text{Ts}}{\text{Ø} * \text{fy}} \geq 0.1 * \text{f'c} * \frac{\text{Act}}{\text{fy}}$$

$$\text{As} = \frac{3.85}{0.9 \text{ x } 4200} = 0.001 \text{ cm}^2$$

$$\text{As} \geq 0.1 \text{ x } 175 \text{ x} \frac{15 \text{ x } 20}{4200} \geq 1.25 \text{ cm}^2$$

Se utilizará: 4 Ø 3/8" longitudinalmente y estribos de Ø ¼" 1 @ 0.05, 4 @ 0.10, Rto. @ 0.25 m.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

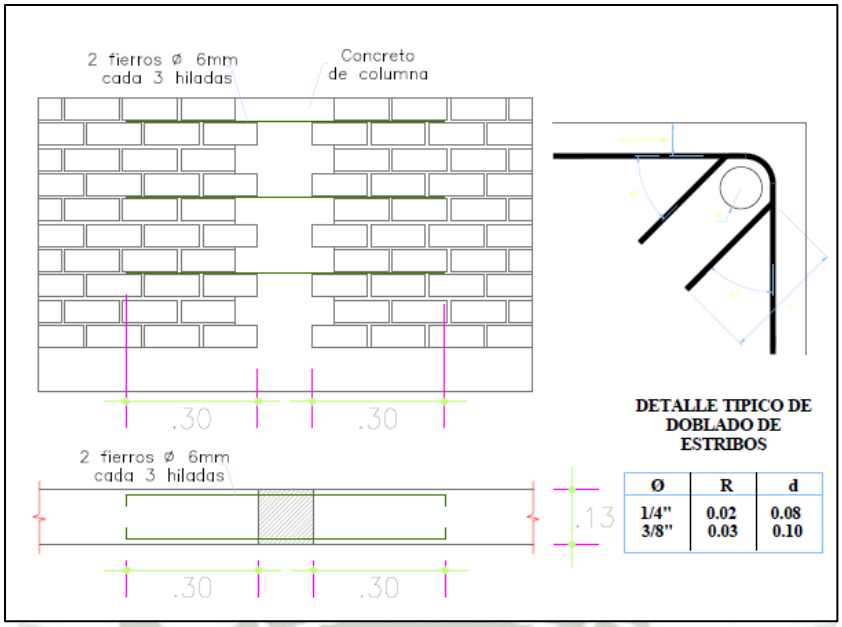


FIGURA N°104: Detalle Unión Muro - Columna

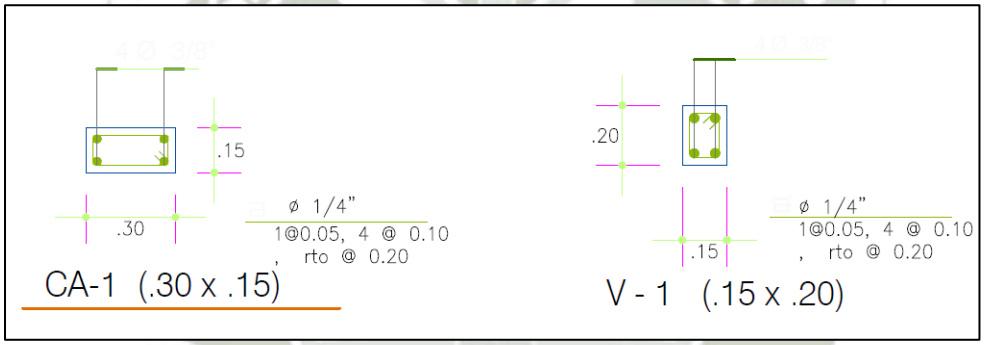


FIGURA N°105: Detalle Columneta y Vigueta

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO VI: COSTOS, PRESUPUESTO Y PROGRAMACION DEL CASCO ROJO.

6.1 COSTOS Y PRESUPUESTOS:

En el Capítulo 09 de la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, dice que los elementos estructurales serán diseñados en todas sus secciones, y así obtener los requerimientos de resistencia. Con el objetivo de cuantificar el costo de la obra.

6.1.1 Introducción Metrados:

Mediante datos obtenidos de lecturas acotadas y lecturas a escala en conjunto, estas son realizadas con el objetivo de calcular la cantidad de obra a realizar. El objetivo es hallar el costo directo desde el cálculo de la cantidad de obra a realizar y su costo unitario.

6.1.2 Análisis de Costos Unitarios:

El análisis de precio unitario es el costo de una actividad por unidad de medida. Usualmente se compone de la valoración de los materiales, la mano de obra, equipos y herramientas.

La elaboración de los costos unitarios, se realizó con un software de costos y presupuestos S-10, teniendo en consideración las partidas recomendadas por el reglamento de Metrados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.1.3 Presupuesto de la Obra:

El presupuesto se desarrolló con el software S-10, considerando las partidas recomendadas por el Reglamento Nacional de Edificaciones. En los costos de las partidas se considera el rendimiento de la mano de obra y los costos de los materiales actuales.

Se procede a mostrar el presupuesto y metrado del proyecto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RESUMEN DE METRADOS

Proyecto: Analisis y Diseño Estructural de una Vivienda Multifamiliar de Ocho noveles en Urb. Boulevard Los Arces, Cayma Arequipa

	01__ESTRUCTURAS		
01.01.00	Caseta de Residencia y Supersion	15.00	m2
01.02.00	Cerco Provisional de Obra	68.00	ml
02.01.00	Limpieza de Terreno	331.65	m2
02.02.00	Trazo y Replanteo Preliminar	331.65	m2
02.03.00	Trazo y Replanteo en el Proceso de la obra	2110.60	m2
02.05.01	Equipos de Proteccion Individual	45.00	jgo
02.05.02	Equipos de Proteccion Colectiva	4.00	jgo
02.05.03	Estudio de Mitigacion Ambiental	1.00	jgo
03.01.00	Corte de Terreno Natural	1028.12	m3
03.05.00	Eliminacion de material Excedente	1028.12	m3
04.01.00	Solado concreto f'c=140kg/cm2	304.65	m2
04.04.00	Falso piso de Cº Simple f'c=140kg/cm2 h=0.10	280.00	m2
05.01.01	Platea de Cimentacion concreto f'c=210kg/cm2	233.27	m3
05.01.02	Platea de Cimentacion Acero Corrugado Ø 1"	17626.80	kg
05.02.01	Viga de Cimentacion f'c=210kg/cm2	57.20	m3
05.02.02	Viga de Cimentacion Encofrado y Desencofrado	80.40	m2
05.02.03	Viga de Cimentcion Acero Corrugado Ø 3/8"	1892.77	kg
05.02.04	Viga de Cimentacion Acero Corrugado Ø 5/8"	1364.48	kg
05.02.04	Viga de Cimentacion Acero Corrugado Ø 3/4"	3820.54	kg
05.03.01	Muro de Contencion Cocreto f'c=280kg/cm2 (sotano)	25.96	m3
05.03.02	Muro de Contencion Encofrado y Desencofrado	570.41	m2
05.03.03	Muro de Contencion Acero Corrugado Ø 3/8"	918.72	kg
05.04.05	Muro de Contencion Acero Corrugado Ø 5/8"	2930.40	kg
05.03.01	Tanque Cisterna Cocreto f'c=210kg/cm2	28.01	m3
05.03.02	Tanque Cisterna Encofrado y Desencofrado	171.42	m2
05.05.03	Tanque Cisterna Acero Corrugado Ø 1/4"	75.80	kg
05.03.03	Tanque Cisterna Acero Corrugado Ø 3/8"	495.90	kg
05.04.04	Tanque Cisterna Acero Corrugado Ø 1/2"	2317.44	kg
05.03.01	Placas Cocreto f'c=280kg/cm2 (sotano)	20.50	m3
05.03.01	Placas Cocreto f'c=210kg/cm2	147.97	m3
05.03.02	Placas Encofrado y Desencofrado	1232.88	m2
05.03.03	Placas Acero Corrugado Ø 3/8"	9837.50	kg
05.04.04	Placas Acero Corrugado Ø 1/2"	2570.40	kg
05.04.05	Placas Acero Corrugado Ø 5/8"	2419.20	kg
05.04.05	Placas Acero Corrugado Ø 3/4"	6567.68	kg
05.04.01	Columna concreto f'c=280kg/cm2 (sotano)	4.03	m3
05.04.01	Columna concreto f'c=210kg/cm2	26.42	m3

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

05.04.02	Columnas Encofrado y Desencofrado	198.50	m2
05.04.03	Columnas Acero Corrugado Ø 3/8"	2201.41	kg
05.04.05	Columnas Acero Corrugado Ø 5/8"	1856.00	kg
05.04.05	Columnas Acero Corrugado Ø 3/4"	1980.16	kg
05.05.01	Losa Aligerada concreto f'c=210kg/cm2	143.10	m3
05.05.02	Losa Aligerada encofrado y desencofrado	1467.02	m2
05.05.03	Losa Aligerada Acero Corrugado Ø 1/4"	1637.50	kg
05.05.04	Losa Aligerada Acero Corrugado Ø 3/8"	230.61	kg
05.05.05	Losa Aligerada Acero Corrugado Ø 1/2"	7790.45	kg
05.05.05	Losa Aligerada Acero Corrugado Ø 5/8"	2899.68	kg
05.05.06	Losa Aligerada Ladrillo hueco para techo h=0.20	12341.00	und
05.06.01	Vigas concreto f'c=210kg/cm2	212.57	m3
05.06.02	Vigas Encofrado y Desencofrado	1025.11	m2
05.06.03	Vigas Acero Corrugado Ø 1/4"	113.80	kg
05.06.04	Vigas Acero Corrugado Ø 3/8"	9084.80	kg
05.06.05	Vigas Acero Corrugado Ø 1/2"	1162.80	kg
05.06.06	Vigas Acero Corrugado Ø 5/8"	2224.00	kg
05.06.07	Vigas Acero Corrugado Ø 3/4"	19300.51	kg
05.06.07	Vigas Acero Corrugado Ø 1"	1460.96	kg
05.07.01	Losa Maciza concreto f'c=210kg/cm2	16.85	m3
05.07.02	Losa Maciza Encofrado y Desencofrado	85.11	m2
05.07.03	Losa Maciza Acero Corrugado Ø 3/8"	1142.14	kg
05.07.01	Escaleras concreto f'c=210kg/cm2	25.53	m3
05.07.02	Escaleras Encofrado y Desencofrado	153.12	m2
05.07.03	Escaleras Acero Corrugado Ø 3/8"	759.64	kg
05.07.04	Escaleras Acero Corrugado Ø 1/2"	1497.62	kg
05.06.06	Escaleras Acero Corrugado Ø 5/8"	345.60	kg
05.08.01	Tensores concreto f'c=175kg/cm2	16.13	m3
05.08.02	Tensores Encofrado y Desencofrado	215.00	m2
05.08.03	Tensores Acero Corrugado Ø 1/4"	440.00	kg
05.08.04	Tensores Acero Corrugado Ø 3/8"	1856.00	kg
06.01.00	Muro de ladrillo king Kong H9 tipo soga	1439.14	m2
06.02.00	Muro de ladrillo king Kong H9 tipo cabeza	345.51	m2

TABLA No 46 : Resumen de Metrados

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PRESUPUESTO

Proyecto: Analisis y Diseño Estructural de una Vivienda Multifamiliar de Ocho noveles en Urb. Boulevard Los Arces, Cayma Arequipa
Propietario :
Formula: ESTRUCTURAS
Fecha : 2017

Departamento: Arequipa **Provincia: Arequipa** **Distrito: Cayma**

item	Descripcion	Unidad	Metrados	Precio	Parcial	Subtotal
01.00.00	**Obras Provisionales**					
01.01.00	Caseta de Residencia y Supersion	m2	15.00	75.00	1,125.00	
01.02.00	Cerco Provisional de Obra	Ml	68.00	32.20	2,189.60	3,314.60
02.00.00	**Trabajos Preliminares**					
02.01.00	Limpieza de Terreno	m2	331.65	3.50	1,160.78	
02.02.00	Trazo y Replanteo Preliminar	m2	331.65	1.70	563.81	
02.03.00	Trazo y Replanteo en el Proceso de la obra	m2	2110.60	1.70	3,588.02	5,312.60
02.04.00	**Seguridad**					
02.05.01	Equipos de Proteccion Individual	Jgo	45.00	125.00	5,625.00	
02.05.02	Equipos de Proteccion Colectiva	Jgo	4.00	2349.85	9,399.40	
02.05.03	Estudio de Mitigacion Ambiental	Jgo	1.00	1569.10	1,569.10	16,593.50
03.00.00	**Movimientos de Tierra**					
03.01.00	Corte de Terreno Natural	m3	1028.12	9.60	9,869.90	
03.05.00	Eliminacion de material Excedente	m3	1028.12	38.85	39,942.27	49,812.17
04.00.00	**Obras de Concreto Simple**					
04.01.00	Solado concreto f'c=140kg/cm2	m2	304.65	27.85	8,484.50	
04.04.00	Falso piso de C° Simple f'c=140kg/cm2 h=0.10	m2	280.00	38.65	10,822.00	19,306.50
05.00.00	**Obras de Concreto Armado**					
05.01.01	Platea de Cimentacion concreto f'c=210kg/cm2	m3	233.27	322.60	75,253.87	
05.01.02	Platea de Cimentacion Acero Corrugado Ø 1"	Kg	17626.80	3.95	69,625.86	
05.02.01	Viga de Cimentacion f'c=210kg/cm2	m3	57.20	345.00	19,735.38	
05.02.02	Viga de Cimentacion Encofrado y Desencofrado	m2	80.40	55.30	4,446.12	
05.02.03	Viga de Cimentcion Acero Corrugado Ø 3/8"	Kg	1892.77	4.55	8,612.11	
05.02.04	Viga de Cimentacion Acero Corrugado Ø 5/8"	Kg	1364.48	4.55	6,208.38	
05.02.04	Viga de Cimentacion Acero Corrugado Ø 3/4"	Kg	3820.54	4.55	17,383.48	
05.03.01	Muro de Contencion Cocreto f'c=280kg/cm2 (sotano)	m3	25.96	528.75	13,727.01	
05.03.02	Muro de Contencion Encofrado y Desencofrado	m2	570.41	44.60	25,440.29	
05.03.03	Muro de Contencion Acero Corrugado Ø 3/8"	Kg	918.72	4.10	3,766.75	
05.04.05	Muro de Contencion Acero Corrugado Ø 5/8"	Kg	2930.40	4.10	12,014.64	
05.03.01	Tanque Cisterna Cocreto f'c=210kg/cm2	m3	28.01	460.95	12,911.21	
05.03.02	Tanque Cisterna Encofrado y Desencofrado	m2	171.42	57.80	9,908.08	
05.05.03	Tanque Cisterna Acero Corrugado Ø 1/4"	Kg	75.80	4.65	352.47	
05.03.03	Tanque Cisterna Acero Corrugado Ø 3/8"	Kg	495.90	4.65	2,305.94	
05.04.04	Tanque Cisterna Acero Corrugado Ø 1/2"	Kg	2317.44	4.65	10,776.10	
05.03.01	Placas Cocreto f'c=280kg/cm2 (sotano)	m3	20.50	498.10	10,211.67	
05.03.01	Placas Cocreto f'c=210kg/cm2	m3	147.97	445.70	65,949.45	
05.03.02	Placas Encofrado y Desencofrado	m2	1232.88	55.80	68,794.70	
05.03.03	Placas Acero Corrugado Ø 3/8"	kg	9837.50	3.95	38,858.11	
05.04.04	Placas Acero Corrugado Ø 1/2"	kg	2570.40	3.95	10,153.08	

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

05.04.05	Placas Acero Corrugado Ø 5/8"	kg	2419.20	3.95	9,555.84	
05.04.05	Placas Acero Corrugado Ø 3/4"	kg	6567.68	3.95	25,942.34	
05.04.01	Columna concreto f'c=280kg/cm2 (sotano)	m3	4.03	594.10	2,393.84	
05.04.01	Columna concreto f'c=210kg/cm2	m3	26.42	518.65	13,701.07	
05.04.02	Columnas Encofrado y Desencofrado	m2	198.50	55.10	10,937.21	
05.04.03	Columnas Acero Corrugado Ø 3/8"	kg	2201.41	4.00	8,805.65	
05.04.05	Columnas Acero Corrugado Ø 5/8"	kg	1856.00	4.00	7,424.00	
05.04.05	Columnas Acero Corrugado Ø 3/4"	kg	1980.16	4.00	7,920.64	
05.05.01	Losa Aligerada concreto f'c=210kg/cm2	m3	143.10	360.40	51,573.65	
05.05.02	Losa Aligerada encofrado y desencofrado	m2	1467.02	42.90	62,935.29	
05.05.03	Losa Aligerada Acero Corrugado Ø 1/4"	kg	1637.50	3.85	6,304.38	
05.05.04	Losa Aligerada Acero Corrugado Ø 3/8"	kg	230.61	3.85	887.84	
05.05.05	Losa Aligerada Acero Corrugado Ø 1/2"	kg	7790.45	3.85	29,993.25	
05.05.05	Losa Aligerada Acero Corrugado Ø 5/8"	kg	2899.68	3.85	11,163.77	
05.05.06	Losa Aligerada Ladrillo hueco para techo h=0.20	und	12341.00	2.85	35,171.85	
05.06.01	Vigas concreto f'c=210kg/cm2	m3	212.57	365.90	77,780.51	
05.06.02	Vigas Encofrado y Desencofrado	m2	1025.11	71.50	73,295.19	
05.06.03	Vigas Acero Corrugado Ø 1/4"	kg	113.80	4.05	460.89	
05.06.04	Vigas Acero Corrugado Ø 3/8"	kg	9084.80	4.05	36,793.42	
05.06.05	Vigas Acero Corrugado Ø 1/2"	kg	1162.80	4.05	4,709.34	
05.06.06	Vigas Acero Corrugado Ø 5/8"	kg	2224.00	4.05	9,007.20	
05.06.07	Vigas Acero Corrugado Ø 3/4"	kg	19300.51	4.05	78,167.07	
05.06.07	Vigas Acero Corrugado Ø 1"	kg	1460.96	4.05	5,916.89	
05.07.01	Losa Maciza concreto f'c=210kg/cm2	m3	16.85	365.85	6,165.49	
05.07.02	Losa Maciza Encofrado y Desencofrado	m2	85.11	72.65	6,183.24	
05.07.03	Losa Maciza Acero Corrugado Ø 3/8"	kg	1142.14	3.65	4,168.80	
05.07.01	Escaleras concreto f'c=210kg/cm2	m3	25.53	485.15	12,387.33	
05.07.02	Escaleras Encofrado y Desencofrado	m2	153.12	74.15	11,353.66	
05.07.03	Escaleras Acero Corrugado Ø 3/8"	kg	759.64	3.90	2,962.59	
05.07.04	Escaleras Acero Corrugado Ø 1/2"	kg	1497.62	3.90	5,840.70	
05.06.06	Escaleras Acero Corrugado Ø 5/8"	kg	345.60	3.90	1,347.84	
05.08.01	Tensores concreto f'c=175kg/cm2	m3	16.13	470.55	7,587.62	
05.08.02	Tensores Encofrado y Desencofrado	m2	215.00	53.25	11,448.75	
05.08.03	Tensores Acero Corrugado Ø 1/4"	kg	440.00	3.80	1,672.00	
05.08.04	Tensores Acero Corrugado Ø 3/8"	kg	1856.00	3.80	7,052.80	1,135,446.63
	Albañileria					
06.01.00	Muro de ladrillo king Kong H9 tipo soga	m2	1439.14	72.55	104,409.82	
06.02.00	Muro de ladrillo king Kong H9 tipo cabeza	m2	345.51	110.30	38,109.20	142,519.03

COSTO DIRECTO		S/.	**1,372,305.03**
GASTOS GENERALES 6%		S/.	**82,338.30**
UTILIDAD 5%		S/.	**68,615.25**
SUB-TOTAL		S/.	**1,523,258.58**
IGV 18%			**274,186.54**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

TOTAL	**1,797,445.12**

SON : Un Millon Seteciento Noventa y Siete Mil Cuatrocientos Cuarenta y Cinco con 12/100 Soles

TABLA No 47 : Presupuesto de la Edificación

6.2 PROGRAMACIÓN DE CASCO ROJO:

Con la ayuda del software Ms Project y ya conocidas las partidas y metrados, se procede a obtener el tiempo de ejecución de la obra.

6.2.1 Diagrama de Gantt:

Se utiliza para la planificación y programación de tareas a lo largo de un determinado periodo de tiempo. Permite hacer el seguimiento correspondiente y control de obra de cada una de las etapas del proyecto.

También gráficamente se reproducen las tareas, duración y secuencia, además del calendario general del proyecto y la fecha de finalización prevista. En el Anexo 1 se adjunta el diagrama de Gantt.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CONCLUSIONES

1. Los muros de corte son los elementos que aportan mayor resistencia lateral de la edificación ante solicitaciones sísmicas ya que básicamente la estructura está conformada por doce placas con un peso total de 403.868 Tn.

2. Para el análisis sísmico se considera la suma total de la carga muerta más el 25% de la sobrecarga. El peso total para la estructura es de 2,024.11ton.

3. En este proyecto se ha visto por conveniente el uso de losas aligeradas de peralte 0.25m con luces de 4.45 m. y 5.95 m de largo, estas son luces intermedias de las cuales es económico usar en un aligerado, así como su costo de vaciado y encofrado en contraste de una losa maciza.

4. Las derivas de entre piso son de 0.00246 en X y 0.00388 en Y; siendo más rígido en la dirección Y que en la dirección X lo cual cumple con lo indicado en la norma NT E030.

5. Al diseñar columnas los valores de los momentos flectores son muy bajos, predominando el comportamiento a compresión. Debido a la colocación de placas de gran dimensión en ambas direcciones ya que soportan los esfuerzos de corte del sismo. Estas causan la flexión en las columnas.

6. En el diseño de placas la fuerza de compresión y tracción son las que se llevan las placas, es allí donde se puede observar los valores de momentos flectores altos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

7. Los muros de corte transmiten grandes momentos y cargas axiales a la cimentación del edificio. Se tuvo que disponer de la construcción de una platea de cimentación al verificar que las zapatas se superponían.

8. La resistencia a flexión es mayor en las columnas que en los demás elementos estructurales como las vigas que juntas forman un nudo, las rótulas plásticas se muestran más en las vigas que en las columnas, así se genera estabilidad y la distribución correcta de momentos, ante una solicitación sísmica.

9. Se tendrá que amplificar todas las fuerzas y momentos por 1.565 en la dirección X-X y por 2.093 en la dirección Y-Y ya que no se cumple con la verificación de la fuerza cortante mínima en la base.

10. Para poder hacer el análisis estructural haciendo la platea de cimentación se tomó en cuenta un valor de módulo de balasto igual a: K=4.0 Kg/cm3, basado en tablas de Terzaghi.

11. El costo de la edificación en casco rojo asciende a la suma de S/. 1,797,445.12 (UN MILLON SETECIENTOS NOVENTA Y SIETE MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO CON 12/100 Nuevos Soles) que incluyen gastos generales, utilidad e IGV. Siendo el costo por m2 de la construcción de S/. 1,125.39 (MIL CIENTO VEINTICINCO CON 39/100 Nuevos Soles).

12. El proyecto tiene un tiempo estimado de duración de 161 días hábiles con jornada de 8 horas de trabajo de Lunes a Sábado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RECOMENDACIONES

1. La utilización de software al realizar el diseño estructural es utilizada para comprobación del mismo. No se recomienda confiar en todos los resultados de este. Es necesario hacer la comprobación por parte del diseñador.
2. Se recomienda utilizar platea de cimentación cuando el área de zapatas sea mayor al 50% del área destinada a la cimentación. Se recomienda su uso cuando sus cargas axiales sean muy grandes y suelos de baja o mediana capacidad portante.
3. Se recomienda el ensanche de viguetas cuando las luces de la edificación son muy grandes, eso trae fisuras entre la losa y la viga.
4. En edificios de gran altura es importante proyectar más de un muro de corte para que este sea rígido en ambas direcciones.
5. En edificios que tengan sistemas estructurales predominantes de placas y pórticos de concreto armado. Se recomienda aislar la tabiquería de ladrillo mediante juntas sísmicas para evitar la interacción durante un sismo.
6. En la elaboración de los costos y presupuestos se recomienda tener una línea de costo por m2, esto nos dará un índice para futuros presupuestos de similares características.
7. Para un proyecto de calidad, es obligatoria la supervisión rigurosa que asegure un adecuado cumplimiento de las especificaciones técnicas, un equipo de trabajo calificado, seguridad y además de un diseño estructural correcto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

BIBLIOGRAFIA

- BLANCO, Antonio.
  1994 *Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado.* 2da edición. Lima – Perú. Colegio de Ingenieros del Perú.

- MUÑOZ, Alejandro.
  2003 *Ingeniería Sismorresistente*. 2da edición. Lima – Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú

- OTTAZZI, Gianfranco.
  2006 *Diseño en Concreto Armado*. 1ra edición. Lima – Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.

- CALAVERA, José.
  1992 Cálculo estructuras de cimentación – 4ta Edición - INTEMAC.

- CSICOL
  V8.3.1, ANÁLISIS REFERENCE MANUAL, CSI, Berkeley California, 2005.

- FERNANDEZ C. Carlos.
  2000 *Análisis y Diseño de Escaleras*, Lima – Perú. Editorial Ciencias

- HUERTA A. Guillermo.
  2007 *Programación de Obras con MS PROJET*, Lima – Perú. Editado por fondo editorial ICG.

- RAMOS S. Jesús.,
  2003 *Costos y Presupuestos en Edificaciones*, Lima – Perú. CAPECO.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- *1994 Reglamento de Metrados para Obras de Edificación*, Lima – Perú. CAPECO.

- *2016 Reglamento Nacional de Edificaciones*, Lima – Perú. ICG.

- SAP 2000 V17.0.0, 2007 *Analysis Reference Manual*, CSI - Berkeley California.

- APUNTES de Clases de los Cursos. *Análisis Estructural, Concreto Armado 1, 2*.

- 2016, Tesis Helen Portocarrero Vera - "Diseño Estructural De Un Edificio Multifamiliar De Nueve Pisos Más Sótano, Ubicado En Una Urbanización Residencial En El Distrito De Cercado" – Arequipa – Perú.

- NORMAS TECNICAS Peruanas de Estructuras. *Edición actualizada a Octubre del 2016.* Lima – Perú.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

"ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URBANIZACIÓN BOULEVARD LOS ARCES – CAYMA - AREQUIPA"

TOMO II

Tesis presentada por el bachiller:
Angulo Ascuña Christian Eduardo
para optar el Título Profesional de:
Ingeniero Civil

Asesor: Ing. Rosas Espinoza Jorge

Arequipa – Perú

2018

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

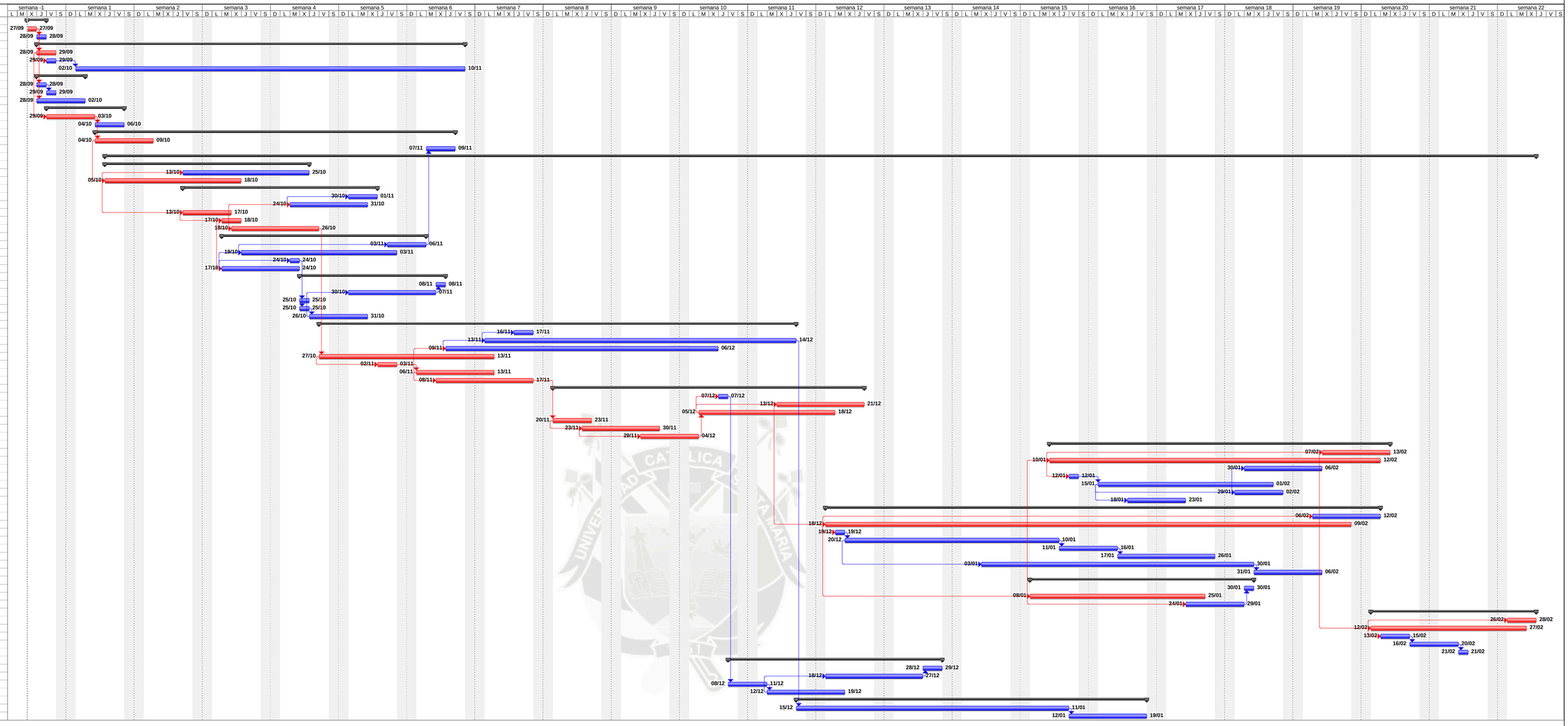
ANEXO 01

DIAGRAMA DE GANTT

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

PROGRAMACION DE OBRA
PROYECTO:
VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES URB. BOULEVARD LOS ARCES

Id	Nombre de tarea
1	**Obras Provisionales**
2	Caseta de Residencia y Supervision
3	Cerco Provisional de Obra
4	**Trabajos Preliminares**
5	Limpieza de Terreno
6	Trazo y Replanteo Preliminar
7	Trazo y Replanteo en el Proceso de la obra
8	**Seguridad**
9	Equipos de Proteccion Individual
10	Equipos de Proteccion Colectiva
11	Estudio de Mitigacion Ambiental
12	**Movimientos de Tierra**
13	Corte de Terreno Natural
14	Eliminacion de material Excedente
15	**Obras de Concreto Simple**
16	Solado concreto f'c=140kg/cm2
17	Falso piso de C° Simple f'c=140kg/cm2 h=0.10
18	**Obras de Concreto Armado**
19	**Platea de Cimentacion**
20	Platea de Cimentacion Concreto f'c=210kg/cm2
21	Platea de Cimentacion Acero Corrugado Ø 1"
22	**Viga de Cimentacion**
23	Viga de Cimentacion Concreto f'c=210kg/cm2
24	Viga de Cimentacion Encofrado y Desencofrado
25	Viga de Cimentacion Acero Corrugado Ø 3/8"
26	Viga de Cimentacion Acero Corrugado Ø 5/8"
27	Viga de Cimentacion Acero Corrugado Ø 3/4"
28	**Muro de Contencion**
29	Muro de Contencion Concreto f'c=280kg/cm2 (sotano)
30	Muro de Contencion Encofrado y Desencofrado
31	Muro de Contencion Acero Corrugado Ø 3/8"
32	Muro de Contencion Acero Corrugado Ø 5/8"
33	**Tanque Cisterna**
34	Tanque Cisterna Concreto f'c=210kg/cm2
35	Tanque Cisterna Encofrado y Desencofrado
36	Tanque Cisterna Acero Corrugado Ø 1/4"
37	Tanque Cisterna Acero Corrugado Ø 3/8"
38	Tanque Cisterna Acero Corrugado Ø 1/2"
39	**Placas**
40	Placas Concreto f'c=280kg/cm2 (sotano)
41	Placas Concreto f'c=210kg/cm2
42	Placas Encofrado y Desencofrado
43	Placas Acero Corrugado Ø 3/8"
44	Placas Acero Corrugado Ø 1/2"
45	Placas Acero Corrugado Ø 5/8"
46	Placas Acero Corrugado Ø 3/4"
47	**Columnas**
48	Columna Concreto f'c=280kg/cm2 (sotano)
49	Columna Concreto f'c=210kg/cm2
50	Columnas Encofrado y Desencofrado
51	Columnas Acero Corrugado Ø 3/8"
52	Columnas Acero Corrugado Ø 5/8"
53	Columnas Acero Corrugado Ø 3/4"
54	**Losa Aligerada**
55	Losa Aligerada Concreto f'c=210kg/cm2
56	Losa Aligerada Encofrado y desencofrado
57	Losa Aligerada Acero Corrugado Ø 1/4"
58	Losa Aligerada Acero Corrugado Ø 3/8"
59	Losa Aligerada Acero Corrugado Ø 1/2"
60	Losa Aligerada Acero Corrugado Ø 5/8"
61	Losa Aligerada Ladrillo hueco para techo h=0.20
62	**Vigas**
63	Vigas Concreto f'c=210kg/cm2
64	Vigas Encofrado y Desencofrado
65	Vigas Acero Corrugado Ø 1/4"
66	Vigas Acero Corrugado Ø 3/8"
67	Vigas Acero Corrugado Ø 1/2"
68	Vigas Acero Corrugado Ø 5/8"
69	Vigas Acero Corrugado Ø 3/4"
70	Vigas Acero Corrugado Ø 1"
71	**Losa Maciza**
72	Losa Maciza Concreto f'c=210kg/cm2
73	Losa Maciza Encofrado y Desencofrado
74	Losa Maciza Acero Corrugado Ø 3/8"
75	**Escaleras**
76	Escaleras Concreto f'c=210kg/cm2
77	Escaleras Encofrado y Desencofrado
78	Escaleras Acero Corrugado Ø 3/8"
79	Escaleras Acero Corrugado Ø 1/2"
80	Escaleras Acero Corrugado Ø 5/8"
81	**Tensores**
82	Tensores Concreto f'c=175kg/cm2
83	Tensores Encofrado y Desencofrado
84	Tensores Acero Corrugado Ø 1/4"
85	Tensores Acero Corrugado Ø 3/8"
86	**Albañileria**
87	Muro de ladrillo king Kong H9 tipo soga
88	Muro de ladrillo king Kong H9 tipo cabeza



Proyecto: PROGRAMACION OMAR V
Fecha: mié 27/09/17

Tarea · Tarea crítica · Progreso · Hito · Resumen · Tarea resumida · Tarea crítica resumida · Hito resumido · Progreso resumido · División · Tareas externas · Resumen del proyecto · Agrupar por síntesis · Fecha límite

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO 02

PLANOS

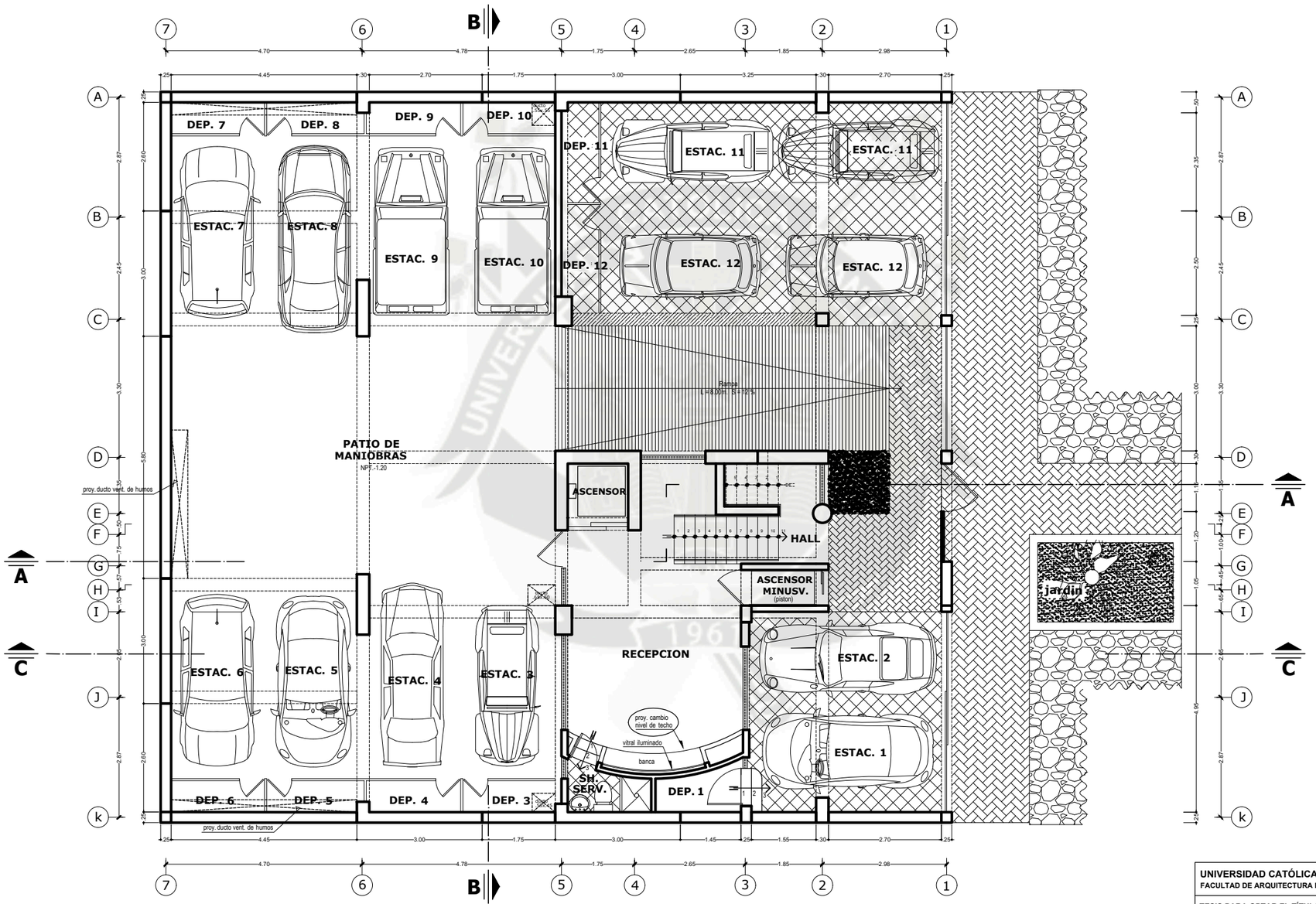
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PLANOS ARQUITECTURA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

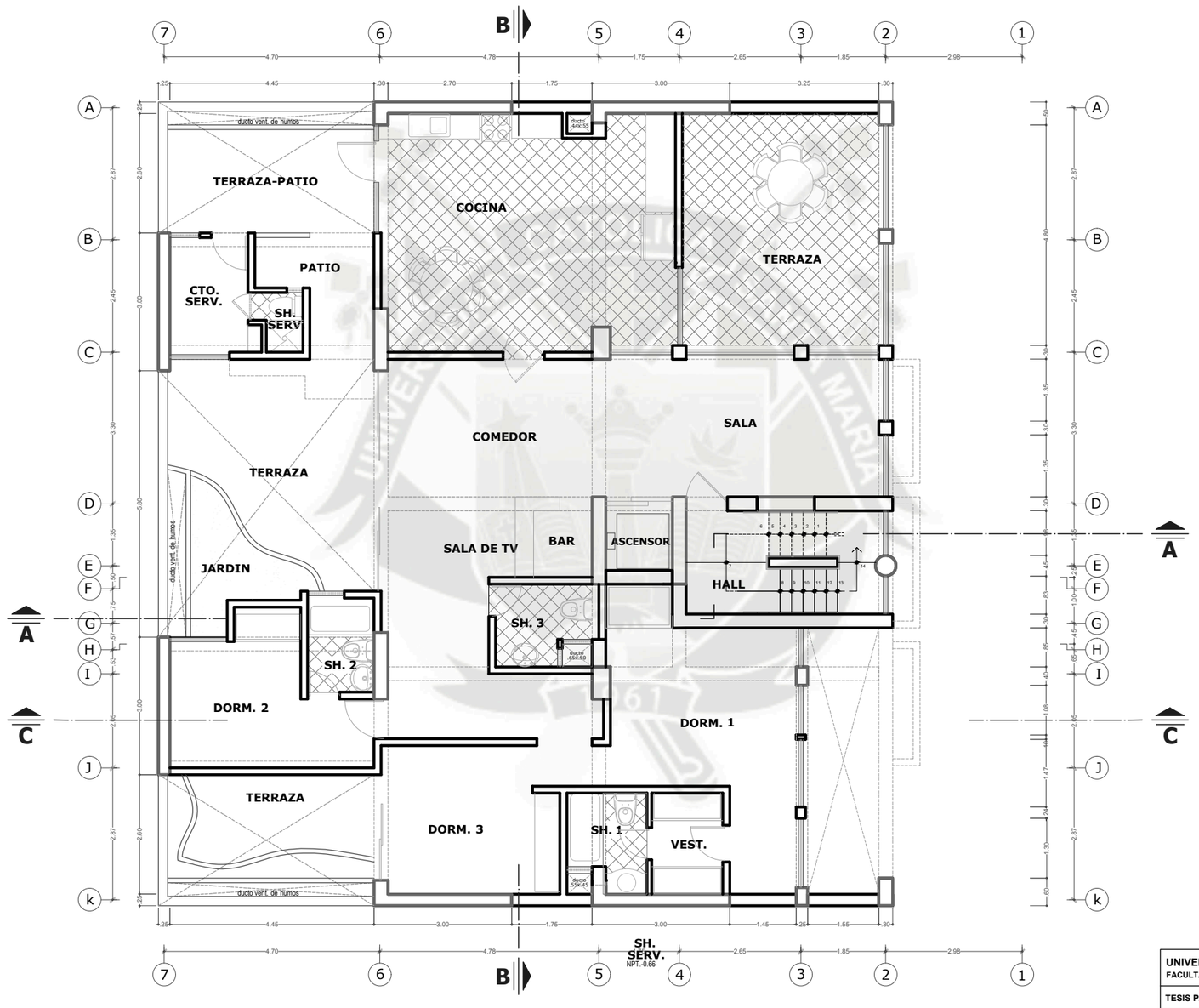
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO:
PLANTA DE ESTACIONAMIENTO

ESCALA: 1/75

FECHA: SEPTIEMBRE - 2017

LÁMINA: A - 01



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

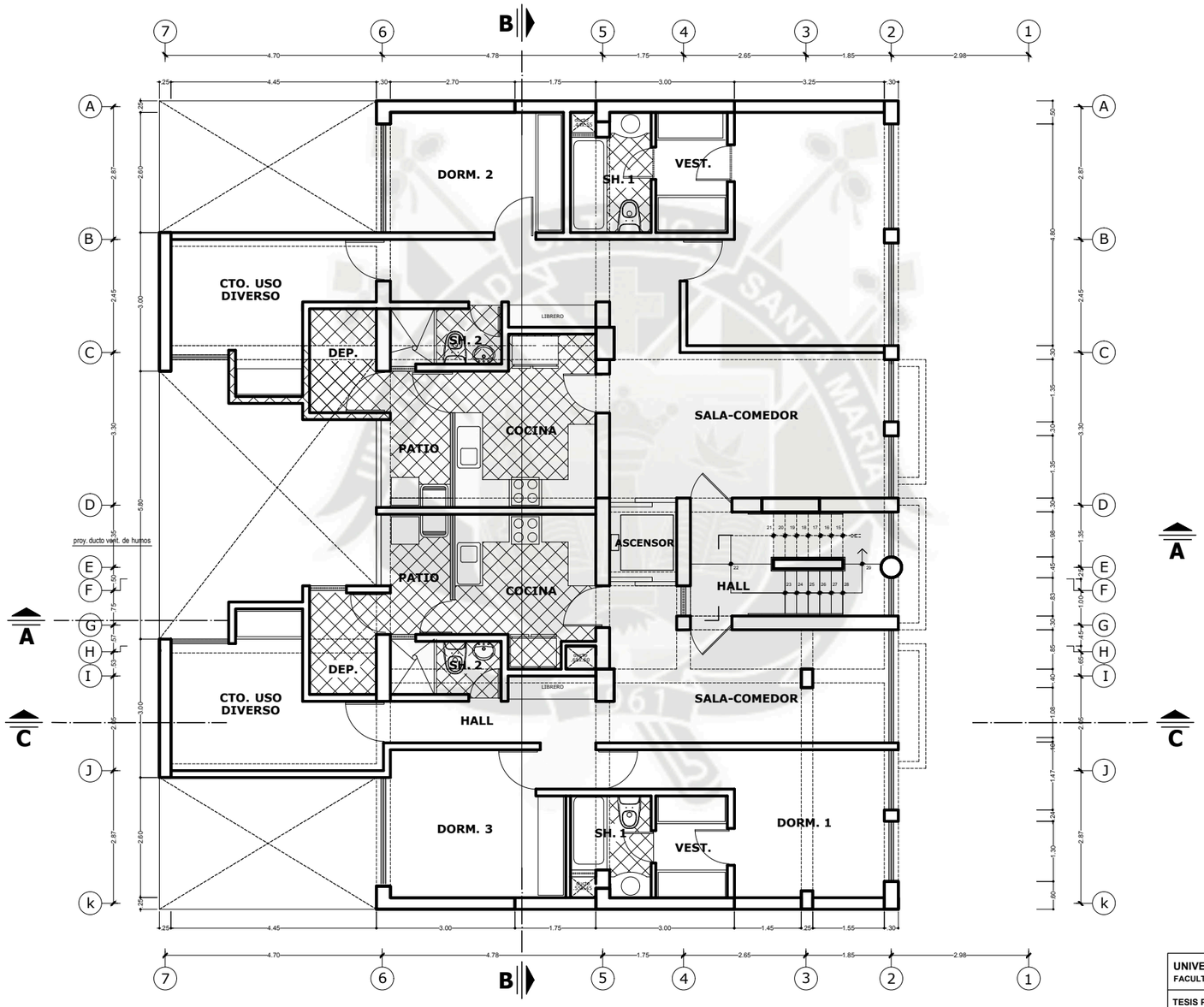
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO:
PRIMERA PLANTA

ESCALA:
1/75

FECHA:
SEPTIEMBRE - 2017

LÁMINA:
A - 02



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

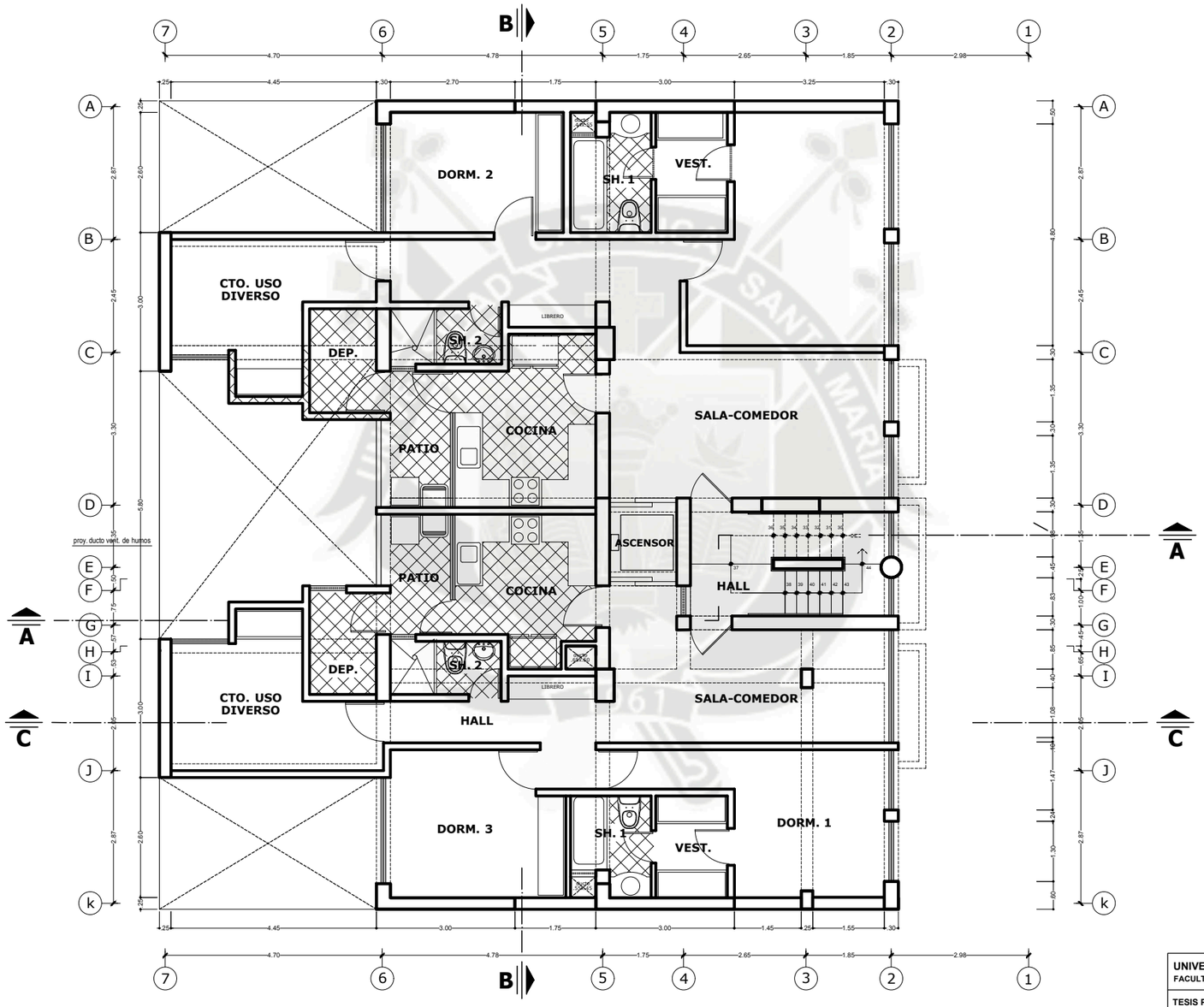
BACHILLER: CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO: SEGUNDA PLANTA

ESCALA: 1/75

FECHA: SEPTIEMBRE - 2017

LÁMINA: A - 03



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

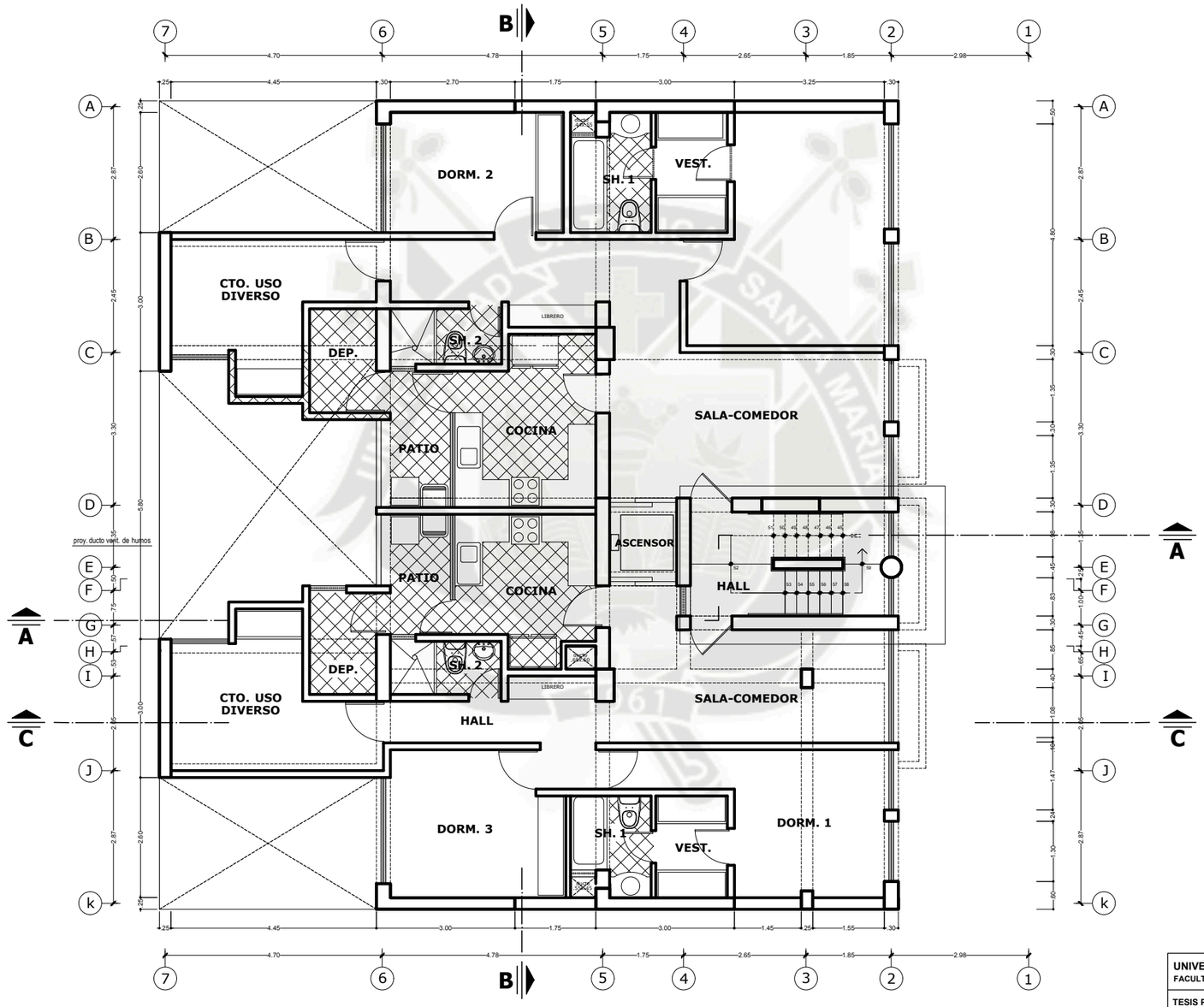
BACHILLER: CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO: TERCERA PLANTA

ESCALA: 1/75

FECHA: SEPTIEMBRE - 2017

LÁMINA: A - 04



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

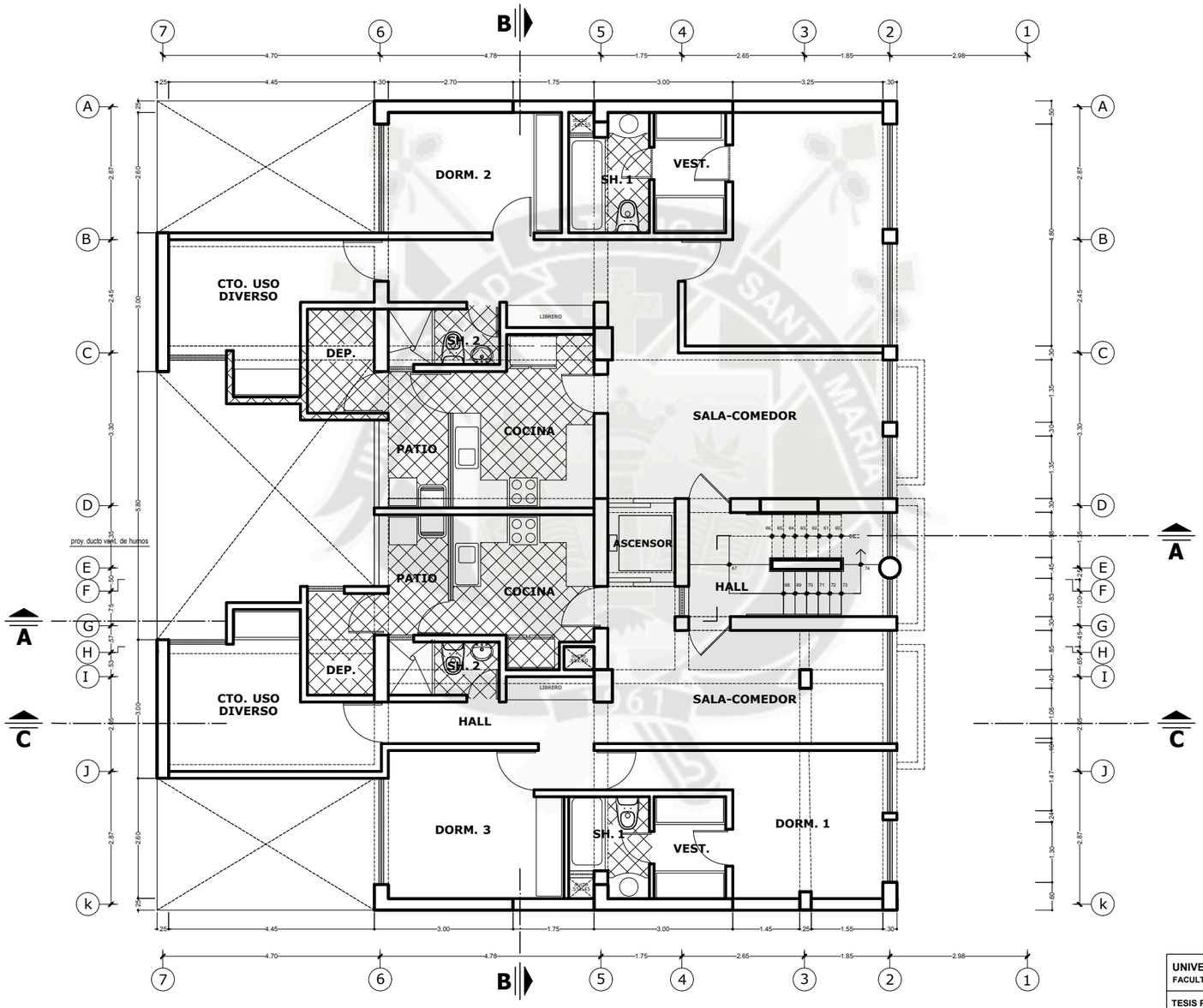
BACHILLER: CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO: CUARTA PLANTA

ESCALA: 1/75

FECHA: SEPTIEMBRE - 2017

LÁMINA: A - 05



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

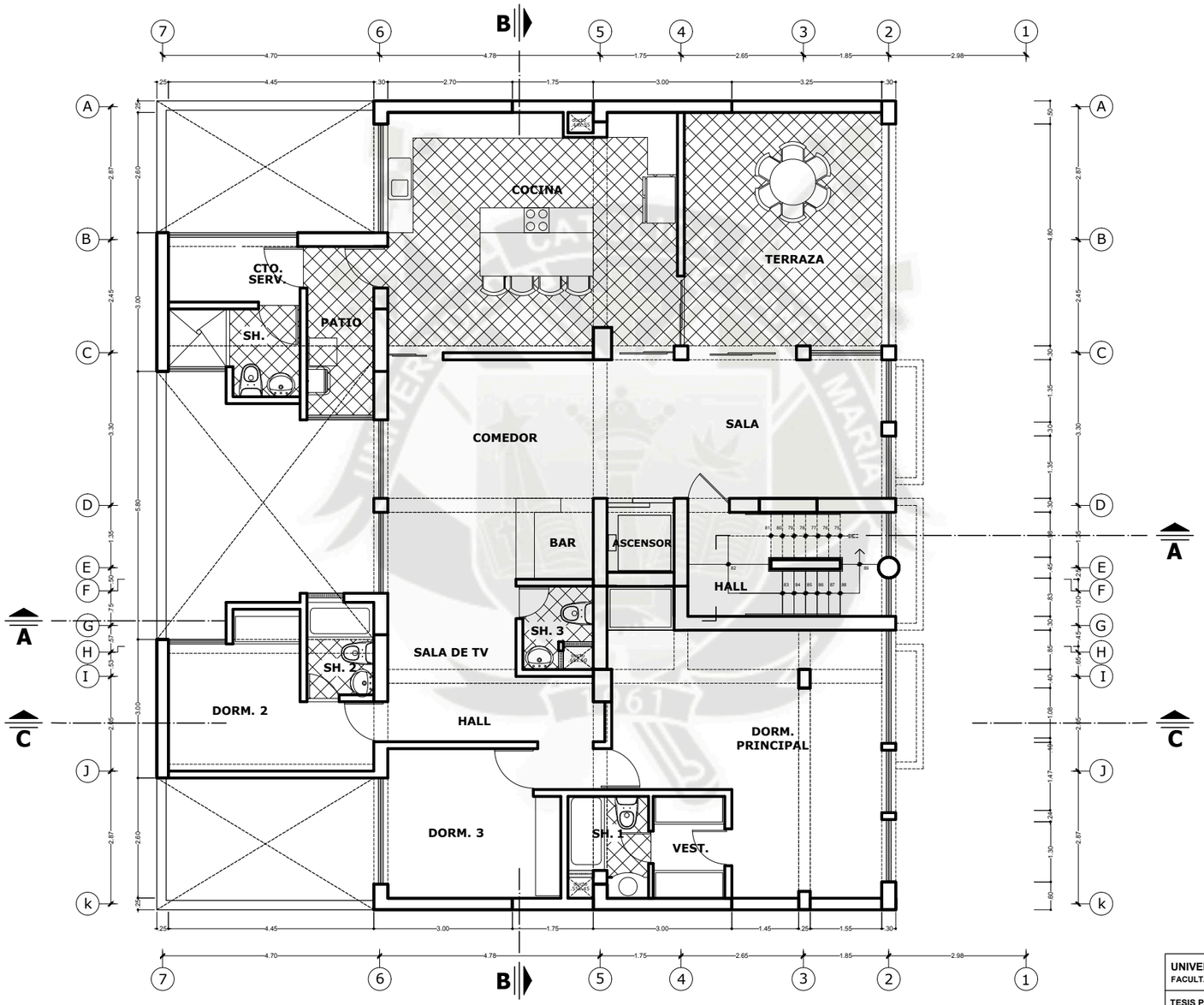
BACHILLER: CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO: QUINTA PLANTA

ESCALA: 1/75

FECHA: SEPTIEMBRE - 2017

LÁMINA: A - 06



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

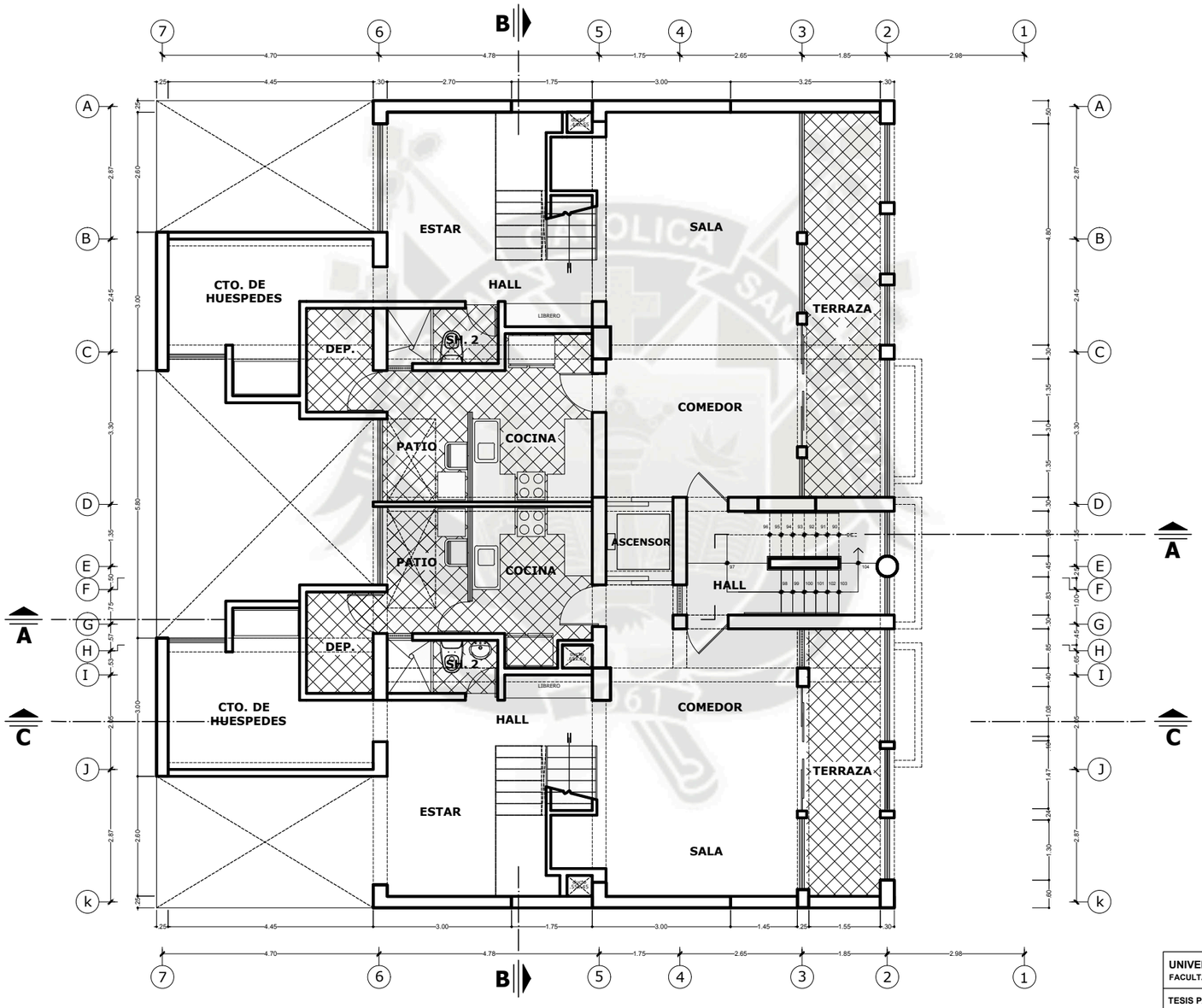
BACHILLER: CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO: SEXTA PLANTA

ESCALA: 1/75

FECHA: SEPTIEMBRE - 2017

LÁMINA: A - 07



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

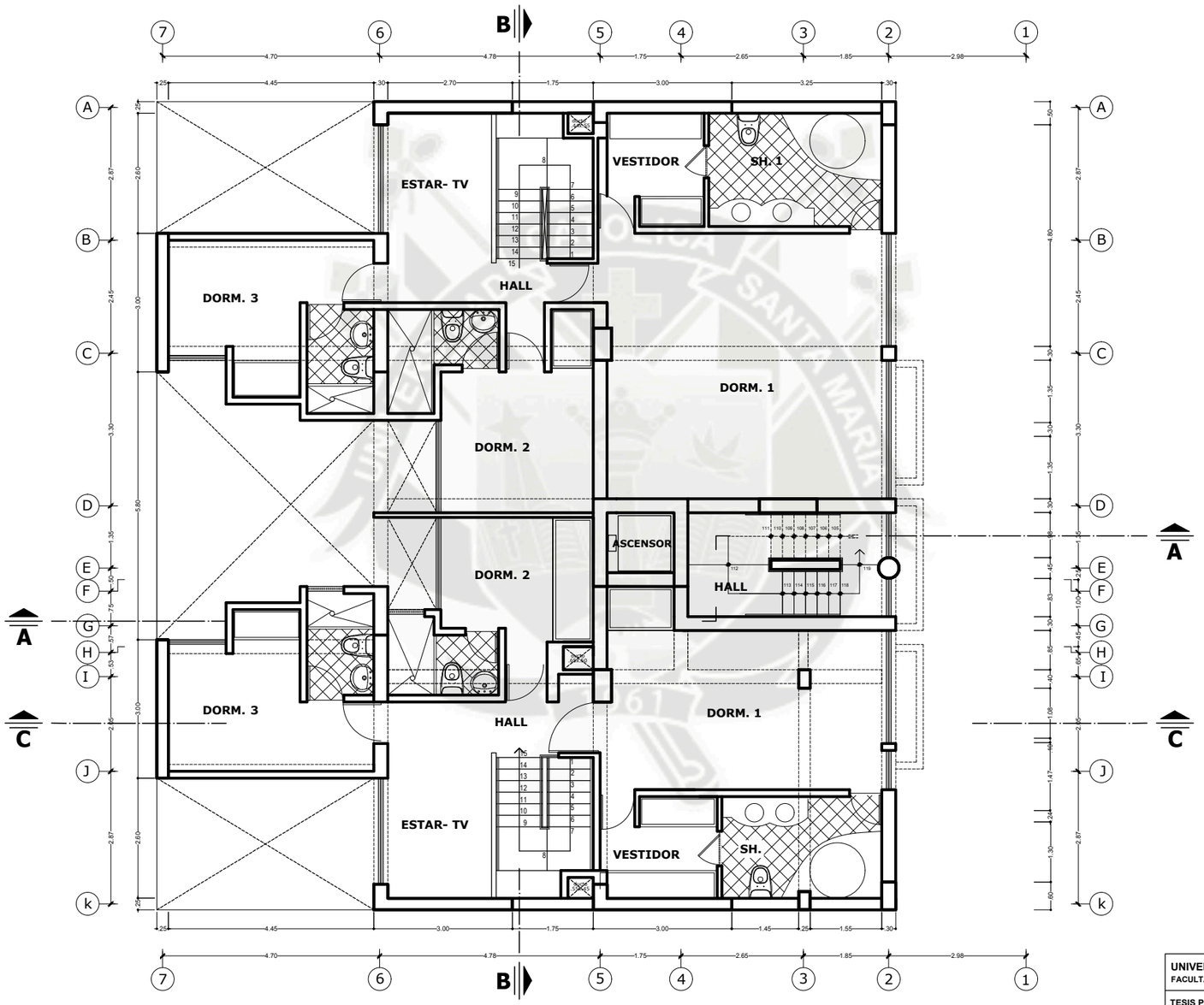
BACHILLER: CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO: SEPTIMA PLANTA

ESCALA: 1/75

FECHA: SEPTIEMBRE - 2017

LÁMINA: A - 08



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

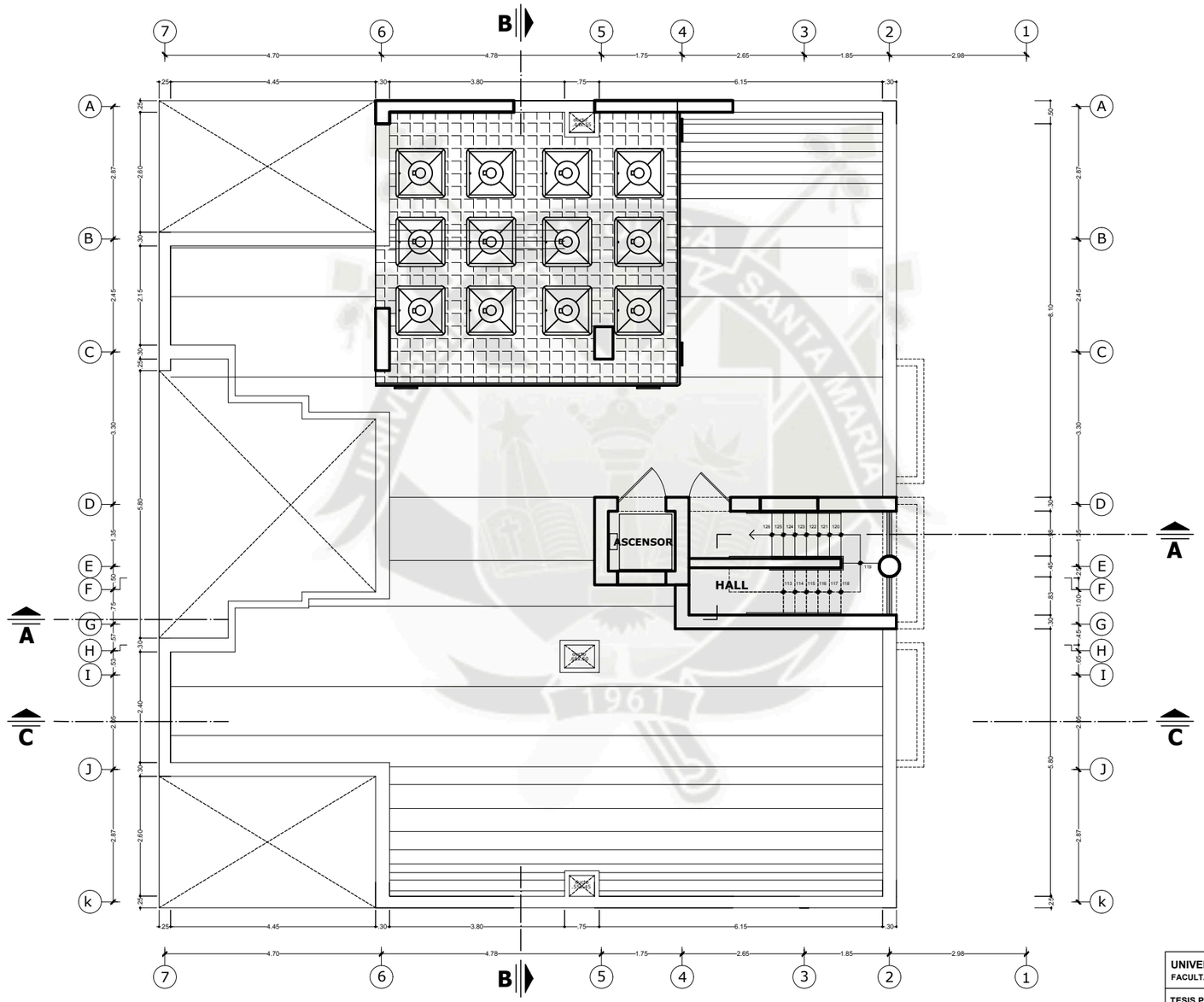
BACHILLER: **CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA**

PLANO: **OTAVA PLANTA**

ESCALA: **1/75**

FECHA: **SEPTIEMBRE - 2017**

LÁMINA: **A - 09**



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

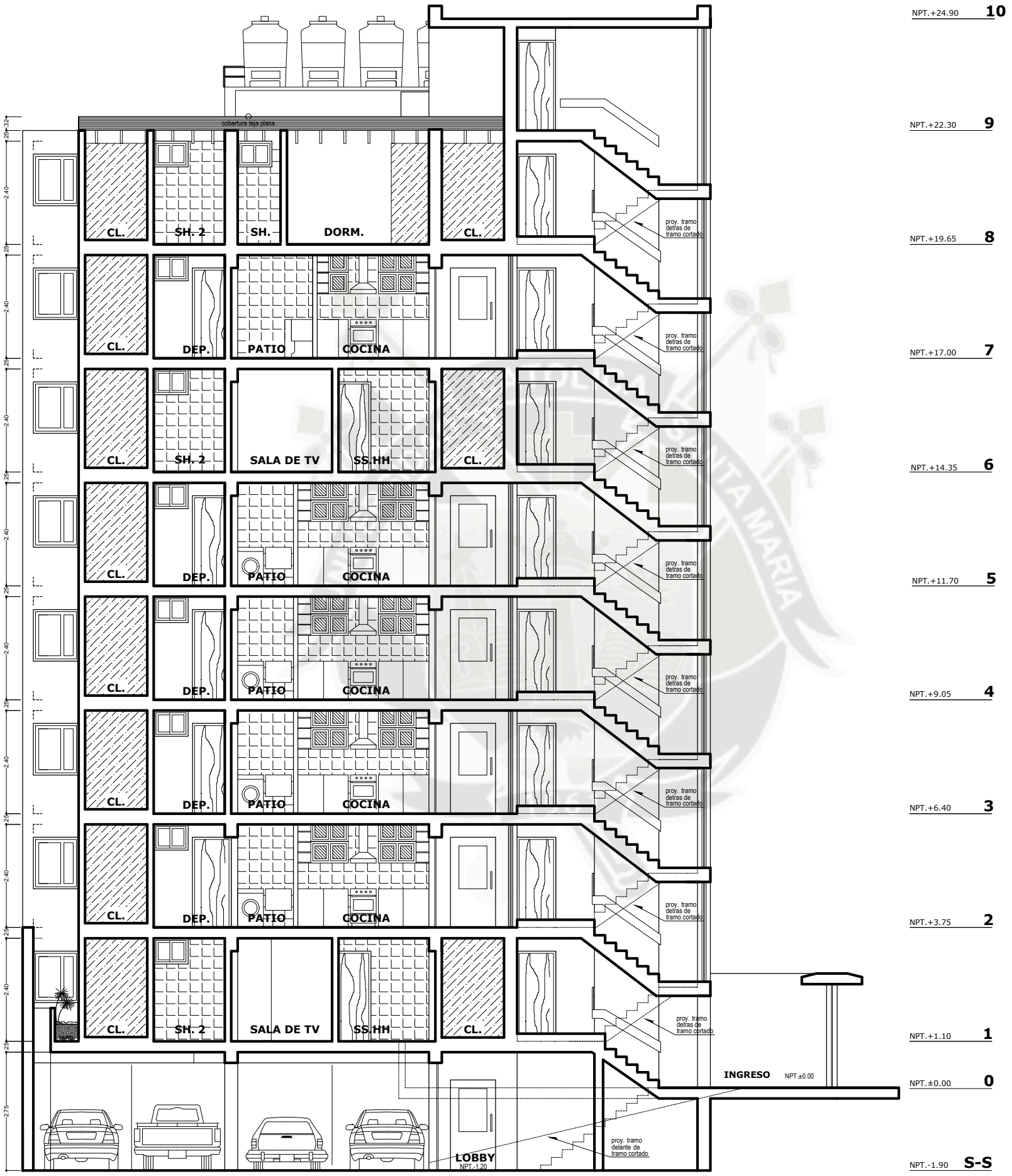
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO:
TECHO

ESCALA:
1/75

FECHA:
SEPTIEMBRE - 2017

LÁMINA:
A - 10



NPT.+24.90 **10**

NPT.+22.30 **9**

NPT.+19.65 **8**

NPT.+17.00 **7**

NPT.+14.35 **6**

NPT.+11.70 **5**

NPT.+9.05 **4**

NPT.+6.40 **3**

NPT.+3.75 **2**

NPT.+1.10 **1**

NPT.±0.00 **0**

NPT.-1.90 **S-S**

CORTE A - A

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

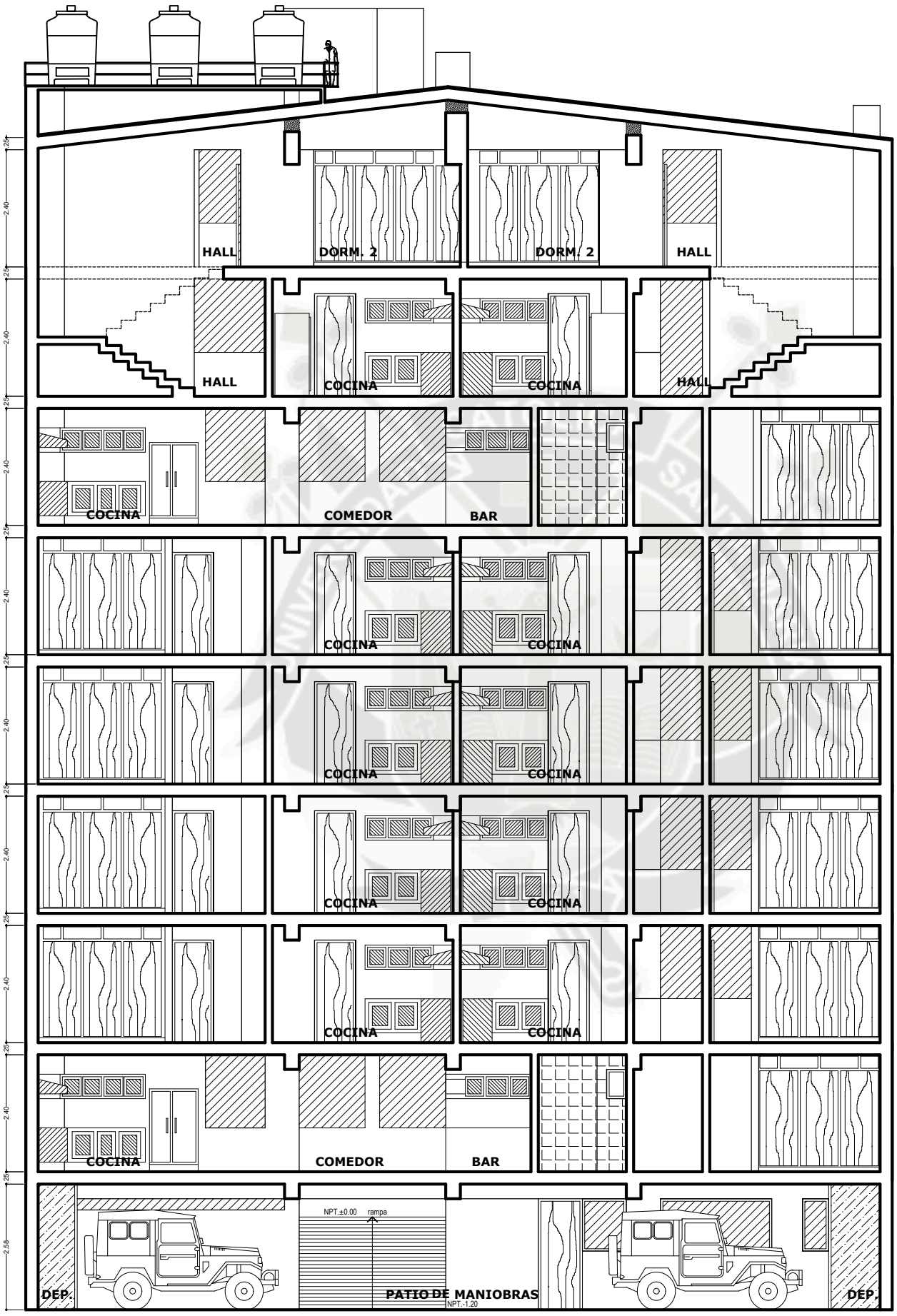
BACHILLER: CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO: CORTE A - A

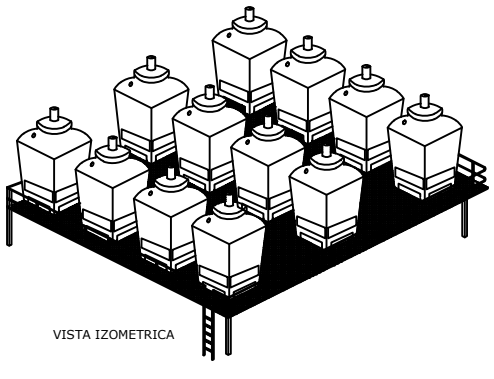
ESCALA: 1/75

FECHA: SEPTIEMBRE - 2017

LÁMINA: A - 11



CORTE B - B



VISTA IZOMETRICA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

BACHILLER: CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

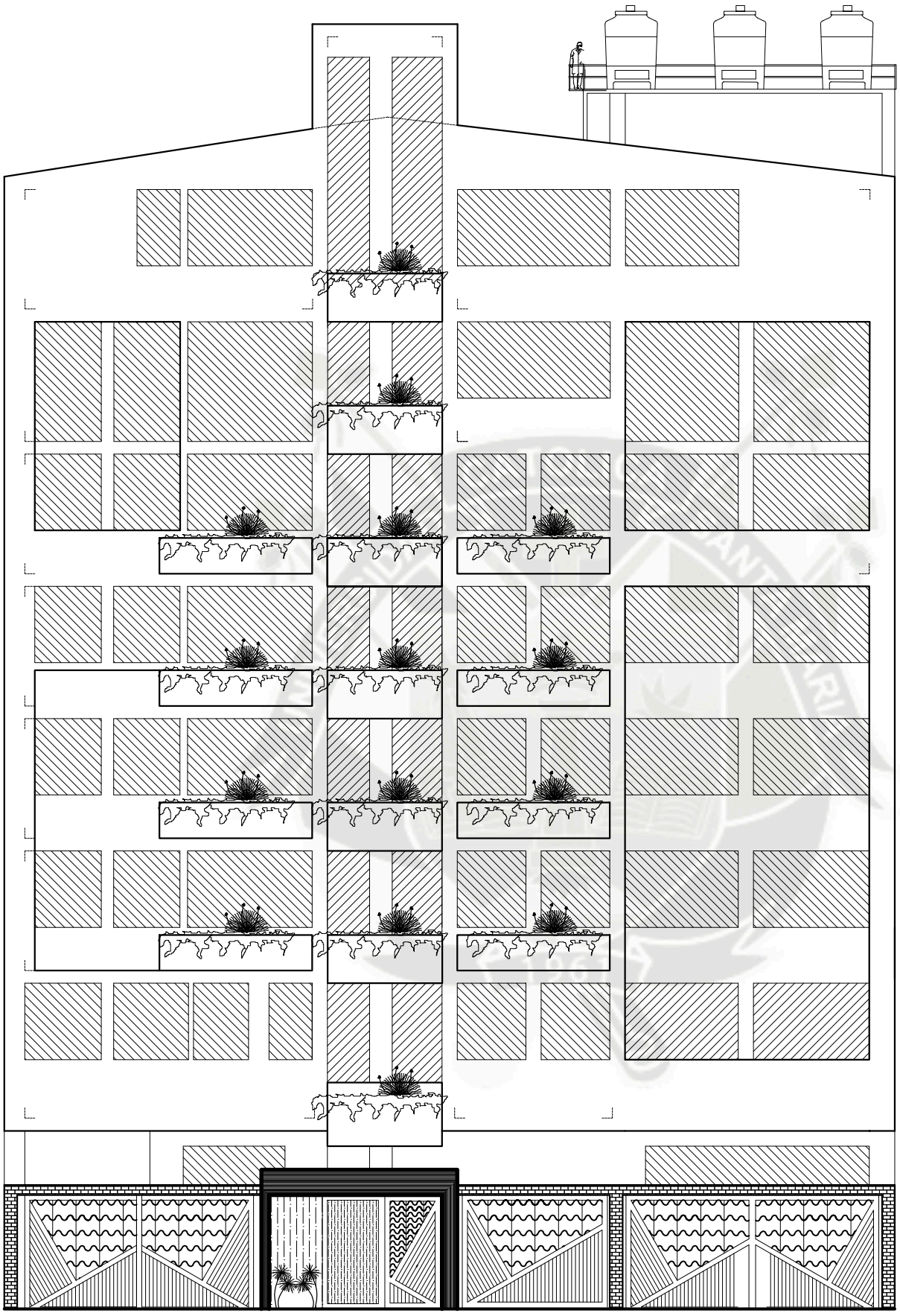
PLANO: CORTE B - B

ESCALA: 1/75

FECHA: SEPTIEMBRE - 2017

LÁMINA: A - 12

DORM. 3
ESTAR- TV
CL.
DORM. PRINCIPAL
CTO. DE HUESPEDES
ESTAR
LIBRERO
SALA
TERRAZA
DORM. 2
SALA DE TV
CL.
DORM. PRINCIPAL
CTO. USO DIVERSO
HALL
LIBRERO
SALA-COMEDOR
CTO. USO DIVERSO
HALL
LIBRERO
SALA-COMEDOR
CTO. USO DIVERSO
HALL
LIBRERO
SALA-COMEDOR
CTO. USO DIVERSO
HALL
LIBRERO
SALA-COMEDOR
DORM. 2
SALA DE TV
CL.
DORM. 1
LOBBY
NPT.-1.20
proy. tramo delante de tramo cortado
2.75
2.40
2.40
2.40



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

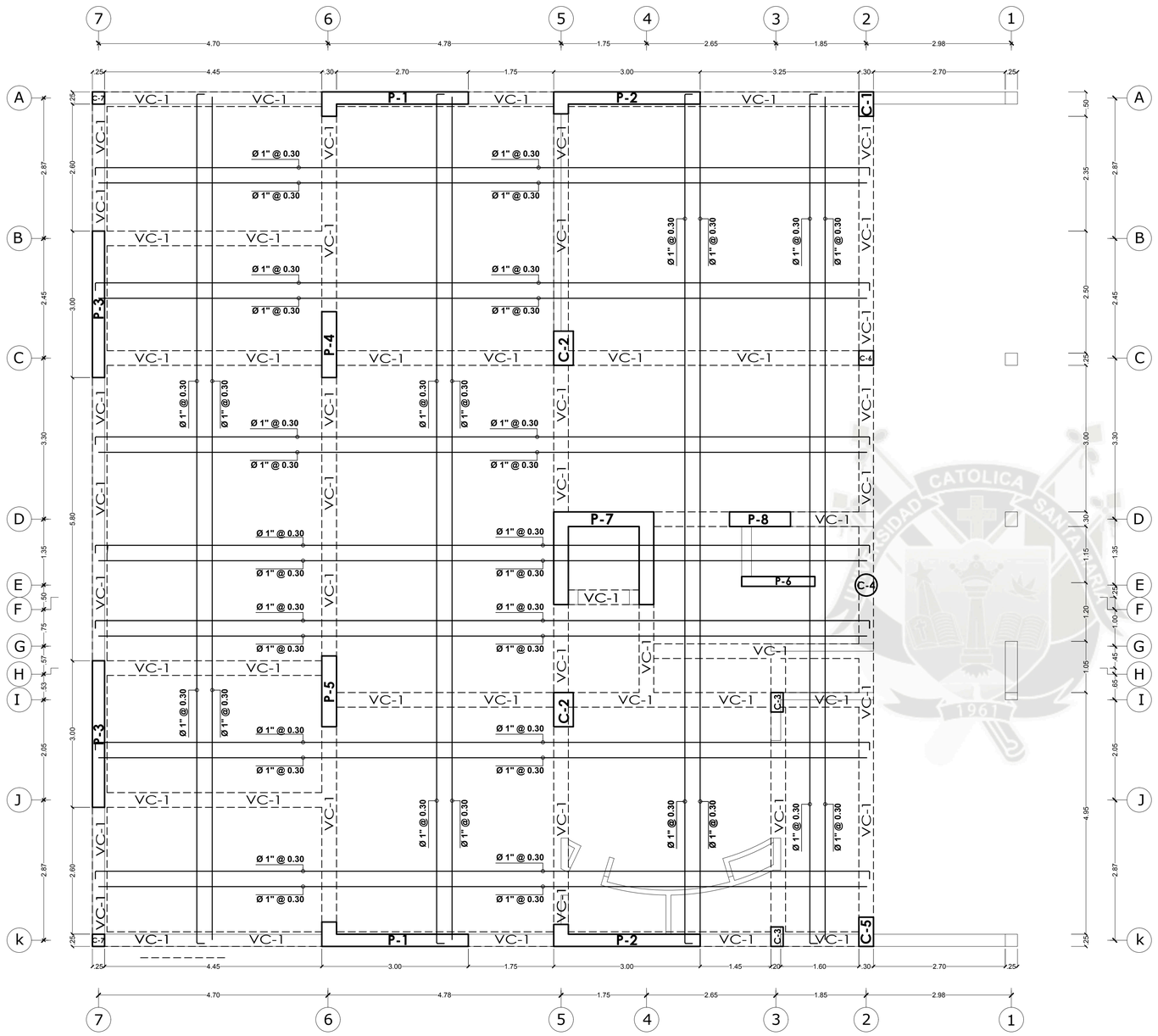
PLANO:
ELEVACION PRINCIPAL

ESCALA:
1/75

FECHA:
SEPTIEMBRE - 2017

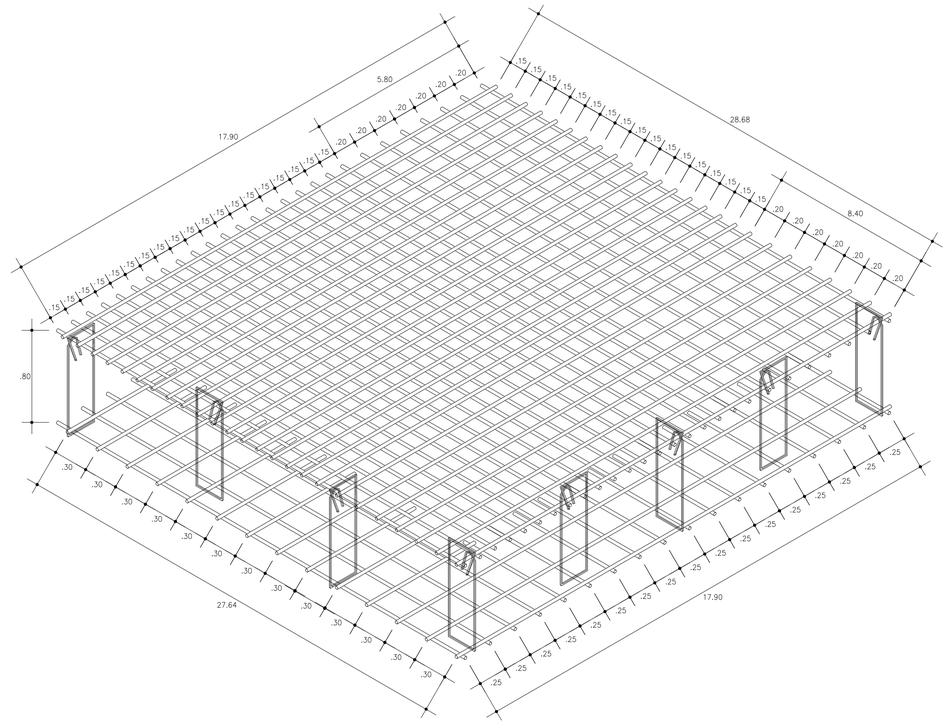
LÁMINA:
A - 14

PLANOS ESTRUCTURAS



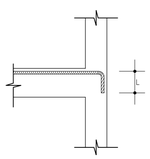
PLANO DE CIMENTACION

ESCALA 1/50



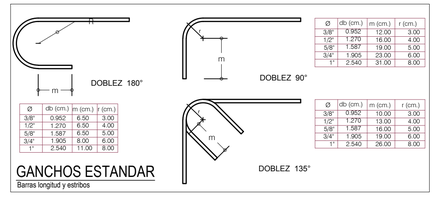
DETALLE ISOMÉTRICO DE ESTRIBOS ESTABILIZADORES EN PLATEA DE CIMENTACIÓN

ESC. : 1/25



LONGITUD DE GANCHO L	
Ø	L (m)
3/8"	0.20
1/2"	0.25
5/8"	0.30

DETALLE DE GANCHO ESTANDAR

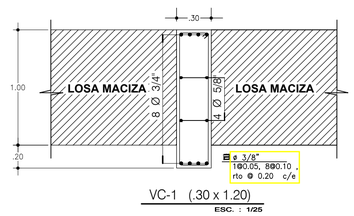


Ø	db (cm.)	m (cm.)	r (cm.)
3/8"	0.952	6.50	3.00
1/2"	1.270	6.50	4.00
5/8"	1.587	6.50	5.00
3/4"	1.905	8.00	6.00
1"	2.540	11.00	8.00

Ø	db (cm.)	m (cm.)	r (cm.)
3/8"	0.952	12.00	3.00
1/2"	1.270	16.00	4.00
5/8"	1.587	19.00	5.00
3/4"	1.905	23.00	6.00
1"	2.540	31.00	8.00

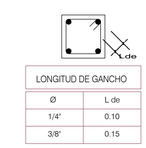
Ø	db (cm.)	m (cm.)	r (cm.)
3/8"	0.952	10.00	3.00
1/2"	1.587	13.00	4.00
5/8"	1.587	16.00	5.00
3/4"	1.905	19.00	6.00
1"	2.540	26.00	8.00

GANCHOS ESTANDAR
Barras longitud y estribos



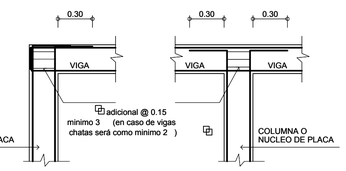
VC-1 (.30 x 1.20)

ESC. : 1/25

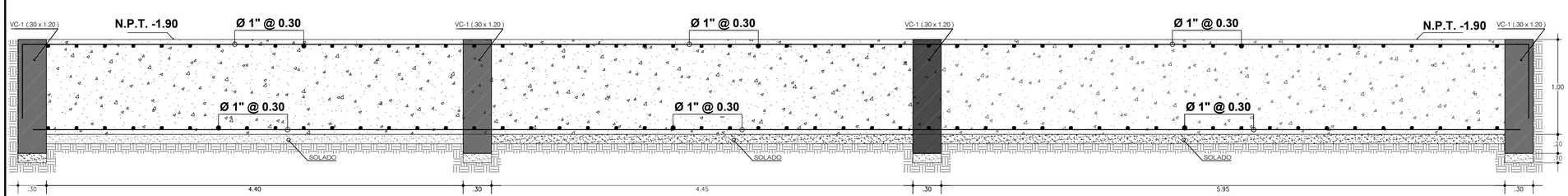


LONGITUD DE GANCHO	
Ø	L de
1/4"	0.10
3/8"	0.15

DETALLE DE LONGITUD DE GANCHO DE ESTRIBO



DETALLE DE ENCUENTRO DE VIGAS - COLUMNAS



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

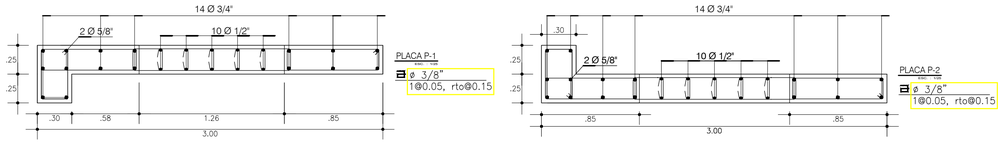
BACHILLER: CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO: CIMENTACION - DETALLE DE PLATEA

ESCALA: 1/50

FECHA: MARZO - 2018

LÁMINA: E - 01

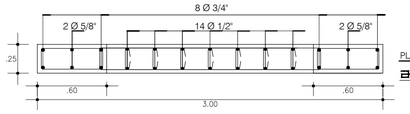


PLACA P-1

ø 3/8" 1@0.05, rto@0.15

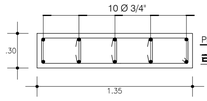
PLACA P-2

ø 3/8" 1@0.05, rto@0.15



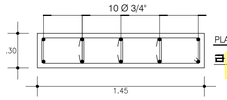
PLACA P-3

ø 3/8" 1@0.05, rto@0.15



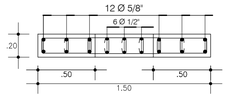
PLACA P-4

ø 3/8" 1@0.05, rto@0.15



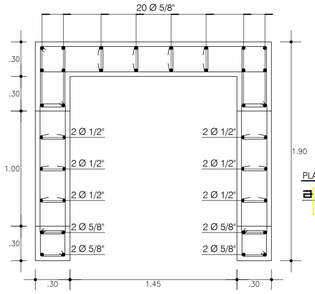
PLACA P-5

ø 3/8" 1@0.05, rto@0.15



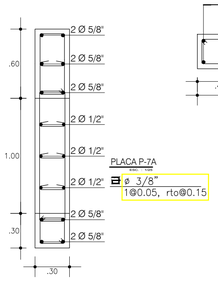
PLACA P-6

ø 3/8" 1@0.05, rto@0.15



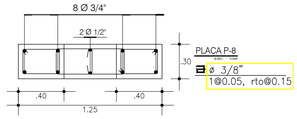
PLACA P-7

ø 3/8" 1@0.05, rto@0.15



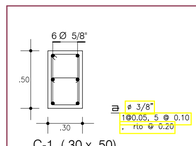
PLACA P-7A

ø 3/8" 1@0.05, rto@0.15



PLACA P-8

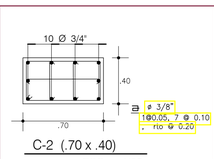
ø 3/8" 1@0.05, rto@0.15



ø 3/8" 1@0.05, 5 @ 0.10 , rto @ 0.20

C-1 (.30 x .50)

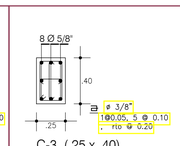
ESC. : 1/25



ø 3/8" 1@0.05, 7 @ 0.10 , rto @ 0.20

C-2 (.70 x .40)

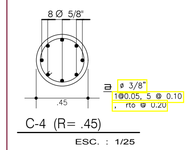
ESC. : 1/25



ø 3/8" 1@0.05, 5 @ 0.10 , rto @ 0.20

C-3 (.25 x .40)

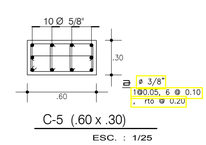
ESC. : 1/25



ø 3/8" 1@0.05, 5 @ 0.10 , rto @ 0.20

C-4 (R= .45)

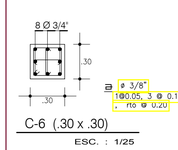
ESC. : 1/25



ø 3/8" 1@0.05, 6 @ 0.10 , rto @ 0.20

C-5 (.60 x .30)

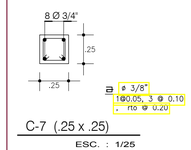
ESC. : 1/25



ø 3/8" 1@0.05, 3 @ 0.10 , rto @ 0.20

C-6 (.30 x .30)

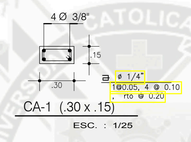
ESC. : 1/25



ø 3/8" 1@0.05, 3 @ 0.10 , rto @ 0.20

C-7 (.25 x .25)

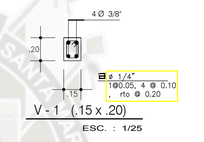
ESC. : 1/25



ø 1/4" 1@0.05, 4 @ 0.10 , rto @ 0.20

CA-1 (.30 x .15)

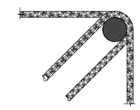
ESC. : 1/25



ø 1/4" 1@0.05, 4 @ 0.10 , rto @ 0.20

V - 1 (.15 x .20)

ESC. : 1/25

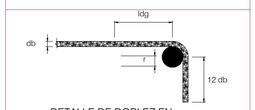


DET. DE DOBLEZ DE ESTRIBO a 135°

ESCALA S/E

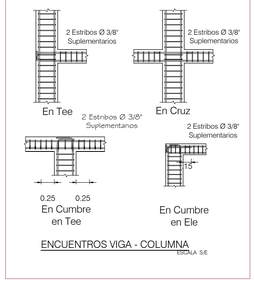
DOBLEZ EN ESTRIBO A 135°			
Ø	m	r	TOTAL
3/8"	9.5	1.27cm.	10.77
1/4"	9.5	1.27cm.	10.77

NOTA: La longitud proporcionada sera la minima colocada en el momento de la construccion



DETALLE DE DOBLEZ EN BARRAS LONGITUDINALES

ESCALA S/E



ENCUENTROS VIGA - COLUMNA

ESCALA S/E

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO

PLATEA DE CIMENTACION	: fc = 210 Kg./cm2
COLUMNAS PLACAS EN SEMISOTANO	: fc = 280 Kg./cm2
COLUMNAS PLACAS EN LOS DEMAS NIVELES	: fc = 210 Kg./cm2
SOLADOS	: fc = 140 Kg./cm2
VIGAS	: fc = 210 Kg./cm2
COLUMNAS DE ARRIOSTRE	: fc = 210 Kg./cm2

ACERO

FIERRO CORRUGADO	: fy = 4200 Kg./cm2
FIERRO LISO	: fy = 4200 Kg./cm2

RECUBRIMIENTOS

VIGAS PERALTADAS	: e = 4 cm
VIGAS CHATAS Y LOSAS	: e = 2.5 cm
COLUMNAS	: e = 4 cm
COLUMNETAS	: e = 2.5 cm
PLACAS	: e = 2.5 cm

TERRENO

Se hizo la verificacion respectiva en campo segun norma E 050 articulo 3.2 y se ha estimado los siguientes valores:

CAPACIDAD PORTANTE	: 1.94 Kg./cm2 (Para plateas)
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE	: min. 2.00 m.

A. El estrato de sustentacion de la cimentacion es arena limosa (SM)

B. El factor de seguridad usado para el calculo de la capacidad portante es FS = 3

ALBAÑILERIA

TABIQUERIA	: Ladrillo King kong (en todos los niveles)
Fm	: 65 Kg./cm2

ESTRUCTURA

SISTEMA ESTRUCTURAL SISMORESISTENTE:

Porticos en todos lo niveles combinado con sistema de muros de corte , para rigidizar la estructura.

Para el analisis sismico se ha considerado los siguientes parametros:

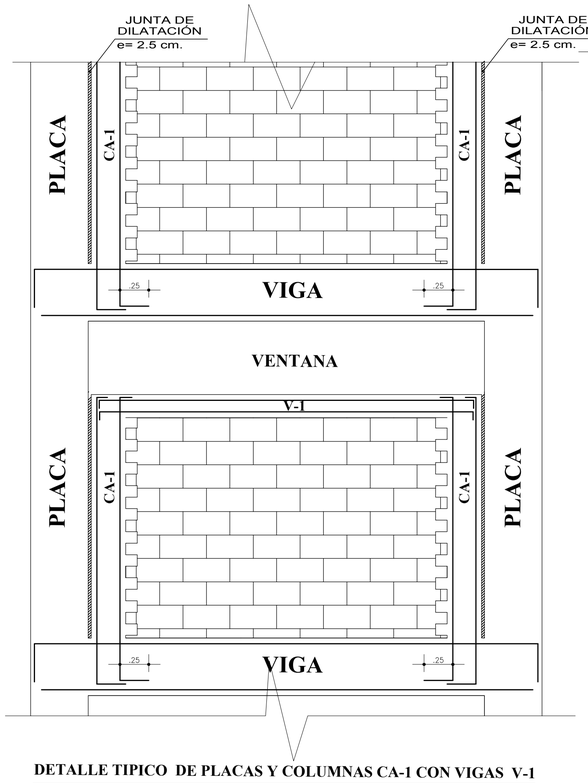
Z = 0.35 (Zona 3)
U = 1.0(Vivienda)
S = 1.15 (Suelo intermedio S2)
C=2.5
Roxx = Royy = 7.0 Ia = 1.00 Ip=0.9 Rxx = Ryy = 6.3
Tp = 0.6 s
Segun norma sismoresistente NTE-E.030 - 2016

DESPLAZAMIENTOS:

Se verificó $\Delta \leq 0.007$ para concreto armado y

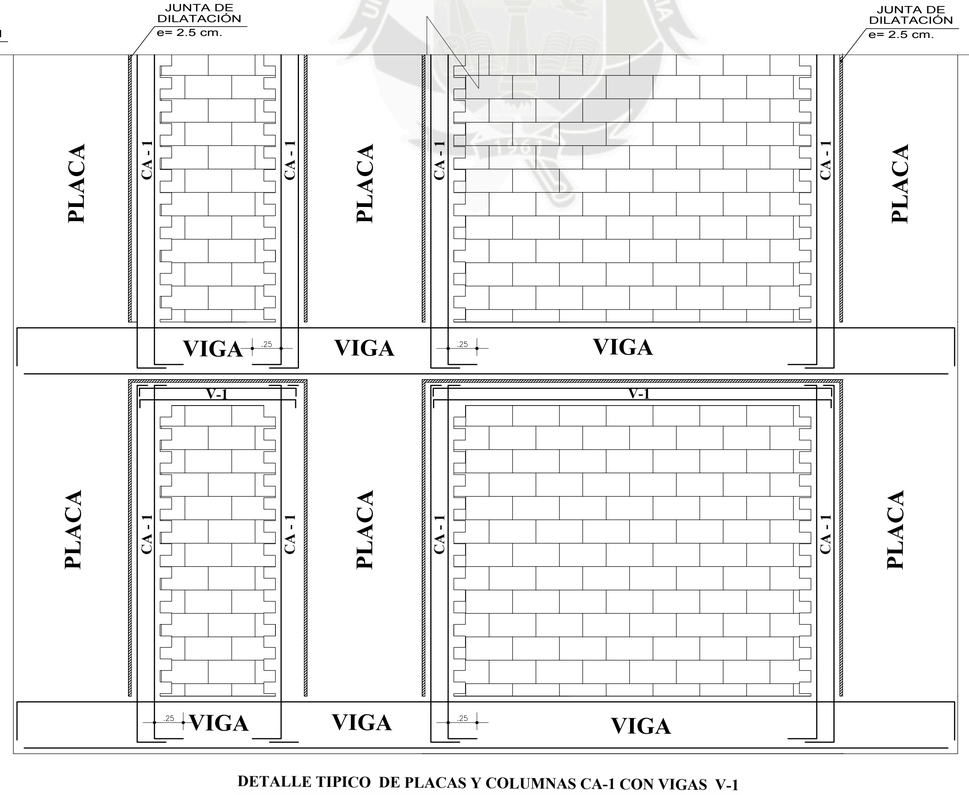
$\Delta \leq 0.005$ para albañileria en nuestro caso el valor fue:

Dir XX = 0.00549
Dir YY = 0.00530



DETALLE TIPICO DE PLACAS Y COLUMNAS CA-1 CON VIGAS V-1

ESCALA. 1/50



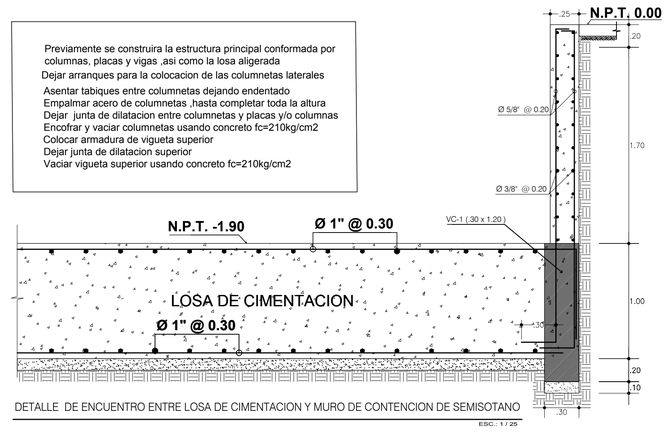
DETALLE TIPICO DE PLACAS Y COLUMNAS CA-1 CON VIGAS V-1

ESCALA. 1/50

Previamente se construira la estructura principal conformada por columnas, placas y vigas ,asi como la losa aligerada

Dejar arranques para la colocacion de las columnetas laterales

Asentar tabiques entre columnetas dejando endentado
Empalmar acero de columnetas ,hasta completar toda la altura
Dejar junta de dilatacion entre columnetas y placas y/o columnas
Encofrar y vaciar columnetas usando concreto fc=210kg/cm2
Colocar armadura de vigueta superior
Dejar junta de dilatacion superior
Vaciar vigueta superior usando concreto fc=210kg/cm2



DETALLE DE ENCUENTRO ENTRE LOSA DE CIMENTACION Y MURO DE CONTENCION DE SEMISOTANO

ESC.: 1 / 25

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

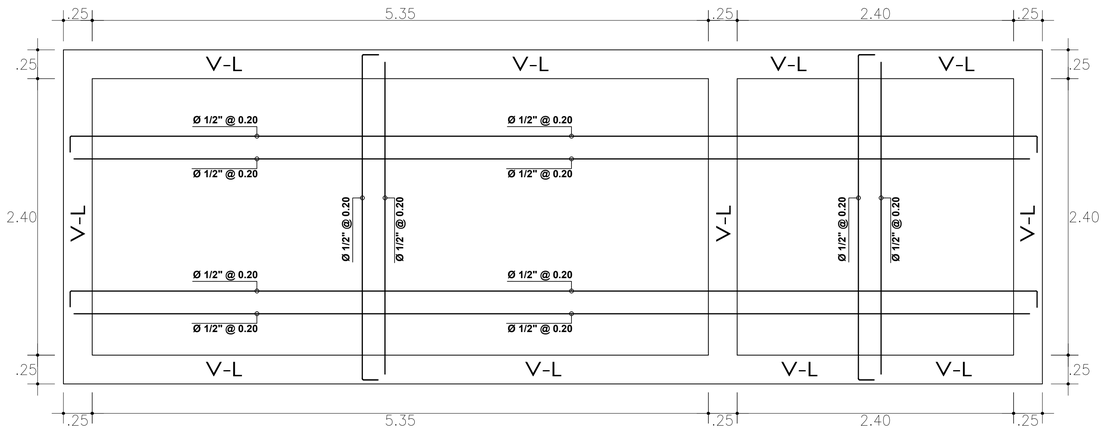
BACHILLER: **CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA**

PLANO: **DETALLES DE COLUMNAS Y PLACAS**

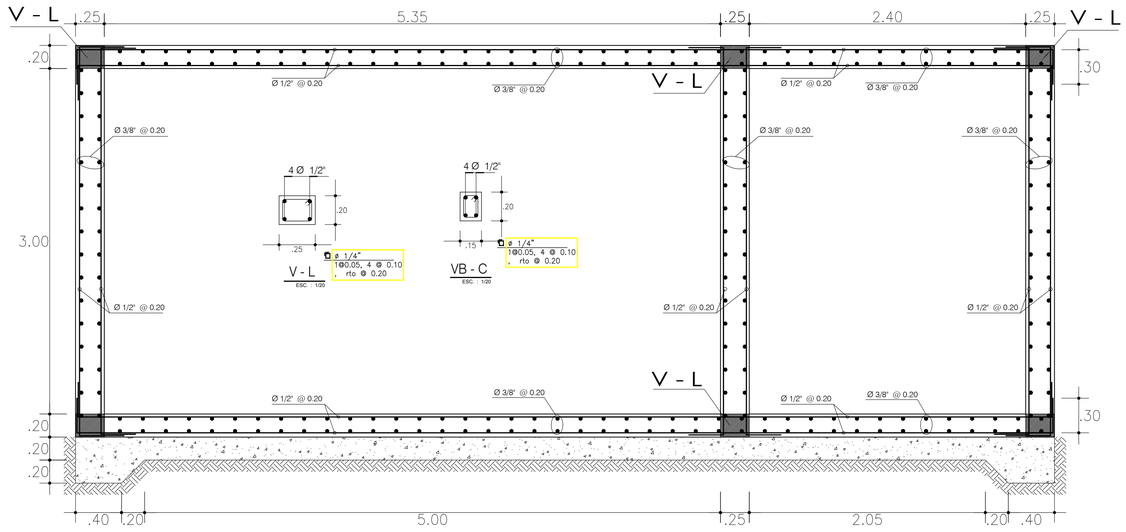
ESCALA: **1/50**

FECHA: **MARZO - 2018**

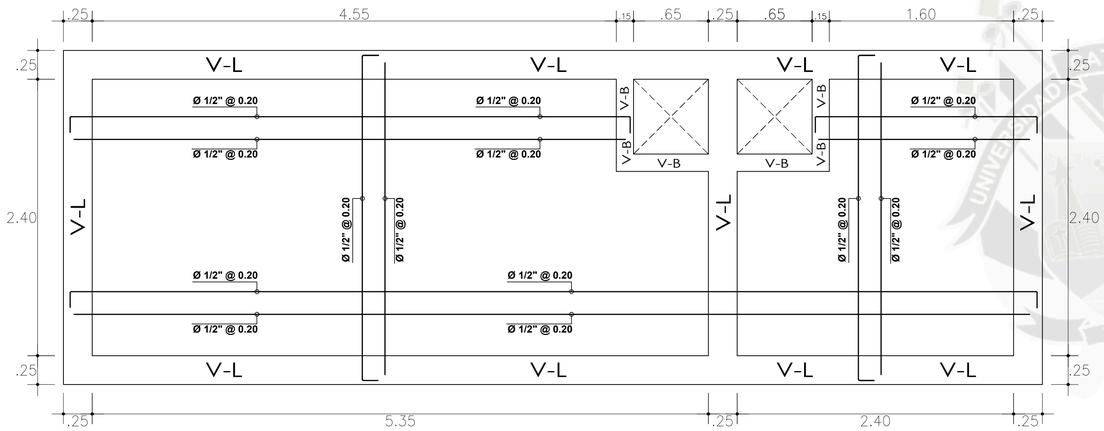
LÁMINA: **E - 02**



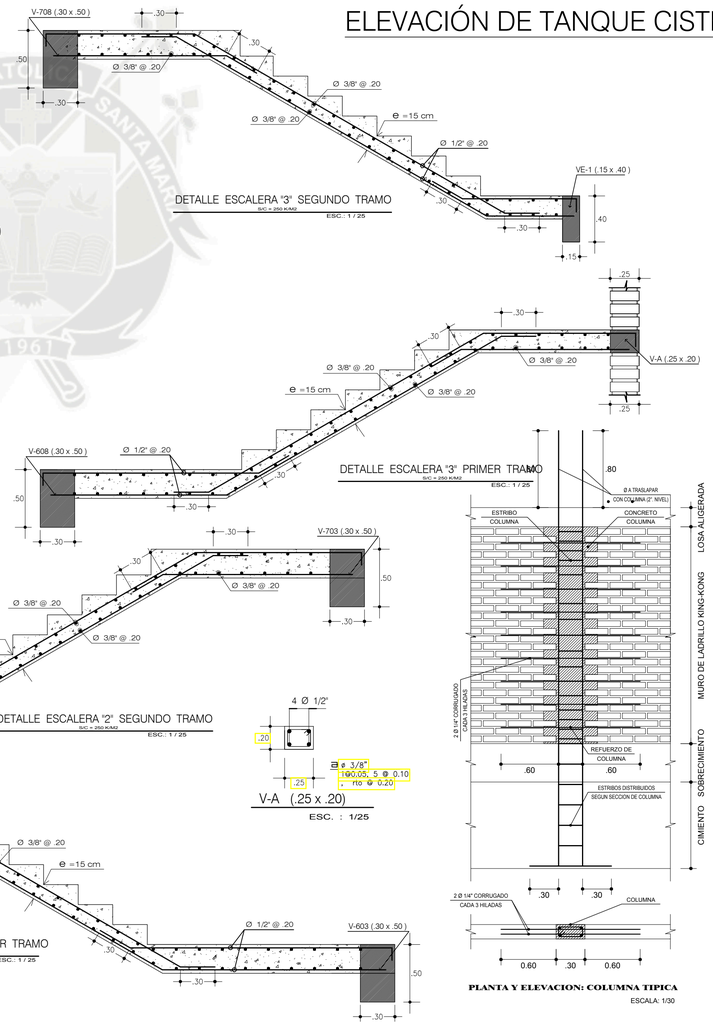
LOSA DE FONDO DE CISTERNA

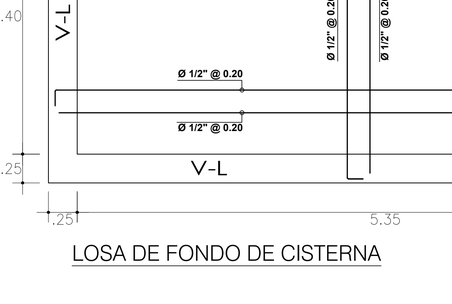


ELEVACIÓN DE TANQUE CISTERNA



LOSA DE TECHO DE CISTERNA



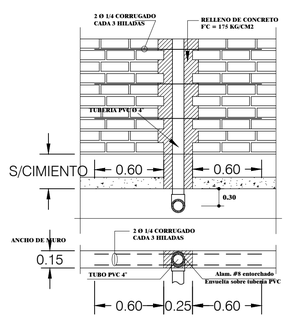


DETALLE TIPICO DE DOBLADO DE ESTRIBOS

Ø	R	d
1/4"	0.02	0.08
3/8"	0.03	0.10

DETALLE UNION MURO- COLUMNA

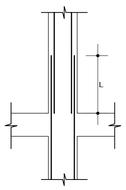
ESC. 1/25



INSTALACION DE TUBERIA MONTANTE

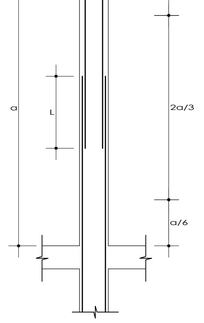
PLANTA Y ELEVACION: COLUMNA TIPICA

ESCALA: 1/30



LONGITUD DE EMPALME (L)	
Ø	L (m)
3/8"	0.40
1/2"	0.45
5/8"	0.65

ZONA DE ESF. ALTOS



LONGITUD DE EMPALME (L)	
Ø	L (m)
3/8"	0.30
1/2"	0.35
5/8"	0.50

ZONA DE ESF. BAJOS

EMPALMES TRASLAPADOS EN COLUMNAS

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

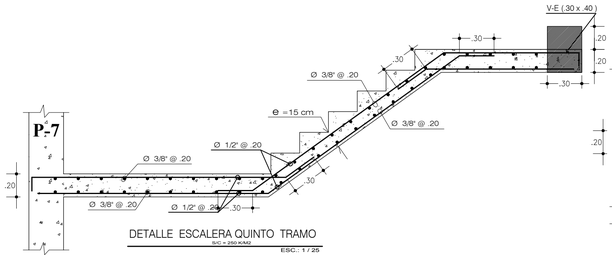
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO:
DETALLES DE CISTERNA

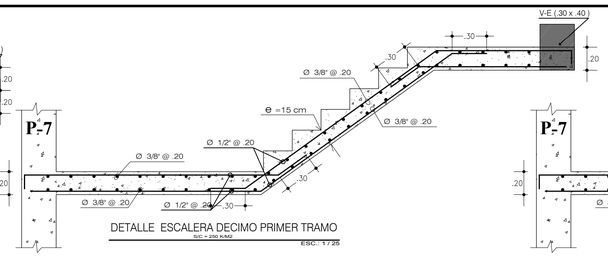
ESCALA:
1/50

FECHA:
MARZO - 2018

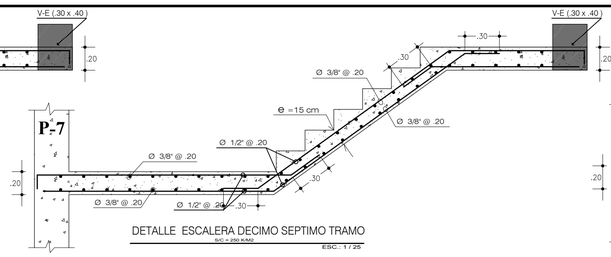
LÁMINA:
E - 03



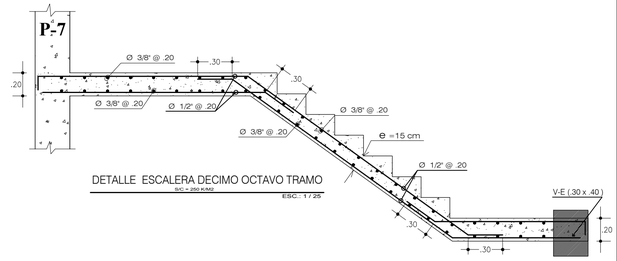
DETALLE ESCALERA QUINTO TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



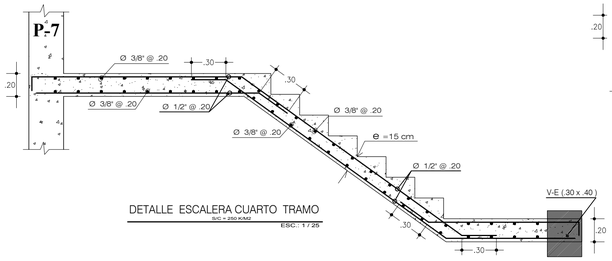
DETALLE ESCALERA DECIMO PRIMER TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



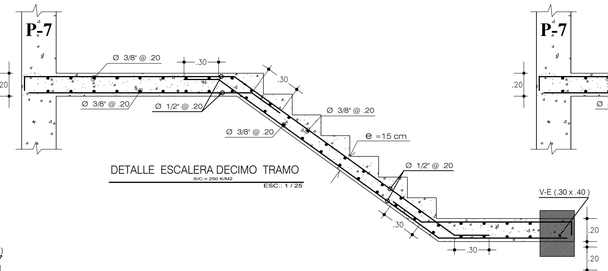
DETALLE ESCALERA DECIMO SEPTIMO TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



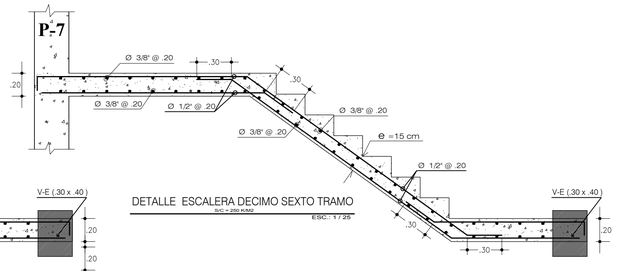
DETALLE ESCALERA DECIMO OCTAVO TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



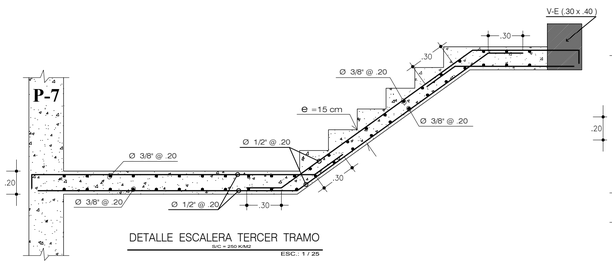
DETALLE ESCALERA CUARTO TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



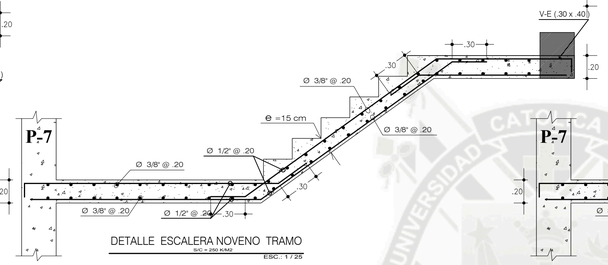
DETALLE ESCALERA DECIMO TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



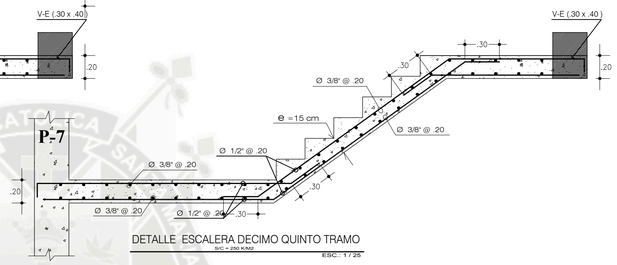
DETALLE ESCALERA DECIMO SEXTO TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



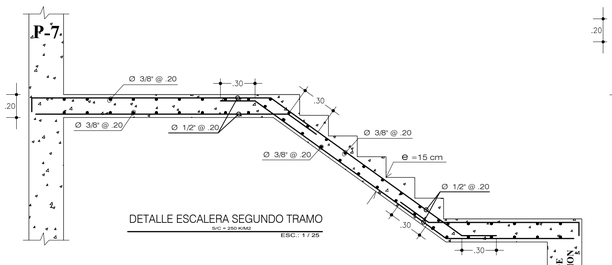
DETALLE ESCALERA TERCER TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



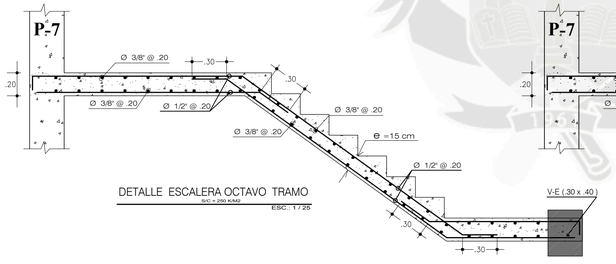
DETALLE ESCALERA NOVENO TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



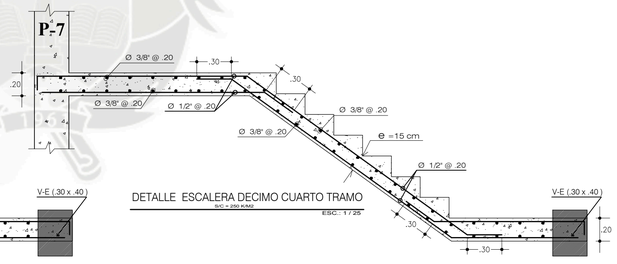
DETALLE ESCALERA DECIMO QUINTO TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



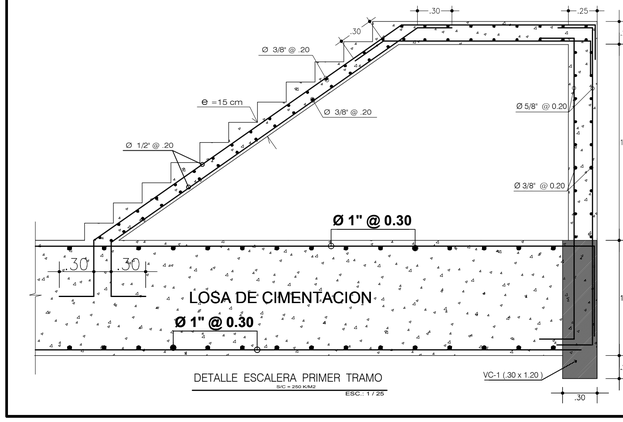
DETALLE ESCALERA SEGUNDO TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



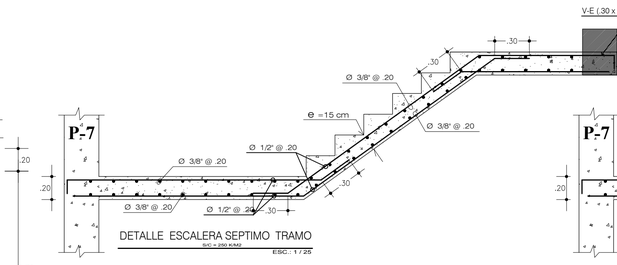
DETALLE ESCALERA OCTAVO TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



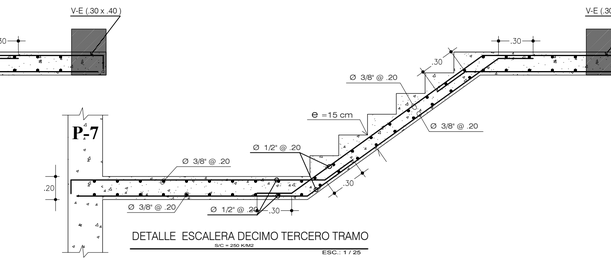
DETALLE ESCALERA DECIMO CUARTO TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



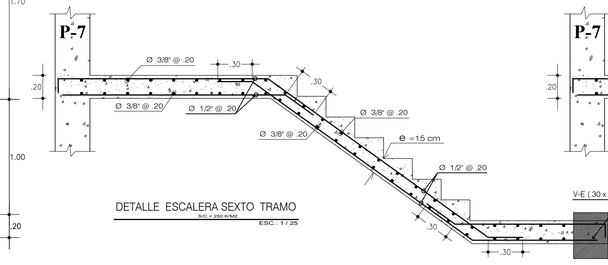
DETALLE ESCALERA PRIMER TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



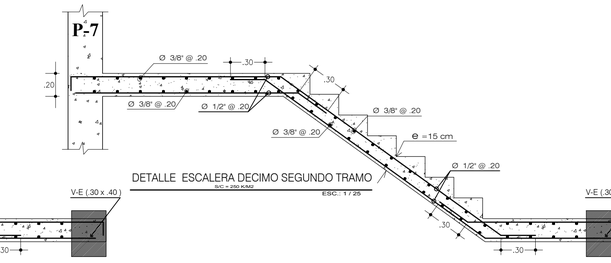
DETALLE ESCALERA SEPTIMO TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



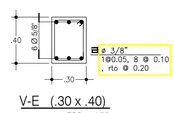
DETALLE ESCALERA DECIMO TERCERO TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



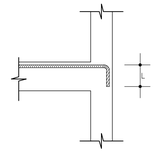
DETALLE ESCALERA SEXTO TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25



DETALLE ESCALERA DECIMO SEGUNDO TRAMO
S/C = 250 KAG
ESC.: 1 / 25

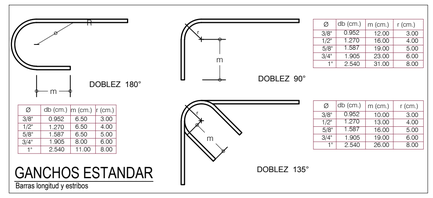


V-E (.30 x .40)
ESC. : 1/25



DETALLE DE GANCHO ESTANDAR

LONGITUD DE GANCHO L	
Ø	L (m)
3/8"	0.20
1/2"	0.25
5/8"	0.30

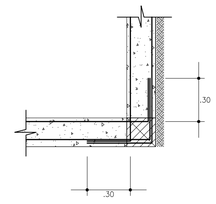


Ø	db (cm.)	m (cm.)	r (cm.)
3/8"	0.952	6.50	3.00
1/2"	1.270	6.50	4.00
5/8"	1.587	6.50	5.00
3/4"	1.905	8.00	6.00
1"	2.540	11.00	8.00

Ø	db (cm.)	m (cm.)	r (cm.)
3/8"	0.952	12.00	3.00
1/2"	1.270	16.00	4.00
5/8"	1.587	19.00	5.00
3/4"	1.905	23.00	6.00
1"	2.540	31.00	8.00

Ø	db (cm.)	m (cm.)	r (cm.)
3/8"	0.952	10.00	3.00
1/2"	1.270	13.00	4.00
5/8"	1.587	16.00	5.00
3/4"	1.905	19.00	6.00
1"	2.540	26.00	8.00

GANCHOS ESTANDAR
Barras longitud y estribos



DETALLE TIPICO DE DOBLADO
ESC. : 1/20

LONGITUD DE GANCHO	
Ø	L de
1/4"	0.10
3/8"	0.15

DETALLE DE LONGITUD DE GANCHO DE ESTRIBO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

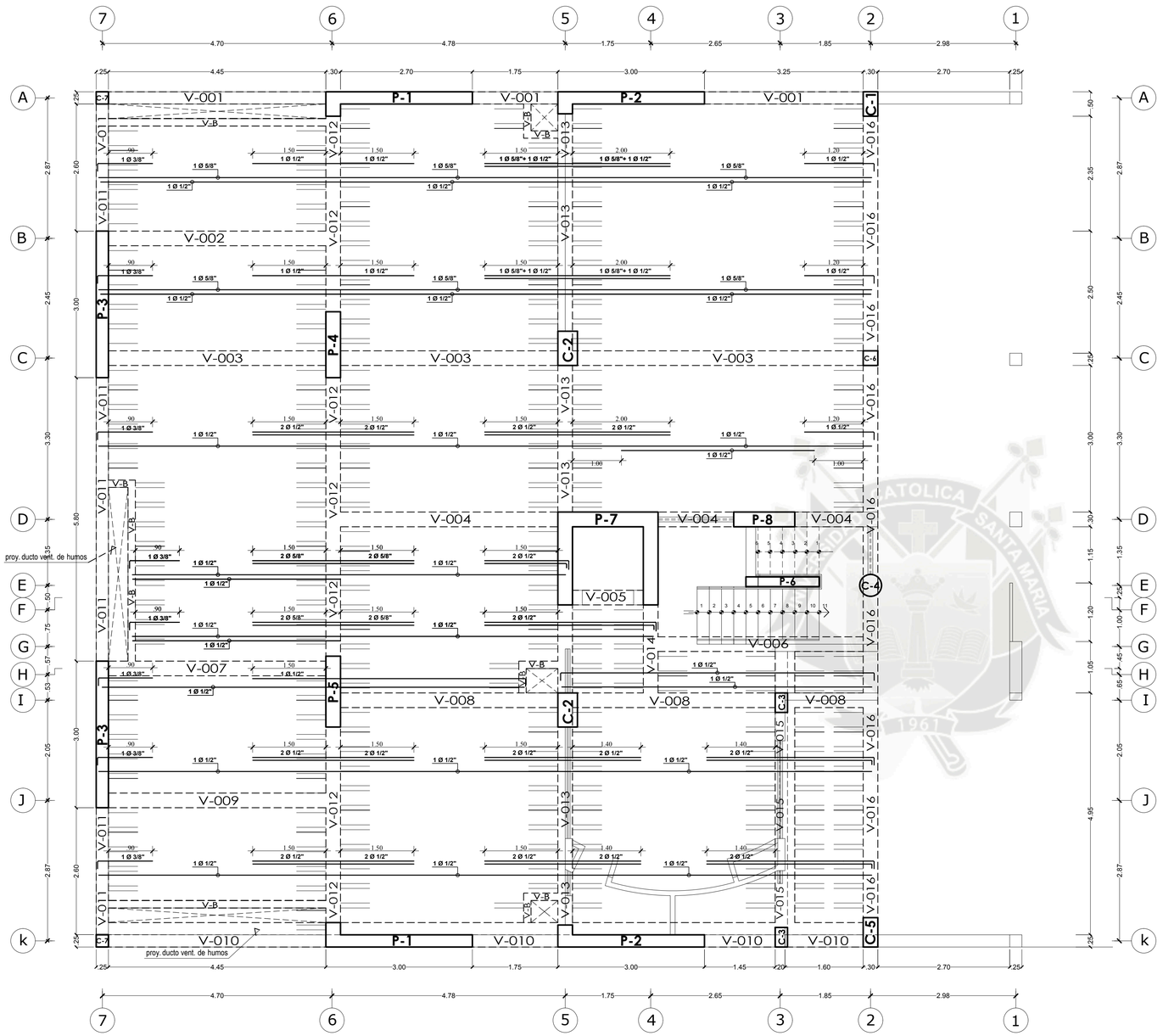
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

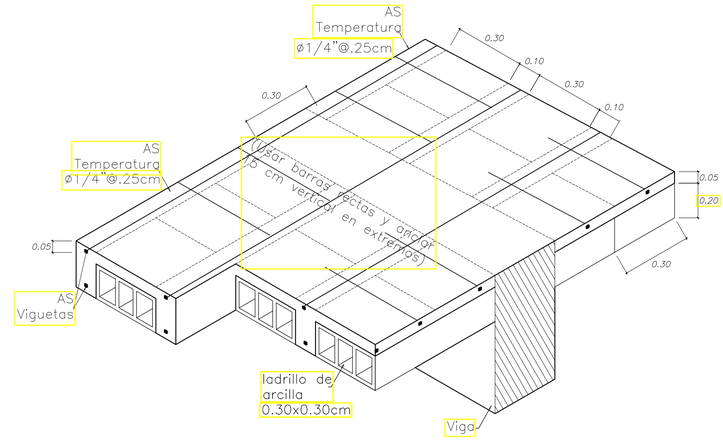
PLANO:
DETALLES ESTRUCTURALES DE ESCALERAS

ESCALA:
1/50

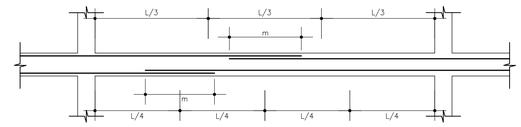
FECHA:
MARZO - 2018

LÁMINA:
E - 04





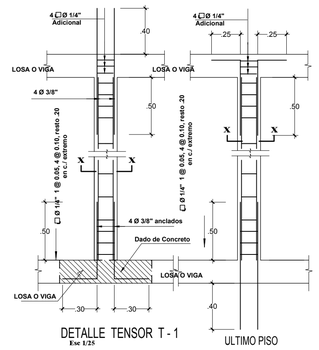
PERSPECTIVA ALIGERADO



VALORES DE (m)			
Ø	Refuerzo inferior	Refuerzo superior	
	h cualquiera	h < 30	h > 30
3/8"	0.40	0.40	0.45
1/2"	0.40	0.40	0.50
5/8"	0.50	0.45	0.50

A. NO EMPALMAR MAS DEL 50% PARA AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION.
B. EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS % ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE UN EMPALME EN UN 70%, O CONSULTAR AL PROYECTISTA.
C. PARA ALIGERADOS, EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS, SIENDO LAS LONGITUDES DE EMPALME 25cm. PARA Ø DE 3/8" Y 35 cm. PARA Ø 1/2" Y 5/8"

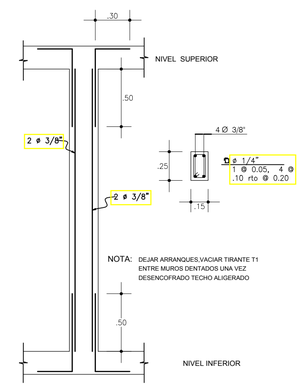
EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS LOSAS Y ALIGERADOS



DETALLE TENSOR T - 1
Esc 1/25

ULTIMO PISO

- DEJAR ANCLADOS 4 FIERROS DE 3/8" ARRIBA Y ABAJO
- VACIAR T-1, LUEGO DE DESENCOFRAR TECHO SUPERIOR

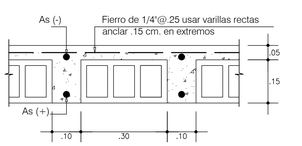


DETALLE TIRANTE: T1(.15x.25)

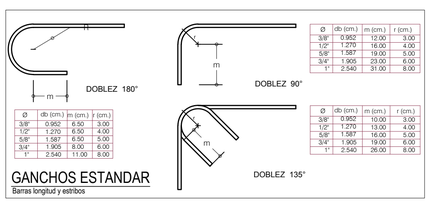
ALIGERADO SOTANO

S/C = 200 kgf/m2
e = 0.20 m

ESCALA 1/50



DETALLE TIPICO DE LOSA
ESC. : 1/10

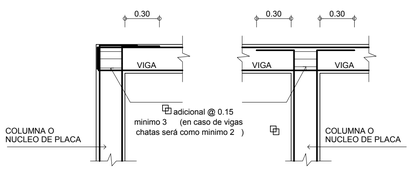


Ø	db (cm.)	m (cm.)	r (cm.)
3/8"	0.952	6.50	3.00
1/2"	1.270	6.50	4.00
5/8"	1.587	6.50	5.00
3/4"	1.905	8.00	6.00
1"	2.540	11.00	8.00

Ø	db (cm.)	m (cm.)	r (cm.)
3/8"	0.952	12.00	3.00
1/2"	1.270	16.00	4.00
5/8"	1.587	19.00	5.00
3/4"	1.905	23.00	6.00
1"	2.540	31.00	8.00

Ø	db (cm.)	m (cm.)	r (cm.)
3/8"	0.952	10.00	3.00
1/2"	1.270	13.00	4.00
5/8"	1.587	16.00	5.00
3/4"	1.905	19.00	6.00
1"	2.540	26.00	8.00

GANCHOS ESTANDAR
Barras longitud y estribos



DETALLE DE ENCUENTRO DE VIGAS - COLUMNAS

ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS PARA VIGAS

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

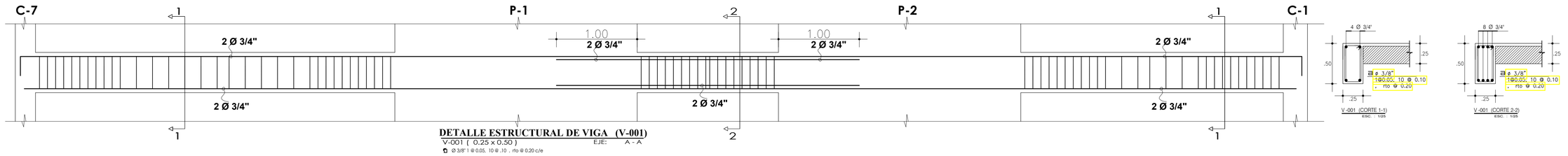
BACHILLER: **CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA**

PLANO: **ALIGERADO SOTANO**

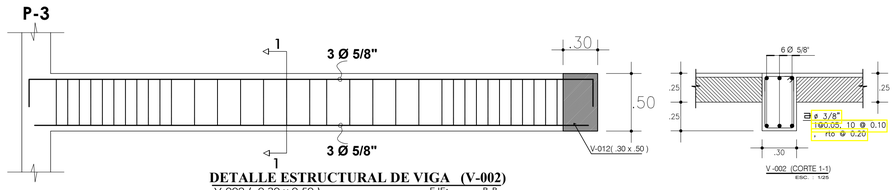
ESCALA: **1/50**

FECHA: **MARZO - 2018**

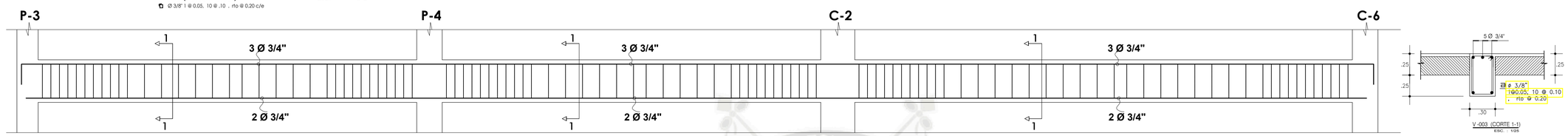
LÁMINA: **E - 05**



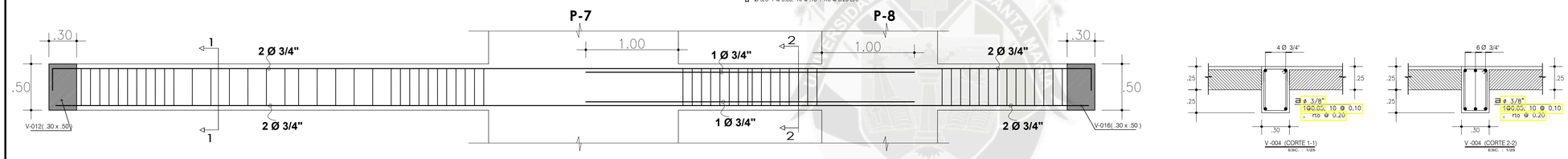
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-001)
V-001 (0.25 x 0.50) EJE: A - A
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



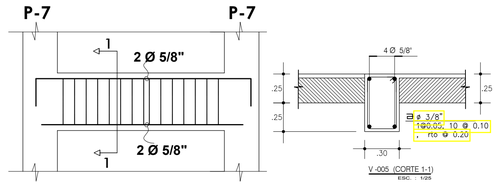
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-002)
V-002 (0.30 x 0.50) EJE: B-B
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



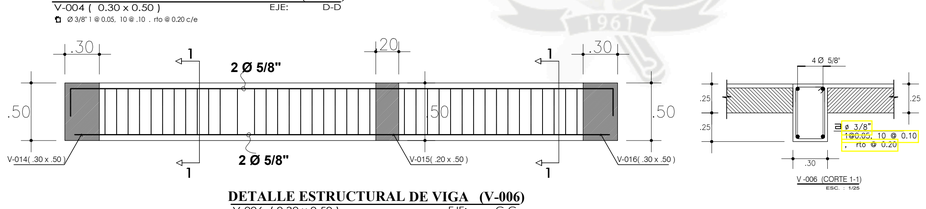
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-003)
V-003 (0.30 x 0.50) EJE: C - C
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



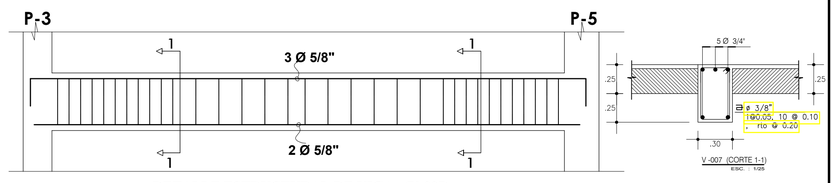
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-004)
V-004 (0.30 x 0.50) EJE: D-D
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



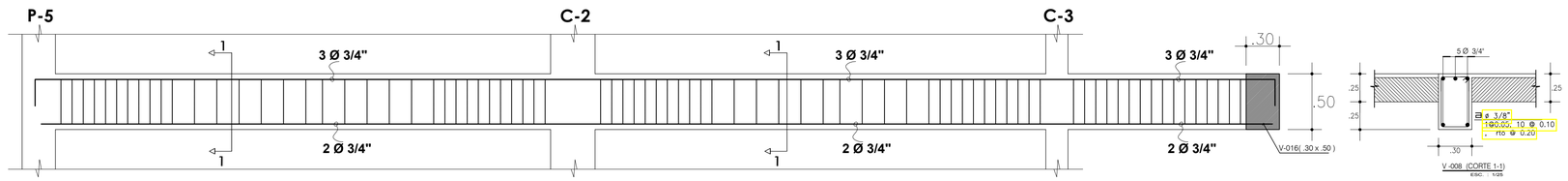
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-005)
V-005 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



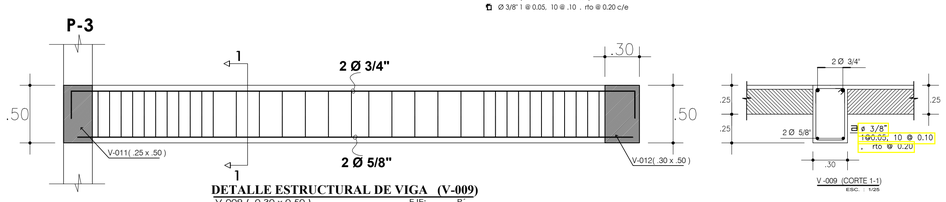
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-006)
V-006 (0.30 x 0.50) EJE: G-G
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-007)
V-007 (0.30 x 0.50) EJE: H-H
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-008)
V-008 (0.30 x 0.50) EJE: 4'
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-009)
V-009 (0.30 x 0.50) EJE: P'
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

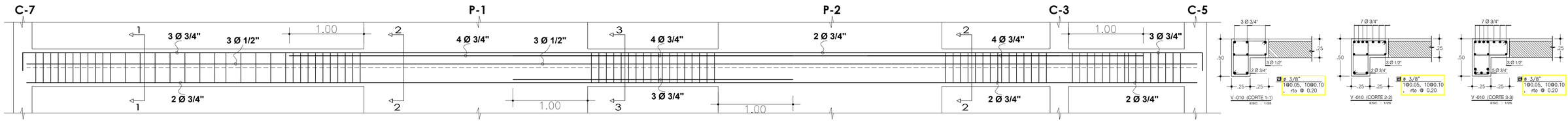
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO:
DETALLES DE LAS VIGAS V-001 A LA V-009

ESCALA: **1/50**

FECHA: **MARZO - 2018**

LÁMINA: **E - 06**

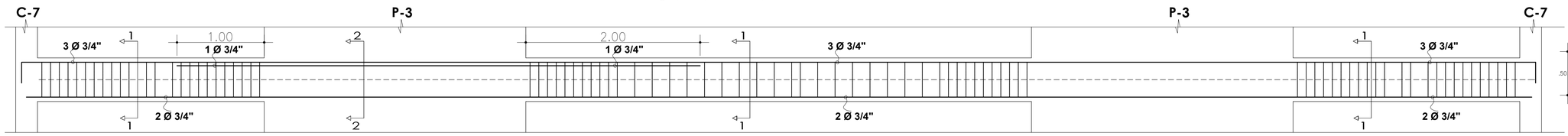


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-010)

V-010 (ver detalle)

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

EJE: K´

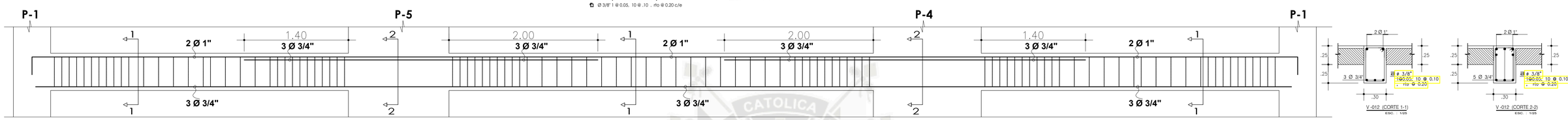


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-011)

V-011 (0.25 x 0.50)

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

EJE: 7-7

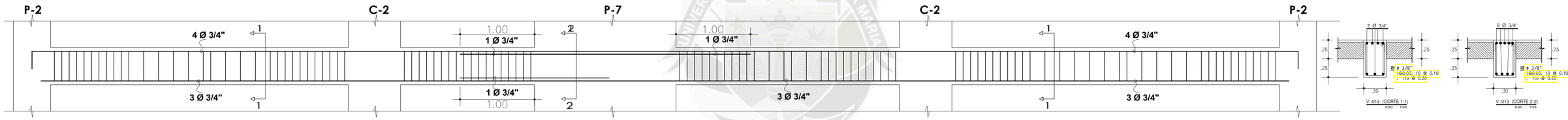


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-012)

V-012 (0.30 x 0.50)

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

EJE: 6

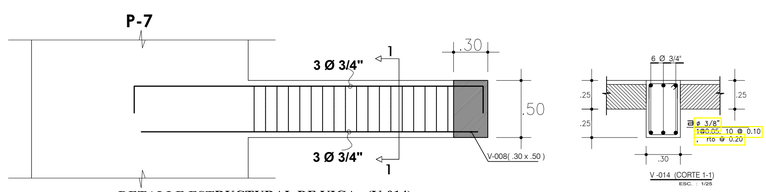


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-013)

V-013 (0.30 x 0.50)

Ø 3/8" 1 @ 0.10, 9 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

EJE: 5

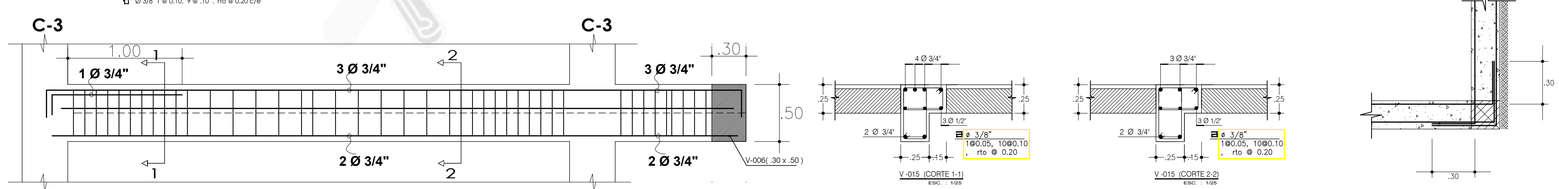


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-014)

V-014 (0.30 x 0.50)

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

EJE: 4

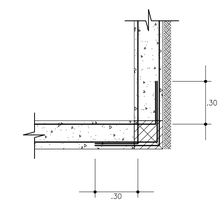


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-015)

V-015 "L" VER DETALLE

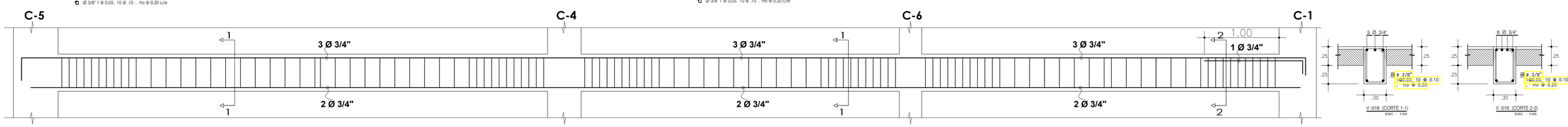
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

EJE: 3



DETALLE TIPICO DE DOBLADO

ESC. : 1/20

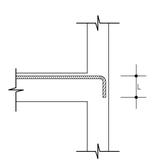


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-016)

V-016 (0.30 x 0.50)

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

EJE: 2

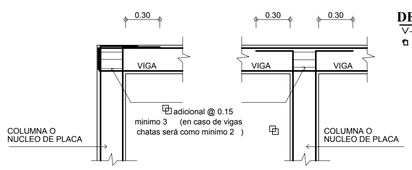


LONGITUD DE GANCHO L	
Ø	L (m)
3/8"	0.20
1/2"	0.25
5/8"	0.30

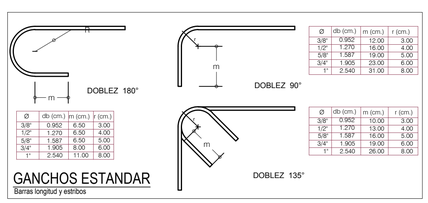
DETALLE DE GANCHO ESTANDAR

LONGITUD DE GANCHO	
Ø	L de
1/4"	0.10
3/8"	0.15

DETALLE DE LONGITUD DE GANCHO DE ESTRIBO



DETALLE DE ENCUENTRO DE VIGAS - COLUMNAS



Ø	db (cm.)	m (cm.)	r (cm.)
3/8"	0.952	6.50	3.00
1/2"	1.270	6.50	4.00
5/8"	1.587	6.50	5.00
3/4"	1.905	8.00	6.00
1"	2.540	11.00	8.00

GANCHOS ESTANDAR

Barras longitud y estribos

Ø	db (cm.)	m (cm.)	r (cm.)
3/8"	0.952	12.00	3.00
1/2"	1.270	16.00	4.00
5/8"	1.587	19.00	5.00
3/4"	1.905	23.00	6.00
1"	2.540	31.00	8.00

Ø	db (cm.)	m (cm.)	r (cm.)
3/8"	0.952	10.00	3.00
1/2"	1.270	13.00	4.00
5/8"	1.587	16.00	5.00
3/4"	1.905	19.00	6.00
1"	2.540	26.00	8.00

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:

"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

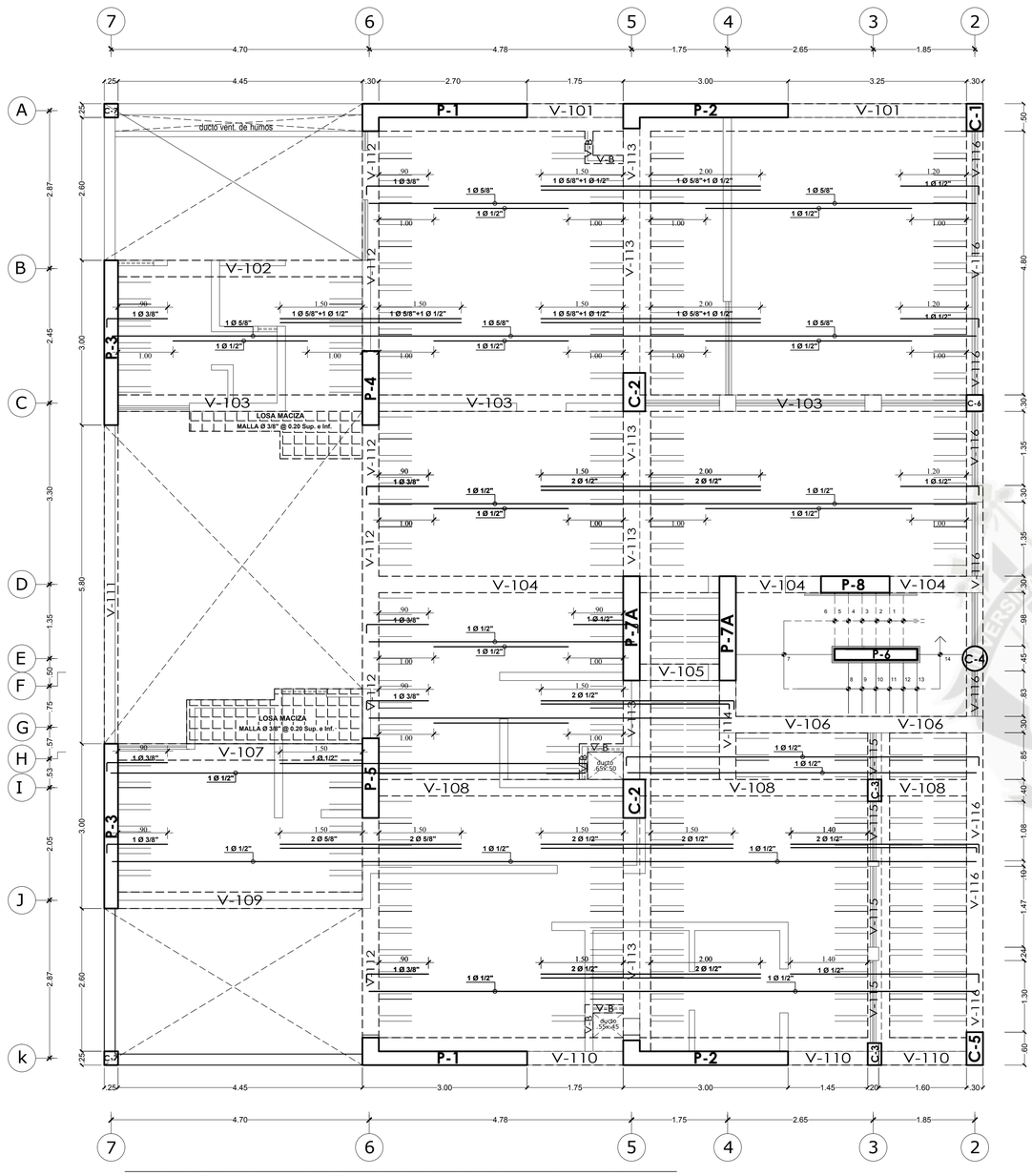
BACHILLER: **CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA**

PLANO: **DETALLES DE LAS VIGAS V-010 A LA V-016**

ESCALA: **1/50**

FECHA: **MARZO - 2018**

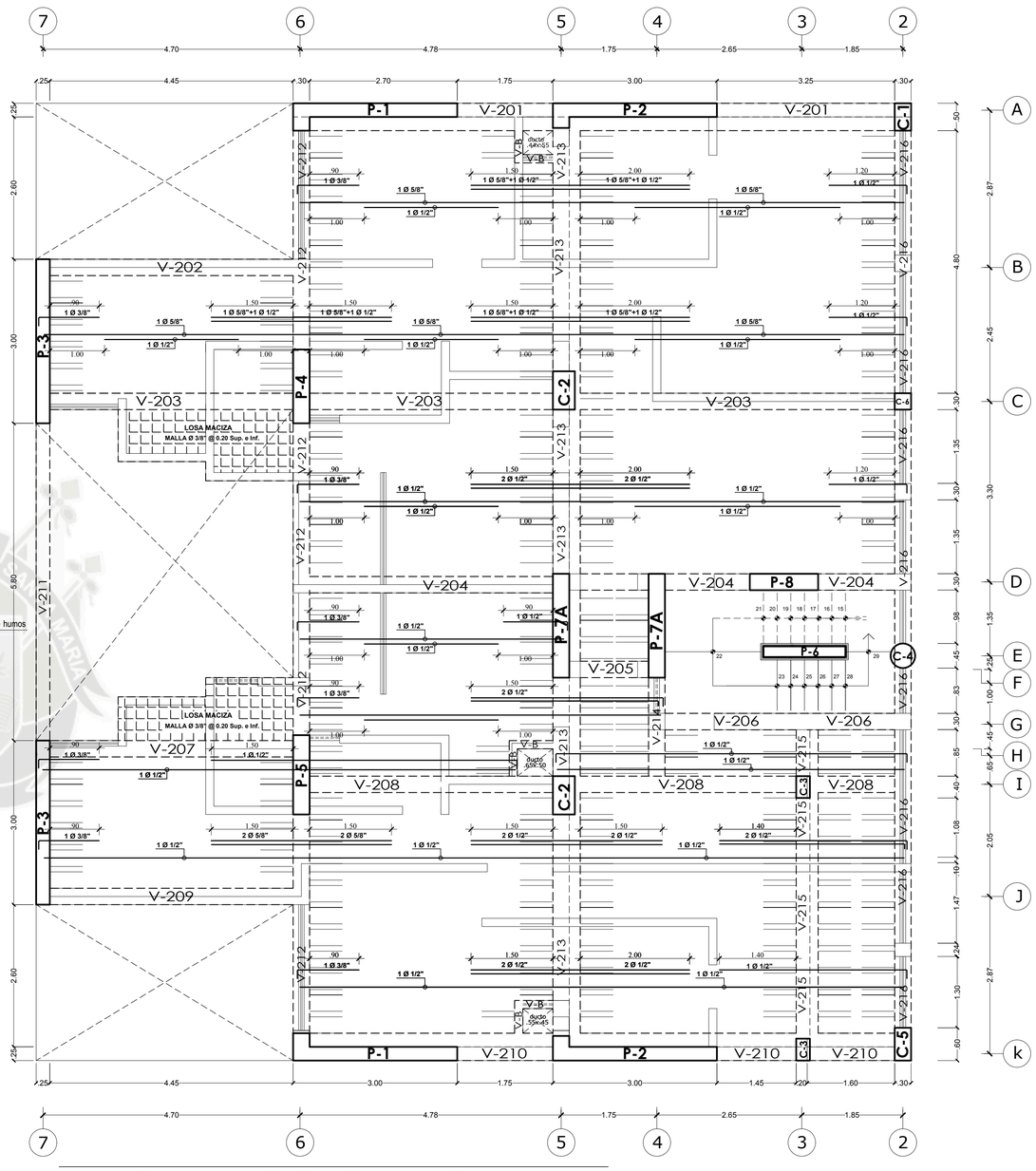
LÁMINA: **E - 07**



ALIGERADO PRIMER NIVEL

S/C = 200 kg/m2
e = 0.20 m

ESCALA 1/50



ALIGERADO SEGUNDO NIVEL

S/C = 200 kg/m2
e = 0.20 m

ESCALA 1/50

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

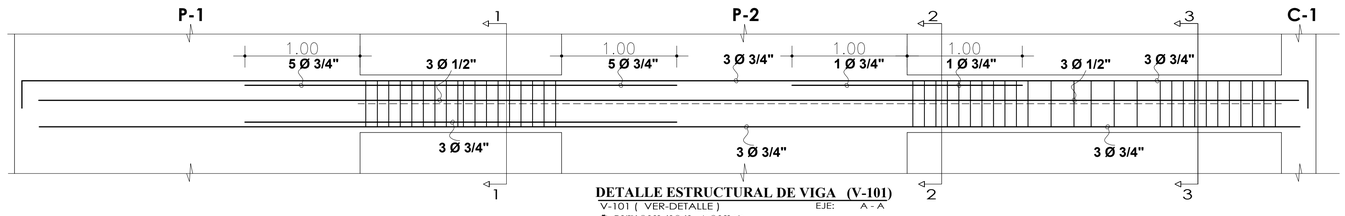
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO:
LOSAS ALIGERADAS DE PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

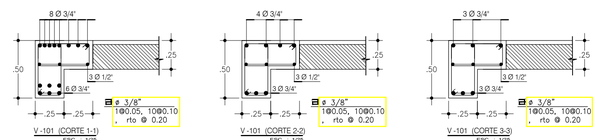
ESCALA:
1/50

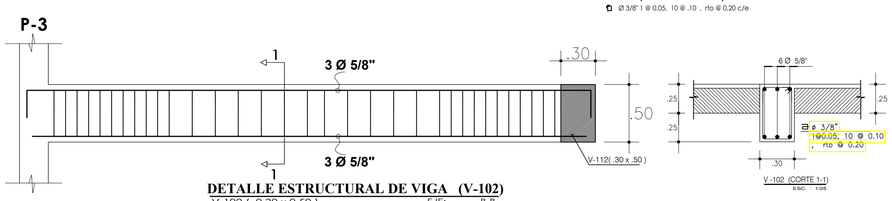
FECHA:
MARZO - 2018

LÁMINA:
E - 08

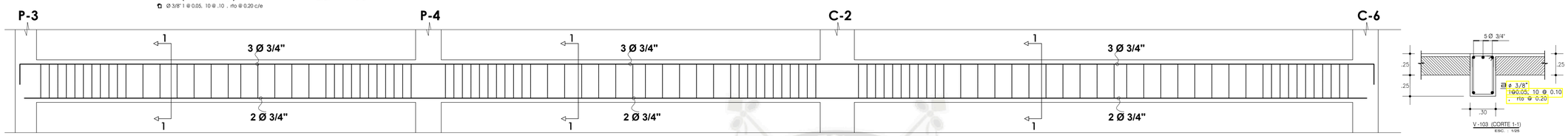


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-101)
V-101 (VER-DETALLE) EJE: A - A
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

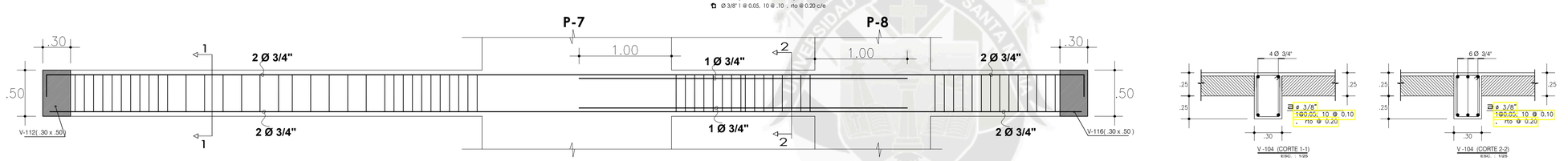




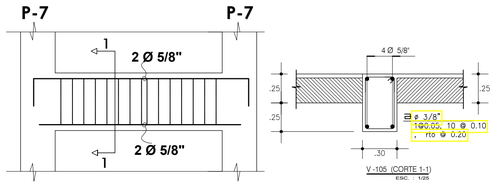
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-102)
V-102 (0.30 x 0.50) EJE: B-B
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



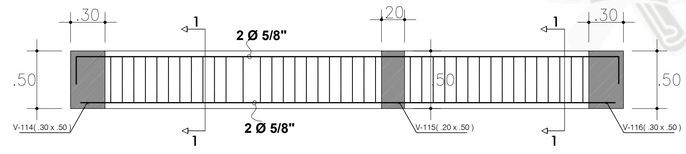
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-103)
V-103 (0.30 x 0.50) EJE: C - C
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

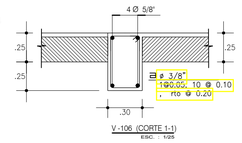


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-104)
V-104 (0.30 x 0.50) EJE: D-D
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

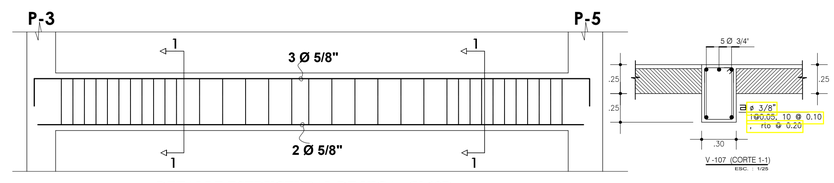


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-105)
V-105 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

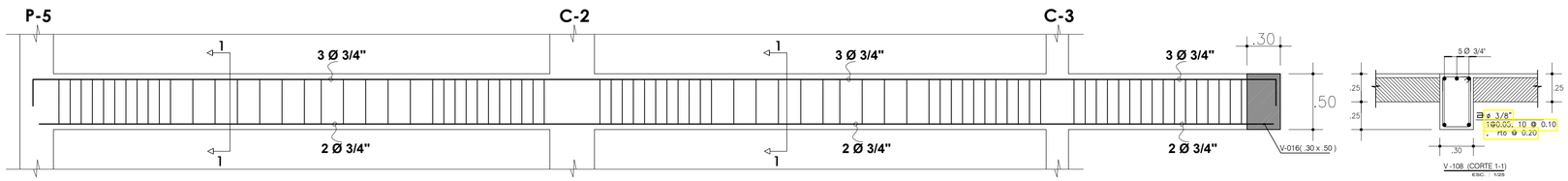




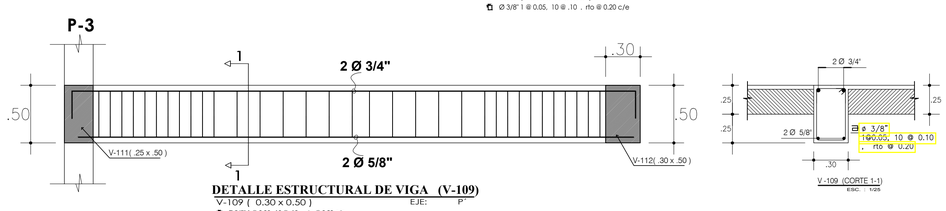
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-106)
V-106 (0.30 x 0.50) EJE: G-G
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-107)
V-107 (0.30 x 0.50) EJE: H-H
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-108)
V-108 (0.30 x 0.50) EJE: 4'
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-109)
V-109 (0.30 x 0.50) EJE: F'
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

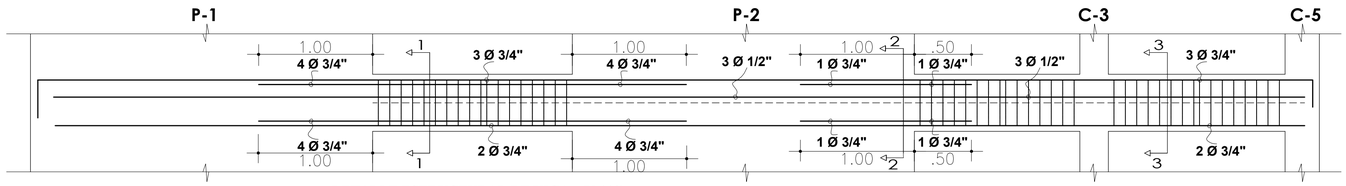
BACHILLER: **CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA**

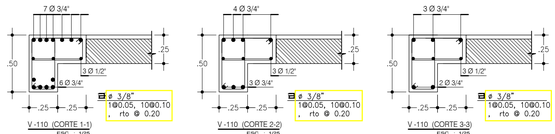
PLANO: **DETALLES DE LAS VIGAS V-101 A LA V-109**

ESCALA: **1/50**

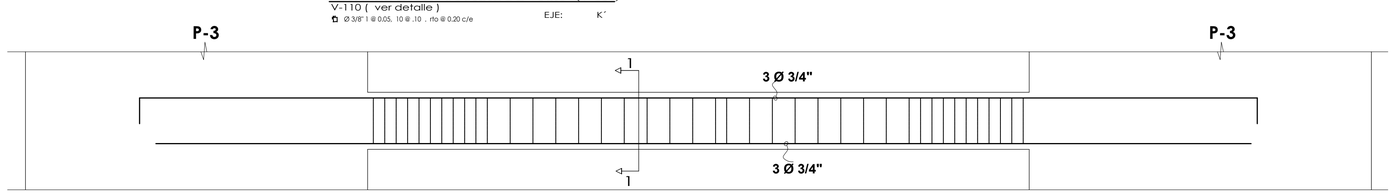
FECHA: **MARZO - 2018**

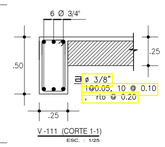
LÁMINA: **E - 09**



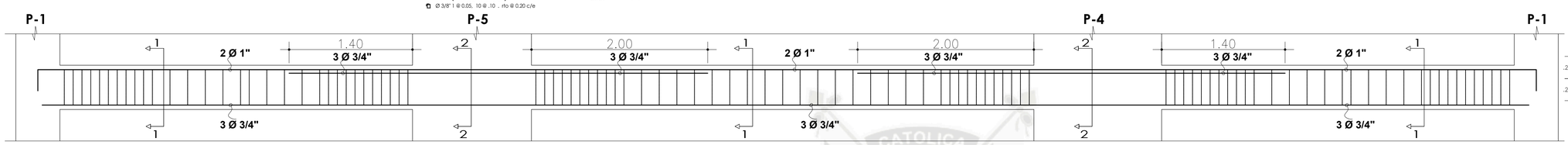


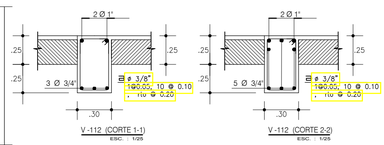
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-110)
V-110 (ver detalle) EJE: K'
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



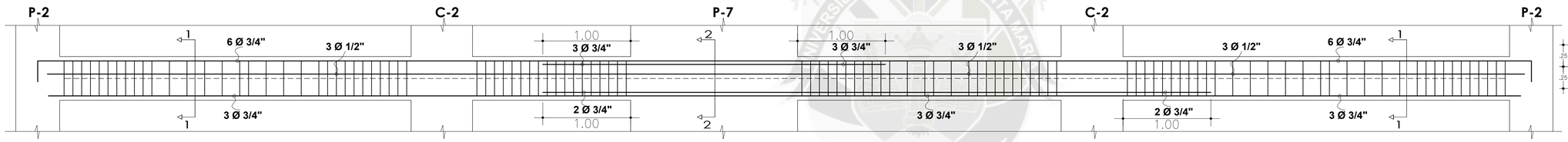


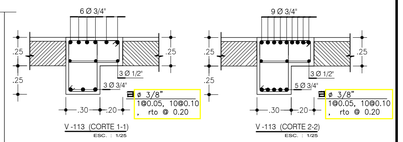
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-111)
V-111 (0.25 x 0.50) EJE: 7-7
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



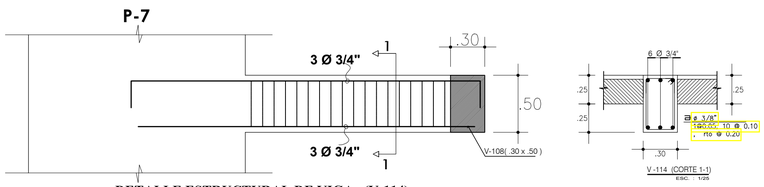


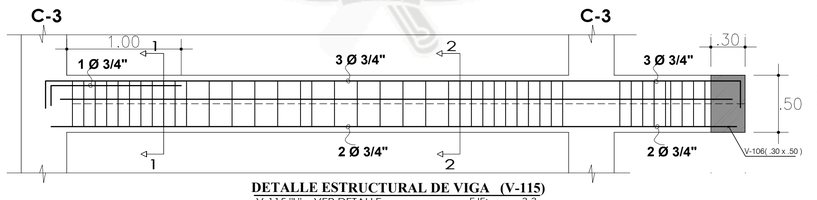
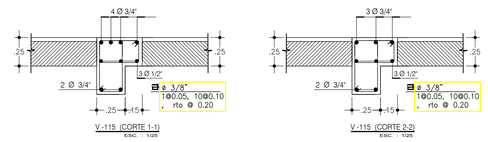
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-112)
V-112 (0.30 x 0.50) EJE: 6-6
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



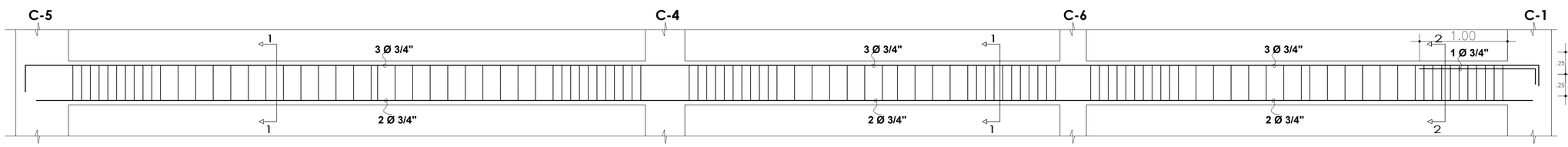


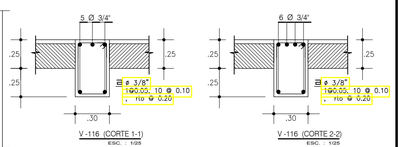
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-113)
V-113 (VER DETALLE) EJE: 5'
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-114)
V-114 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-115)
V-115 "L" VER DETALLE EJE: 3-3
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e





DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-116)
V-116 (0.30 x 0.50) EJE: 2-2
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

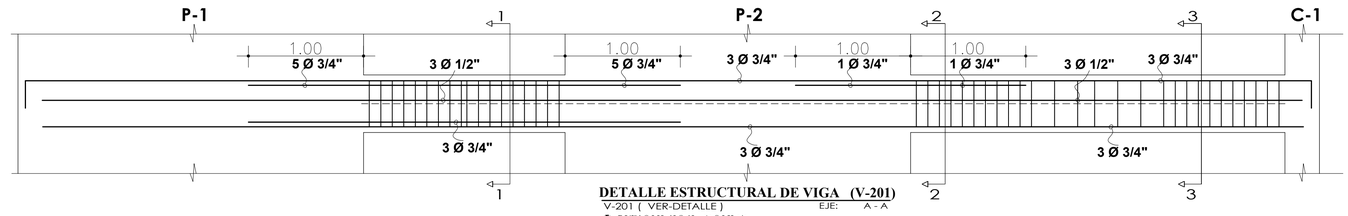
BACHILLER: **CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA**

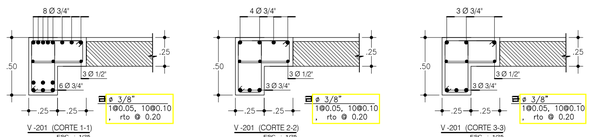
PLANO: **DETALLES DE LAS VIGAS V-110 A LA V-116**

ESCALA: **1/50**

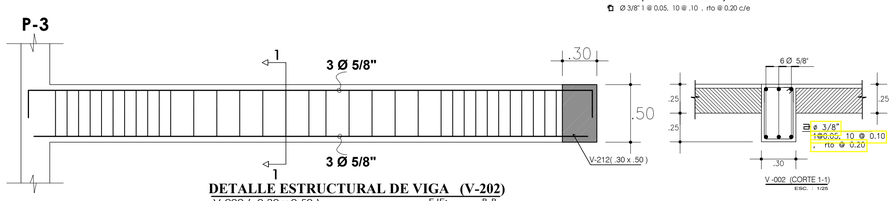
FECHA: **MARZO - 2018**

LÁMINA: **E - 10**

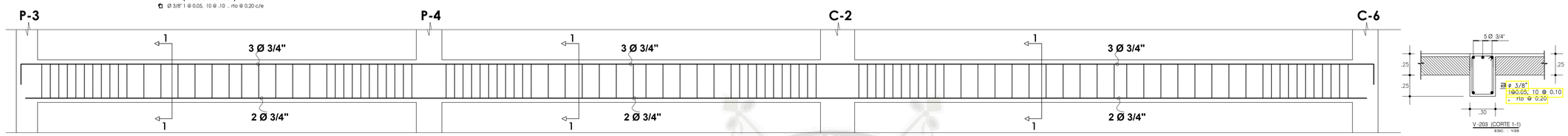




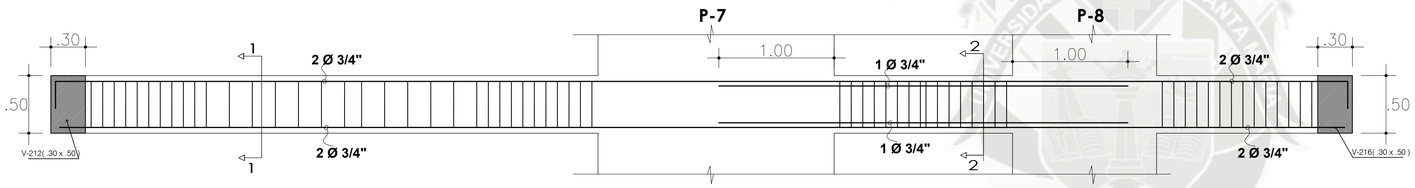
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-201)
V-201 (VER-DETALLE) EJE: A - A
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



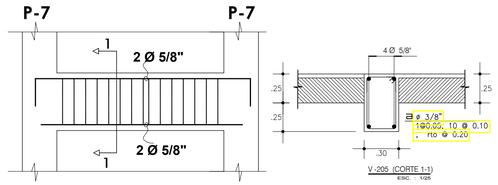
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-202)
V-202 (0.30 x 0.50) EJE: B-B
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



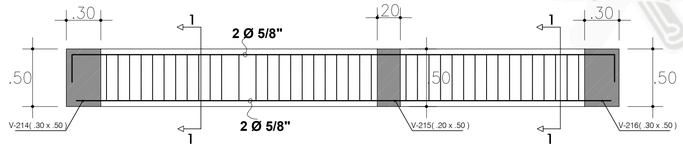
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-203)
V-203 (0.30 x 0.50) EJE: C - C
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



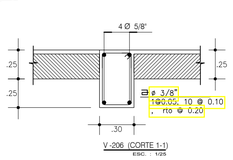
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-204)
V-204 (0.30 x 0.50) EJE: D-D
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

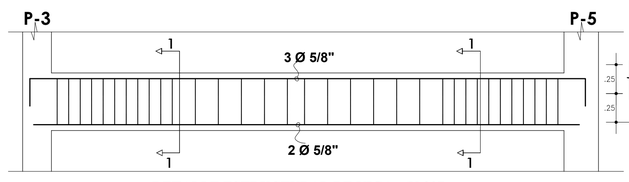


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-205)
V-205 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

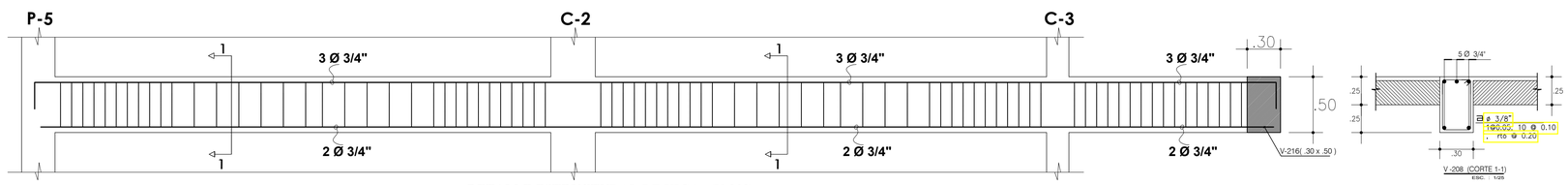


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-206)
V-206 (0.30 x 0.50) EJE: G-G
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

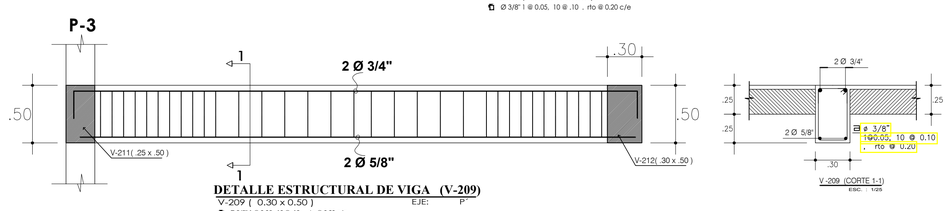




DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-207)
V-207 (0.30 x 0.50) EJE: H-H
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-208)
V-208 (0.30 x 0.50) EJE: 4'
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-209)
V-209 (0.30 x 0.50) EJE: P'
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

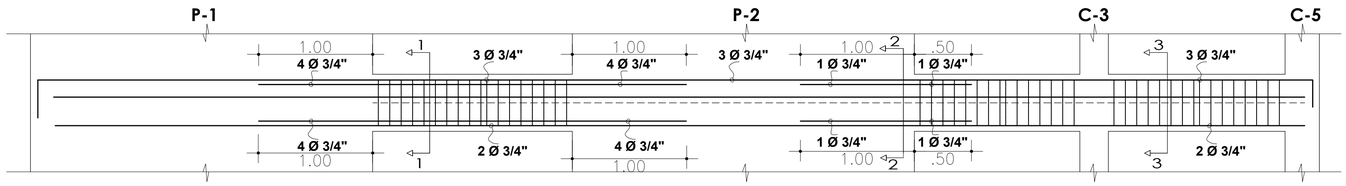
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

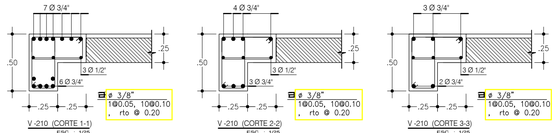
PLANO:
DETALLES DE LAS VIGAS V-201 A LA V-209

ESCALA:
1/50

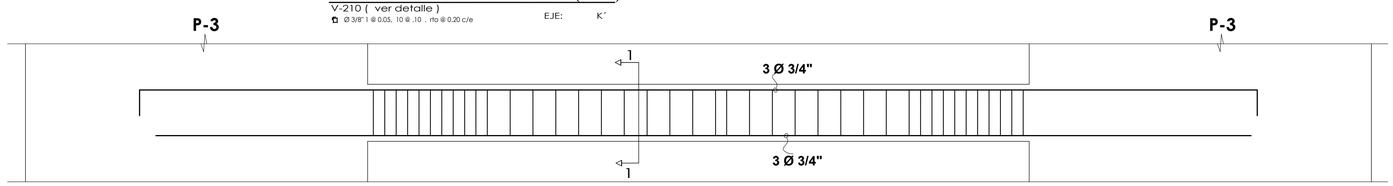
FECHA:
MARZO - 2018

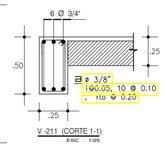
LÁMINA:
E - 11



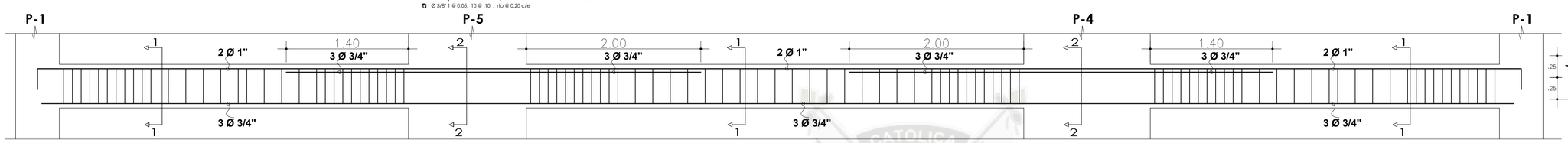


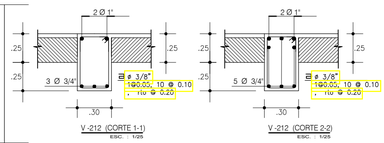
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-210)
V-210 (ver detalle) EJE: K´
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



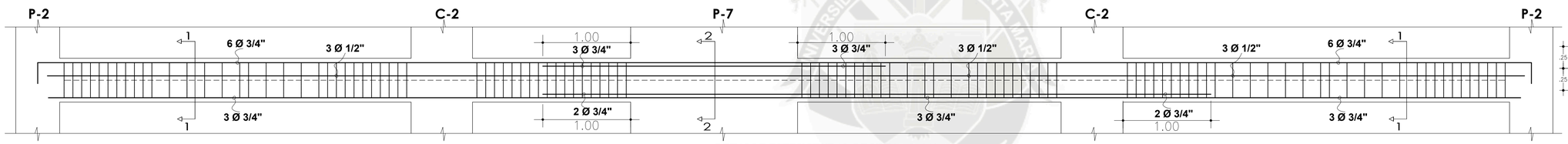


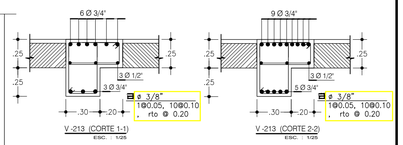
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-211)
V-211 (0.25 x 0.50) EJE: 7-7
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



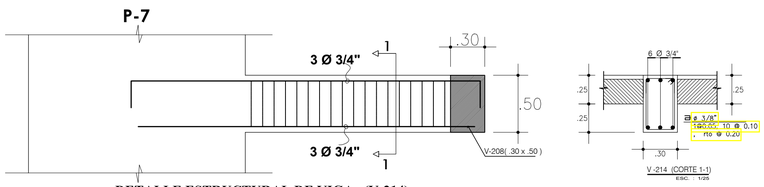


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-212)
V-212 (0.30 x 0.50) EJE: 6-6
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

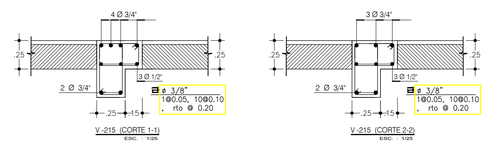




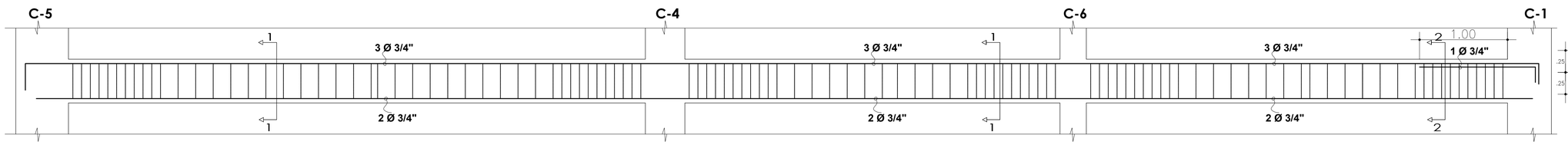
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-213)
V-213 (VER DETALLE) EJE: 5´
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

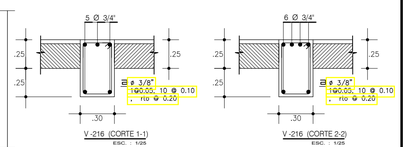


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-214)
V-214 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-215)
V-215 "L" VER DETALLE EJE: 3-3
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e





DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-216)
V-216 (0.30 x 0.50) EJE: 2-2
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

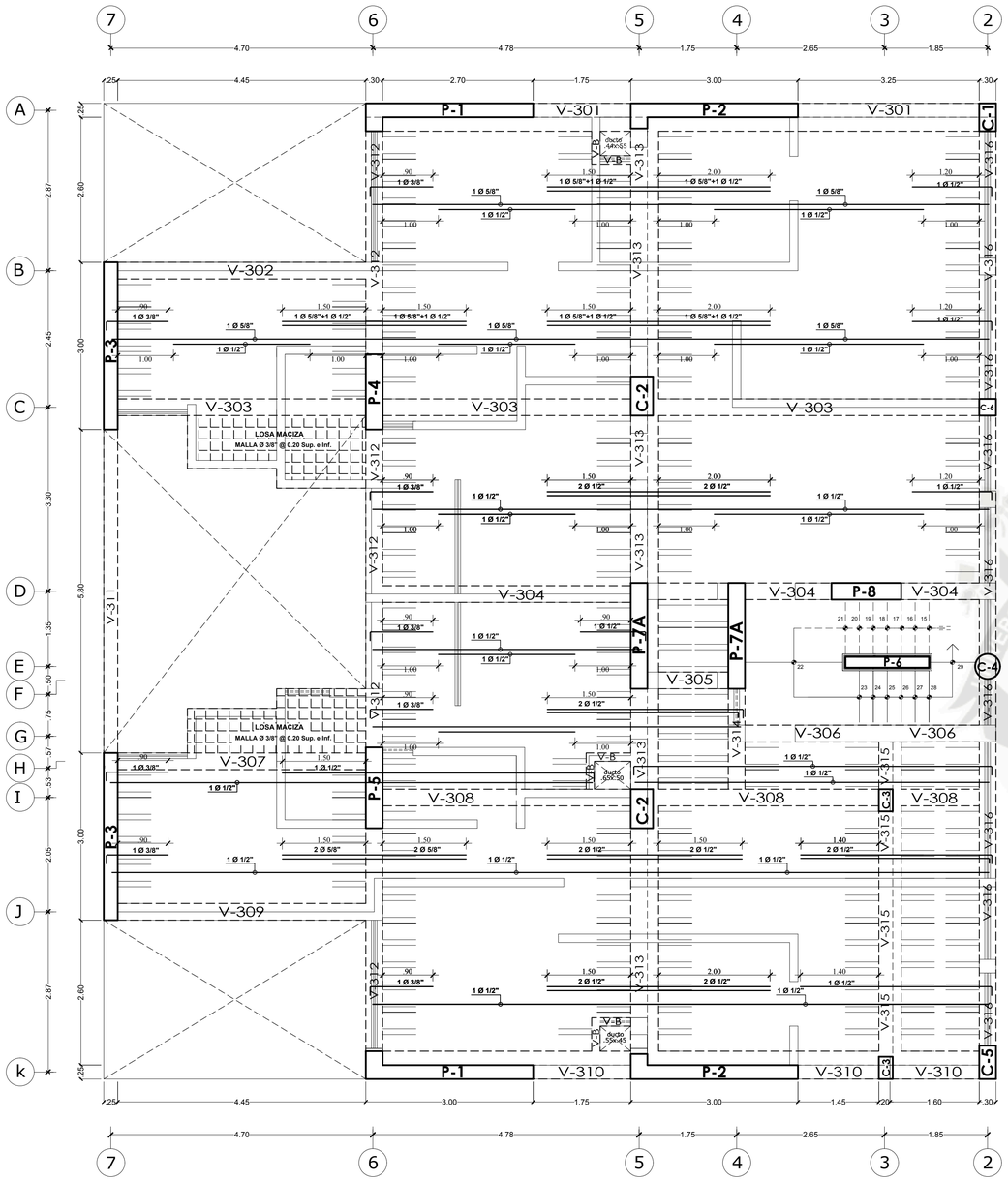
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO:
DETALLES DE LAS VIGAS V-210 A LA V-216

ESCALA:
1/50

FECHA:
MARZO - 2018

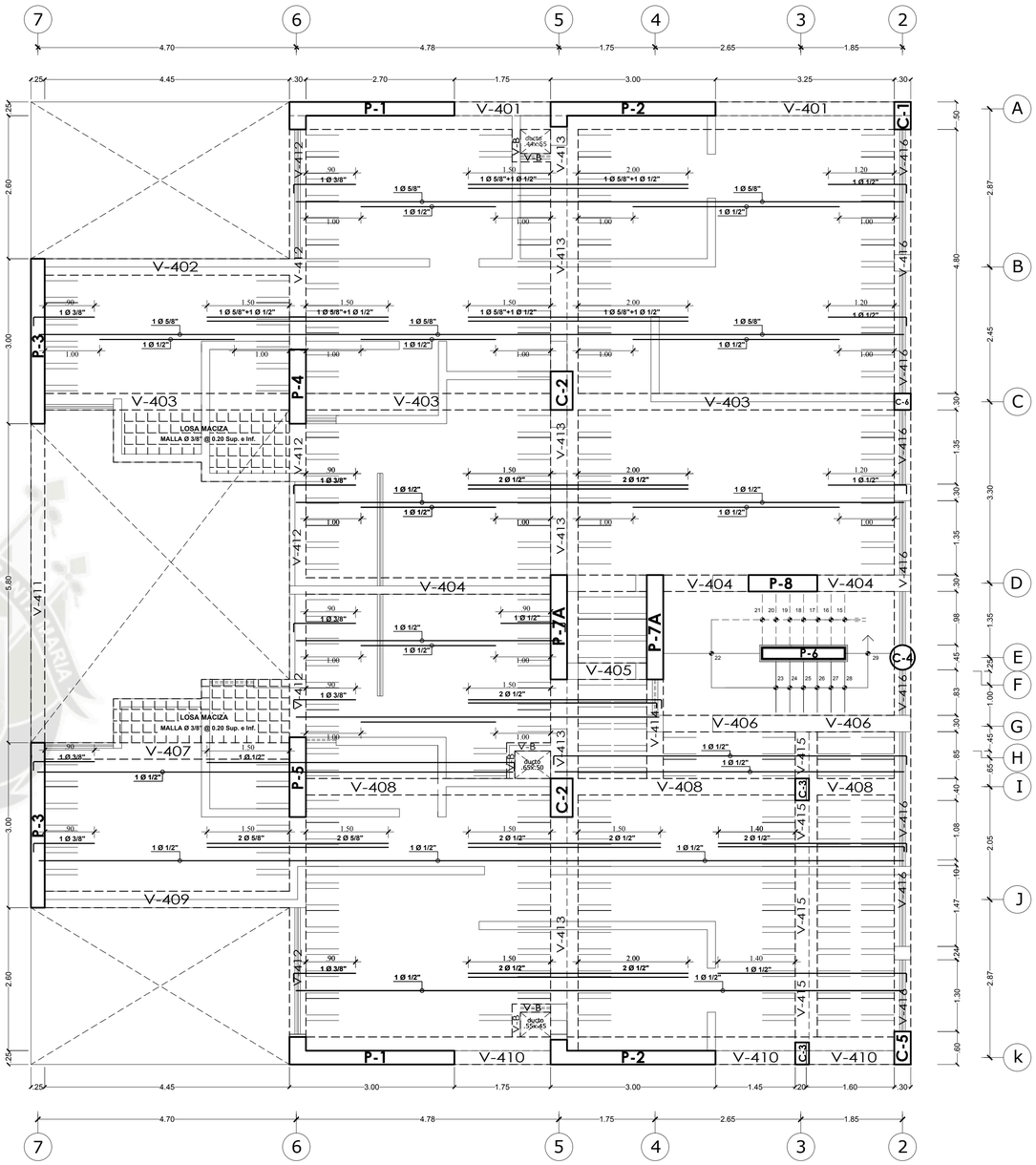
LÁMINA:
E - 12



ALIGERADO TERCER NIVEL

S/C = 200 kg/m2
e = 0.20 m

ESCALA 1/50



ALIGERADO CUARTO NIVEL

S/C = 200 kg/m2
e = 0.20 m

ESCALA 1/50

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

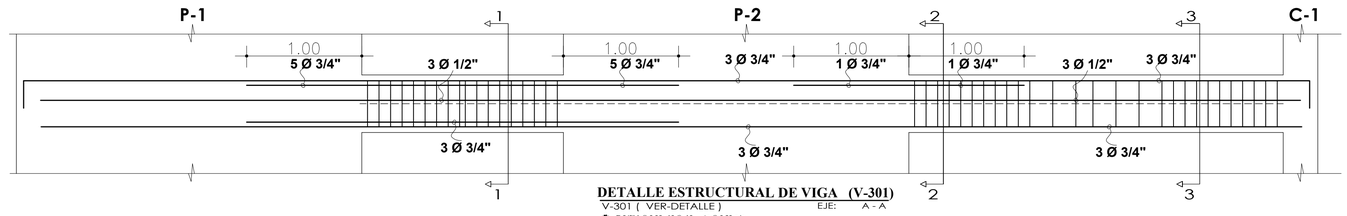
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO:
LOSAS ALIGERADAS DE TERCER Y CUARTO NIVEL

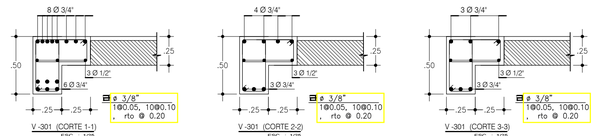
ESCALA: **1/50**

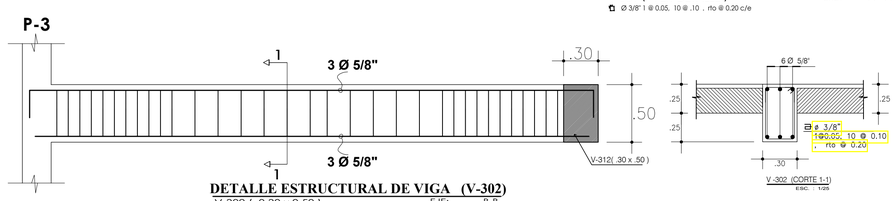
FECHA: **MARZO - 2018**

LÁMINA: **E - 13**

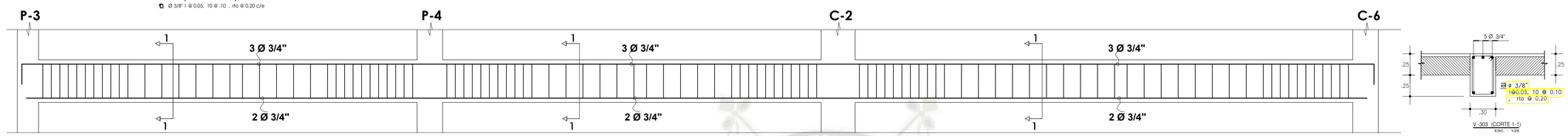


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-301)
V-301 (VER-DETALLE) EJE: A - A
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

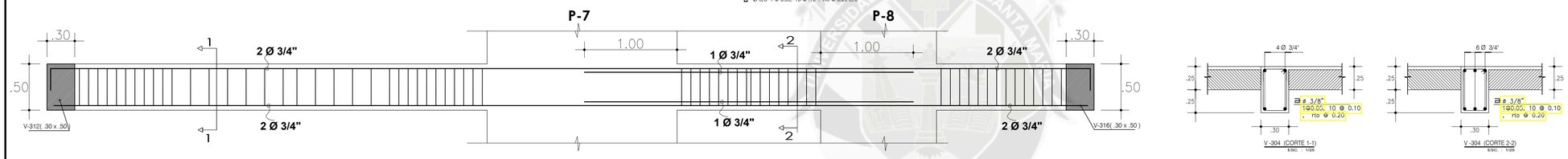




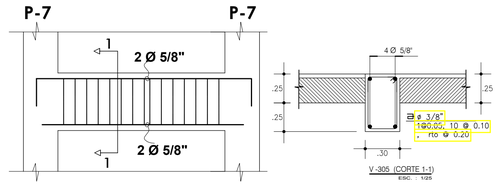
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-302)
V-302 (0.30 x 0.50) EJE: B-B
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



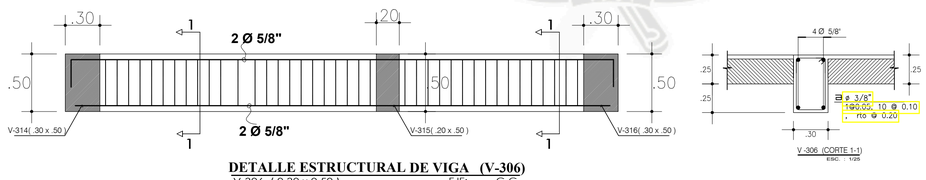
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-303)
V-303 (0.30 x 0.50) EJE: C - C
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



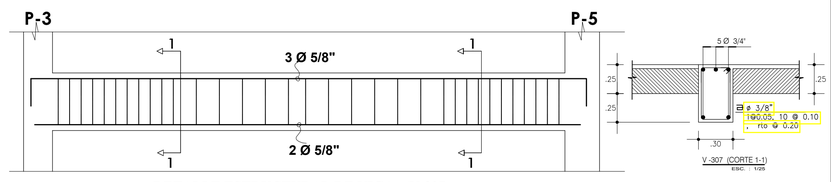
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-304)
V-304 (0.30 x 0.50) EJE: D-D
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



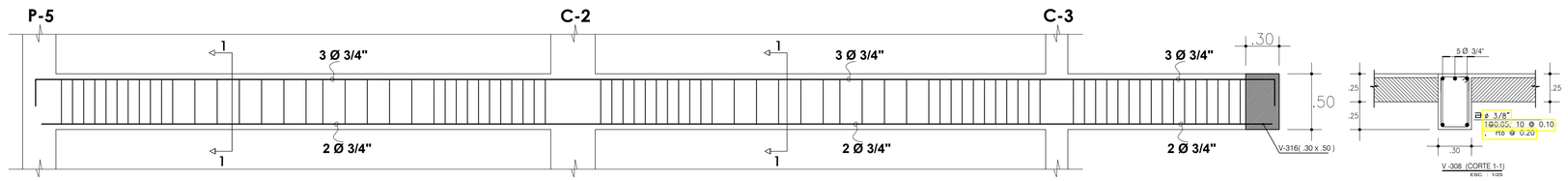
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-305)
V-305 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



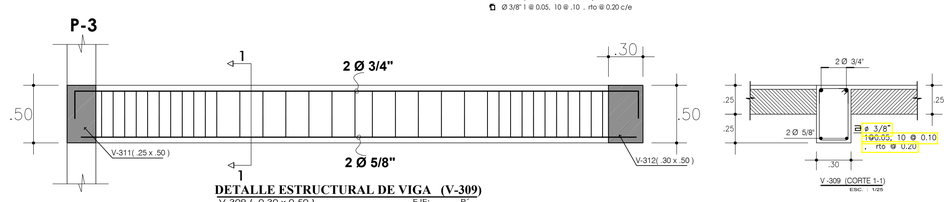
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-306)
V-306 (0.30 x 0.50) EJE: G-G
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-307)
V-307 (0.30 x 0.50) EJE: H-H
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-308)
V-308 (0.30 x 0.50) EJE: 4'
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-309)
V-309 (0.30 x 0.50) EJE: P
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

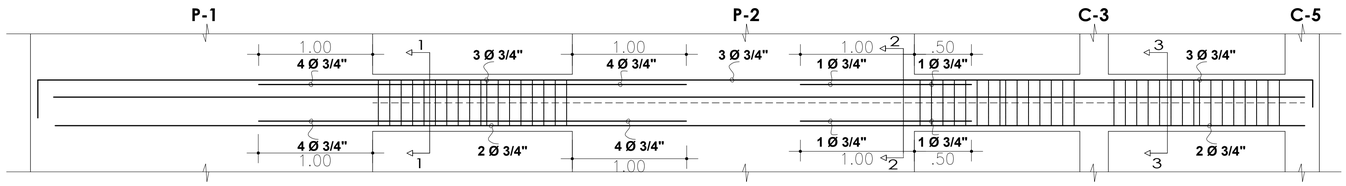
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

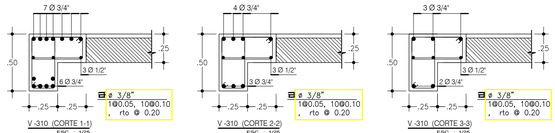
PLANO:
DETALLES DE LAS VIGAS V-301 A LA V-309

ESCALA: 1/50

FECHA: MARZO - 2018

LÁMINA: E - 14

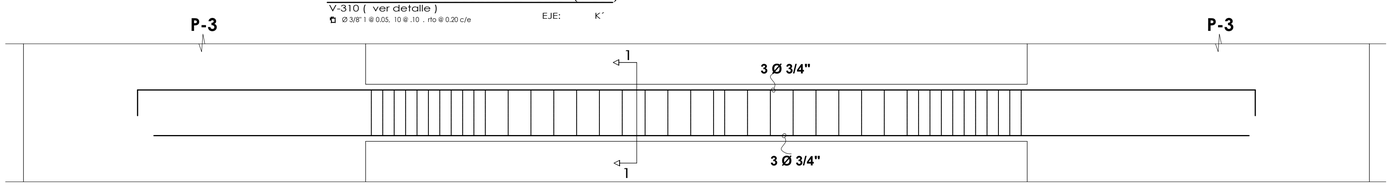


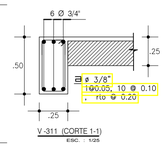


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-310)

V-310 (ver detalle) EJE: K´

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

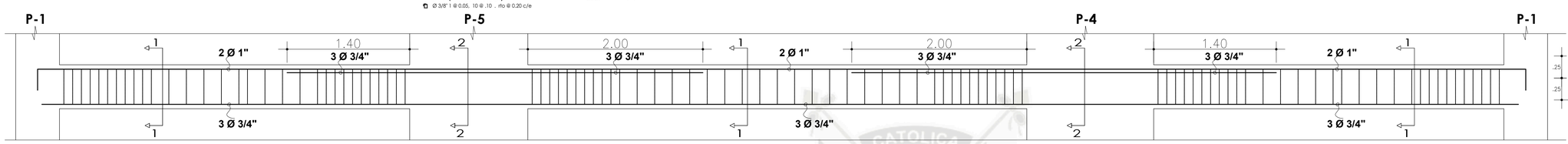


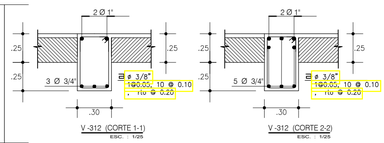


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-311)

V-311 (0.25 x 0.50) EJE: 7-7

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

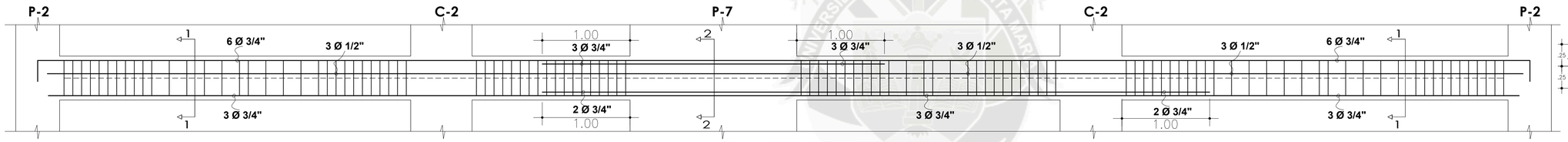


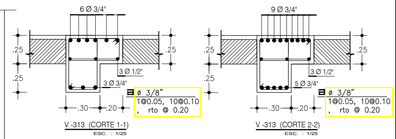


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-312)

V-312 (0.30 x 0.50) EJE: 6-6

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

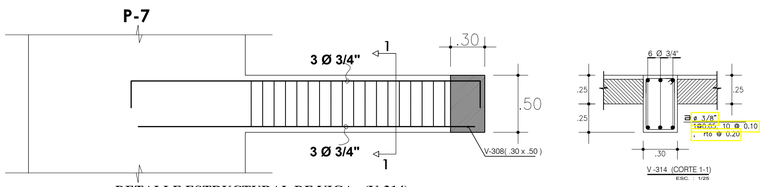




DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-313)

V-313 (VER DETALLE) EJE: 5´

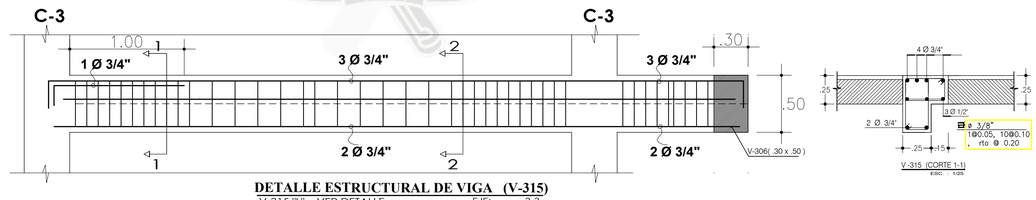
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-314)

V-314 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4

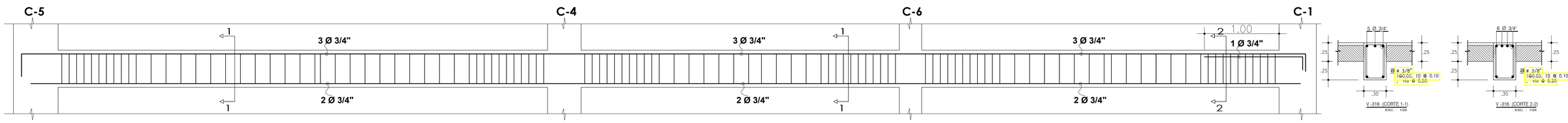
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-315)

V-315 "L" VER DETALLE EJE: 3-3

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-316)

V-316 (0.30 x 0.50) EJE: 2-2

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:

"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

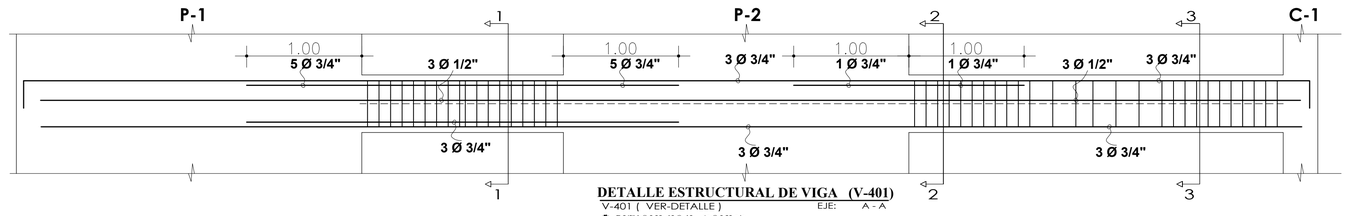
BACHILLER: **CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA**

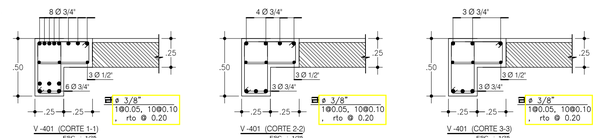
PLANO: **DETALLES DE LAS VIGAS V-310 A LA V-316**

ESCALA: **1/50**

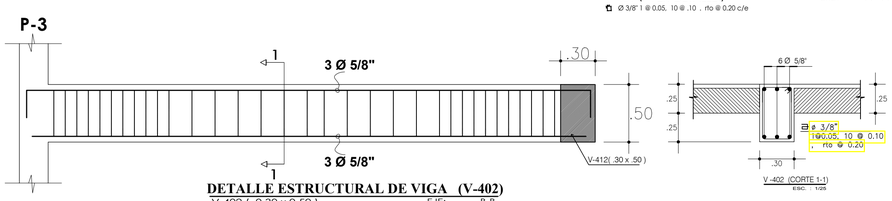
FECHA: **MARZO - 2018**

LÁMINA: **E - 15**

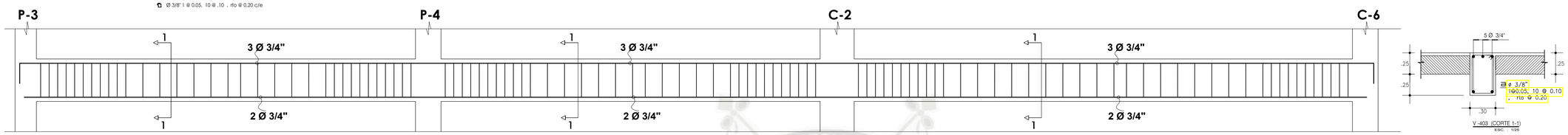




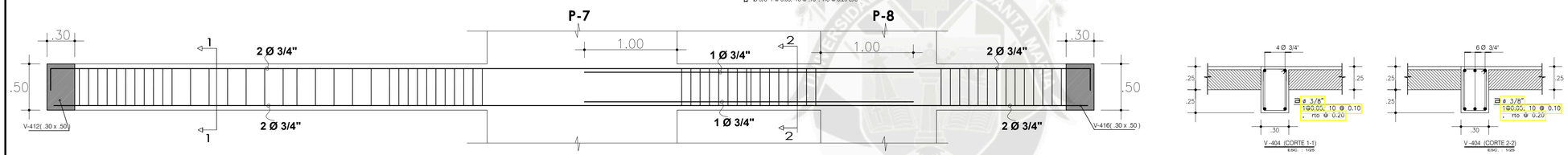
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-401)
V-401 (VER-DETALLE) EJE: A - A
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



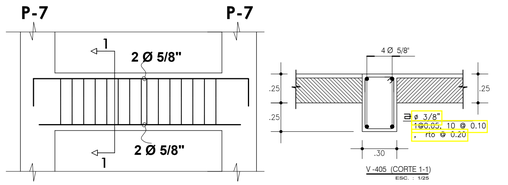
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-402)
V-402 (0.30 x 0.50) EJE: B-B
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



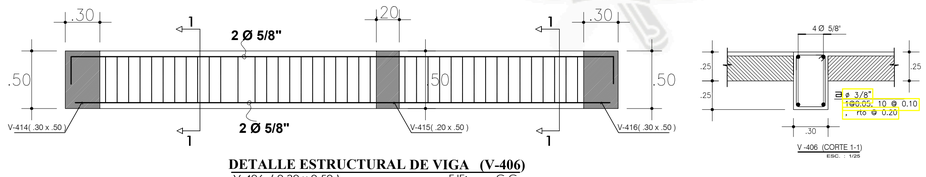
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-403)
V-403 (0.30 x 0.50) EJE: C - C
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



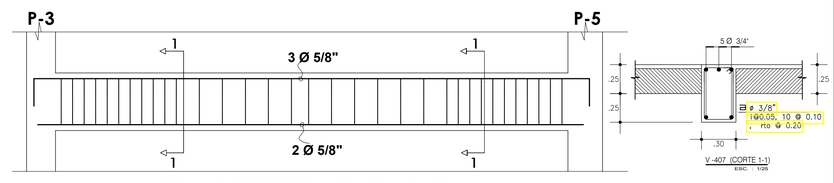
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-404)
V-404 (0.30 x 0.50) EJE: D-D
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



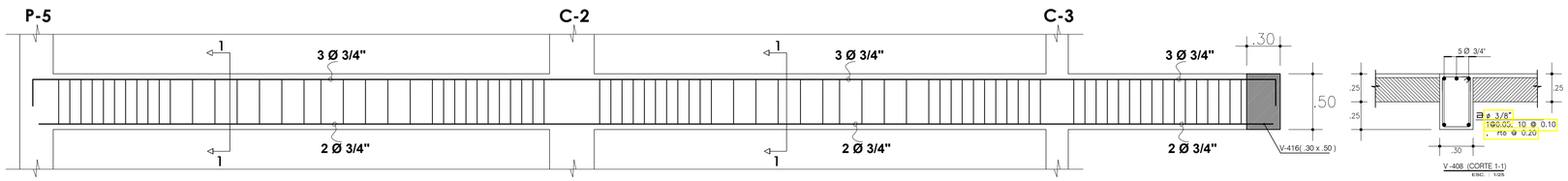
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-405)
V-405 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



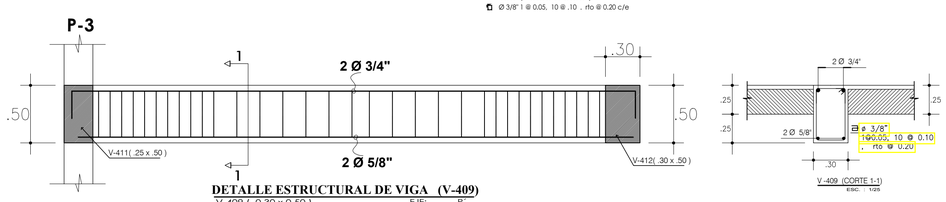
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-406)
V-406 (0.30 x 0.50) EJE: G-G
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-407)
V-407 (0.30 x 0.50) EJE: H-H
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-408)
V-408 (0.30 x 0.50) EJE: 4'
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-409)
V-409 (0.30 x 0.50) EJE: P
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

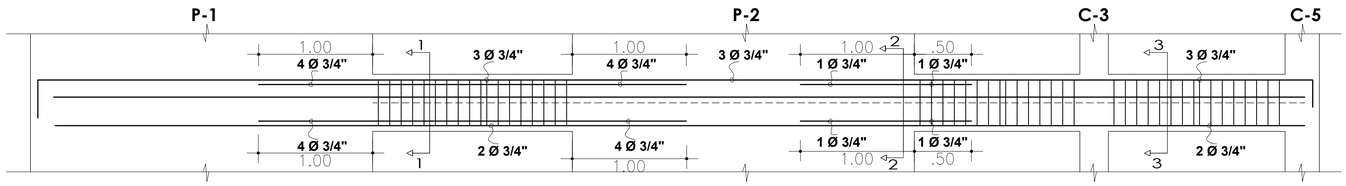
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

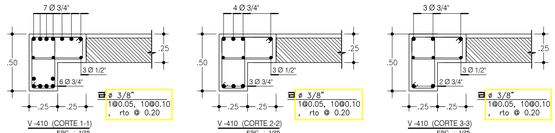
PLANO:
DETALLES DE LAS VIGAS V-401 A LA V-409

ESCALA: 1/50

FECHA: MARZO - 2018

LÁMINA: E - 16

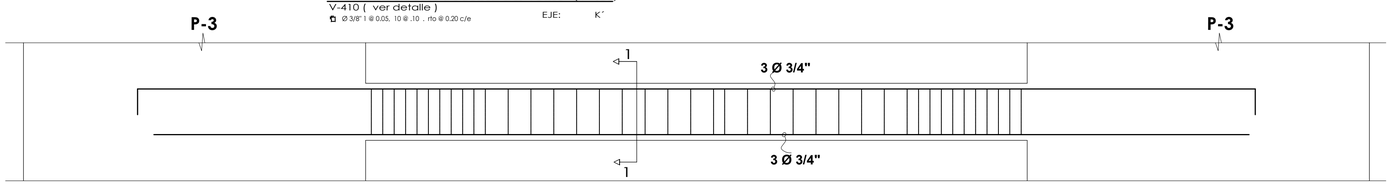


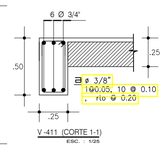


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-410)

V-410 (ver detalle) EJE: K´

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

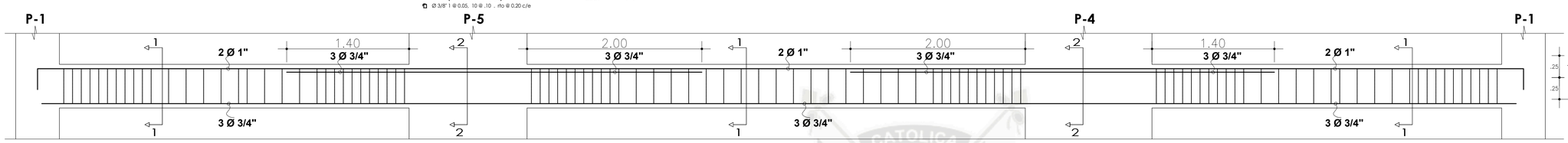


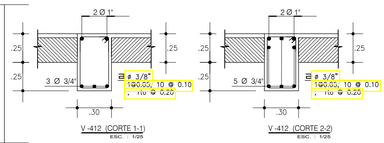


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-411)

V-411 (0.25 x 0.50) EJE: 7-7

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

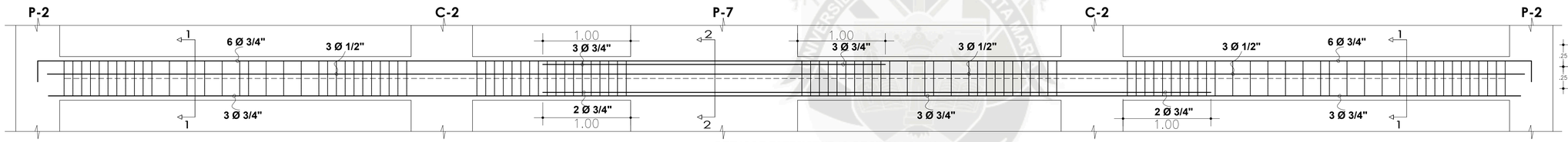


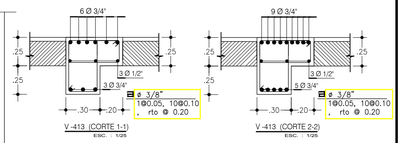


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-412)

V-412 (0.30 x 0.50) EJE: 6-6

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

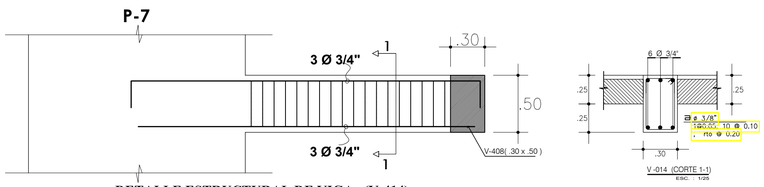




DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-413)

V-413 (VER DETALLE) EJE: 5´

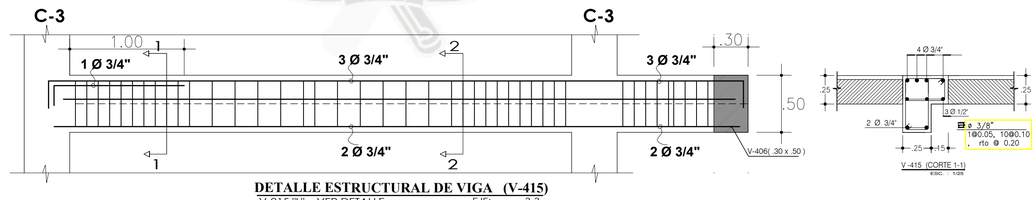
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

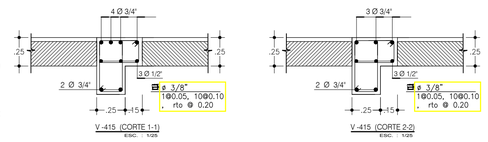


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-414)

V-414 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

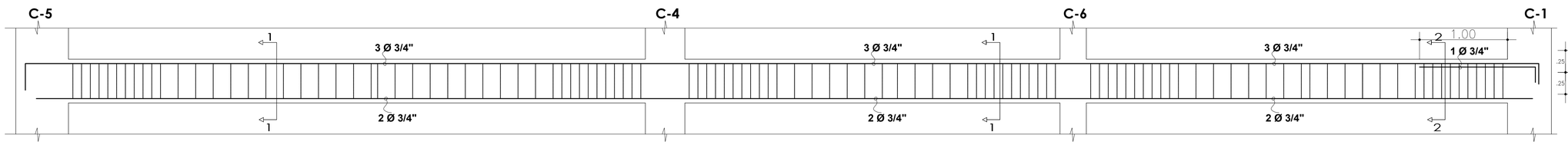


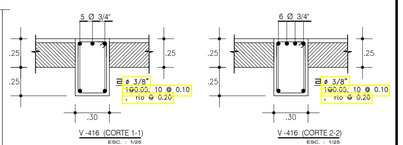


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-415)

V-015 "L" VER DETALLE EJE: 3-3

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e





DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-416)

V-416 (0.30 x 0.50) EJE: 2-2

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:

"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

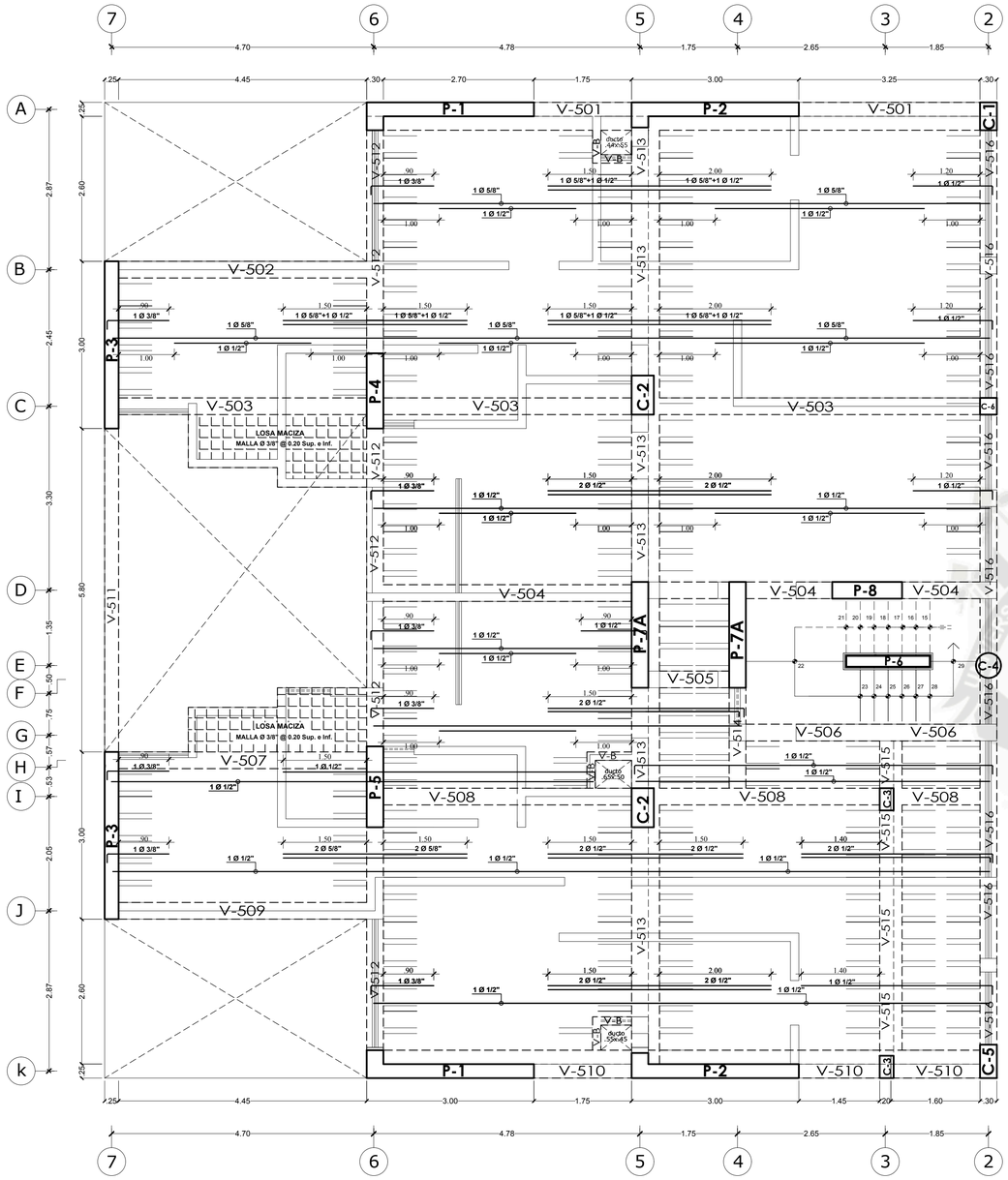
BACHILLER: **CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA**

PLANO: **DETALLES DE LAS VIGAS V-410 A LA V-416**

ESCALA: **1/50**

FECHA: **MARZO - 2018**

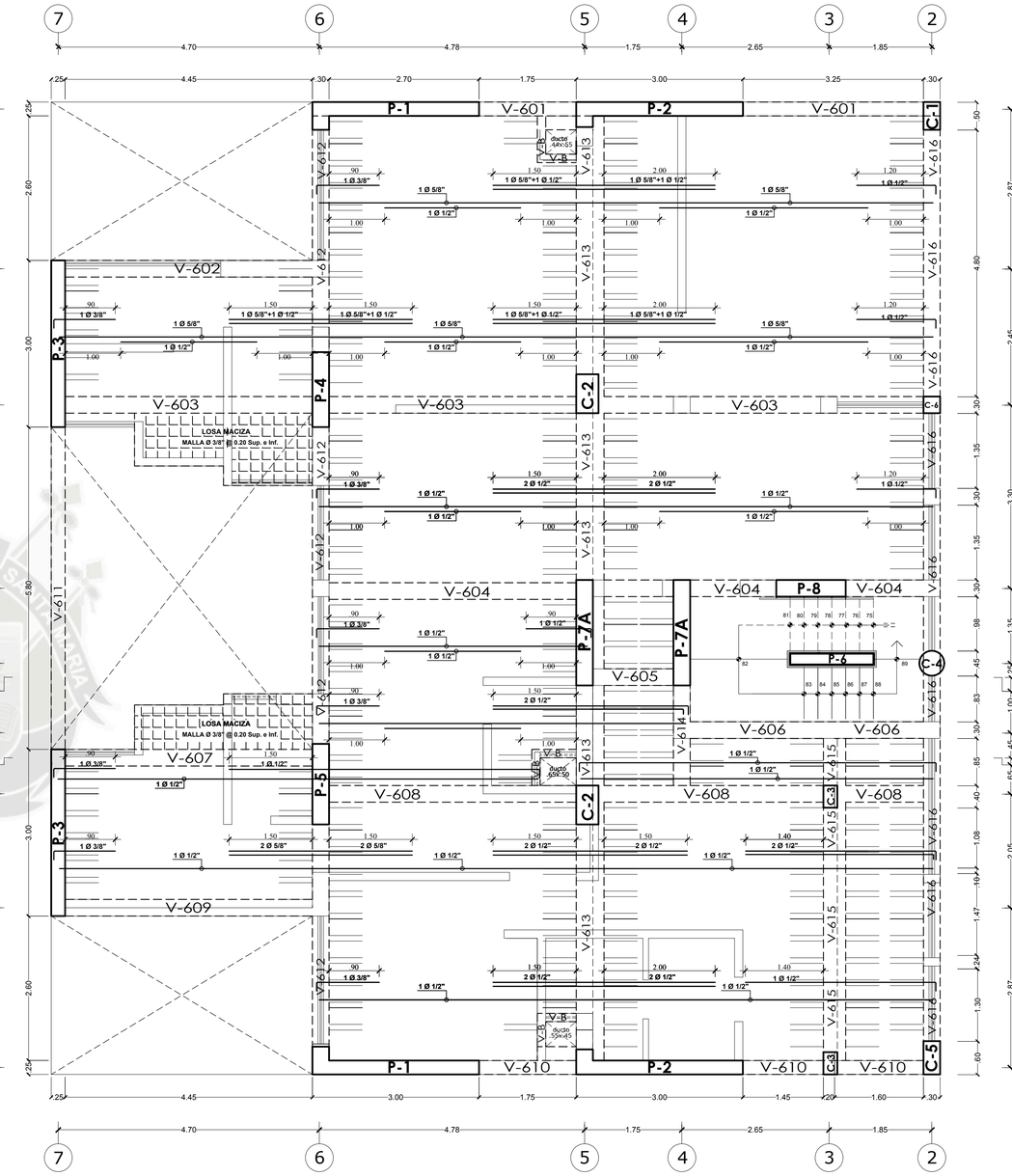
LÁMINA: **E - 17**



ALIGERADO QUINTO NIVEL

S/C = 200 kg/m2
e = 0.20 m

ESCALA 1/50



ALIGERADO SEXTO NIVEL

S/C = 200 kg/m2
e = 0.20 m

ESCALA 1/50

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

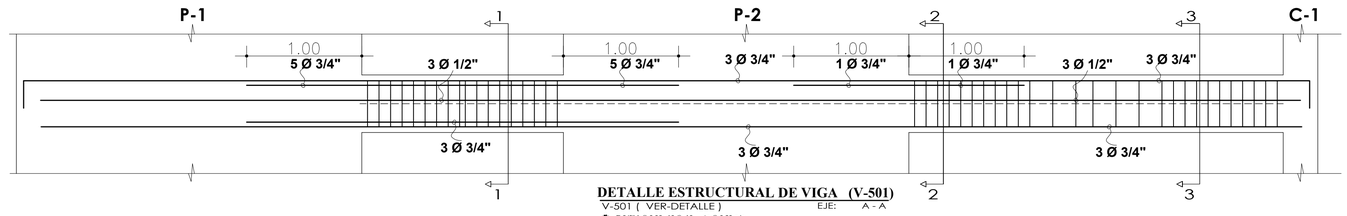
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO:
LOSAS ALIGERADAS DE QUINTO Y SEXTO NIVEL

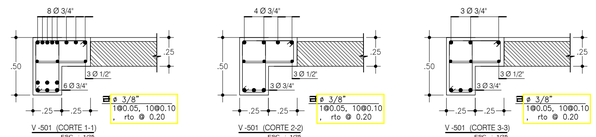
ESCALA: **1/50**

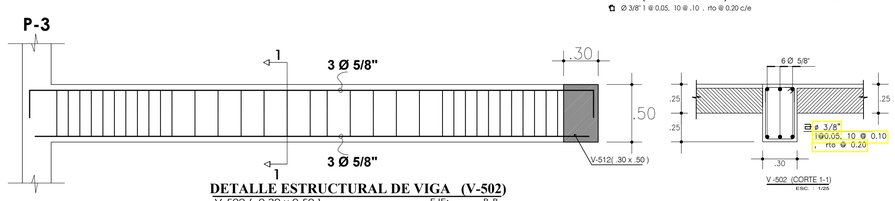
FECHA: **MARZO - 2018**

LÁMINA: **E - 18**

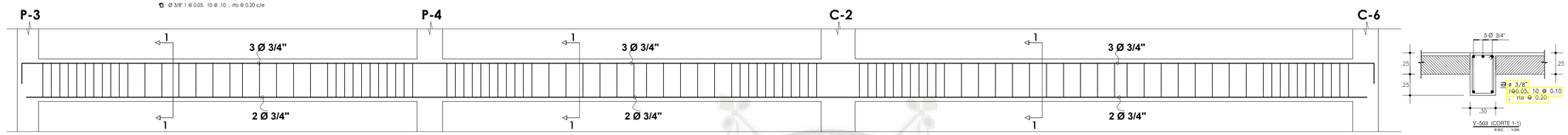


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-501)
V-501 (VER-DETALLE) EJE: A - A
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

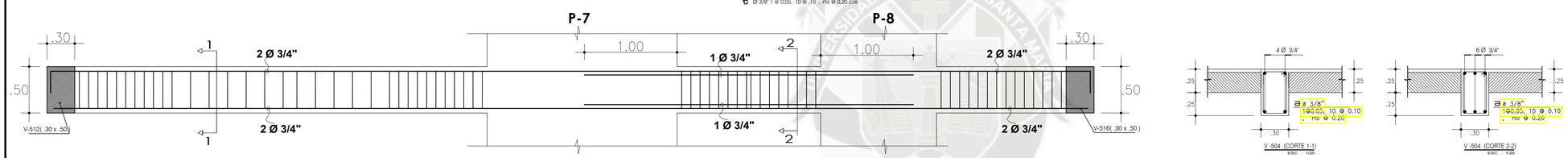




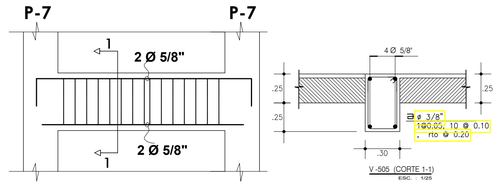
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-502)
V-502 (0.30 x 0.50) EJE: B-B
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



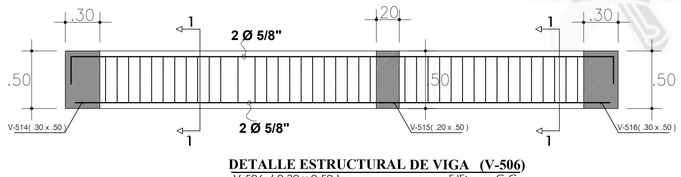
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-503)
V-503 (0.30 x 0.50) EJE: C - C
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



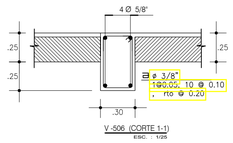
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-504)
V-504 (0.30 x 0.50) EJE: D-D
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

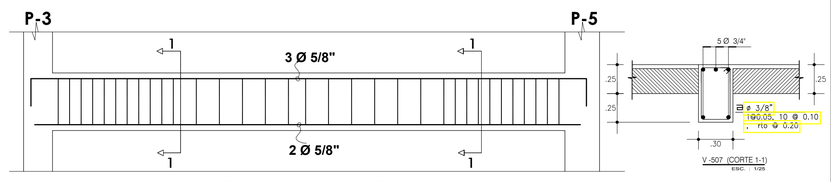


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-505)
V-505 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

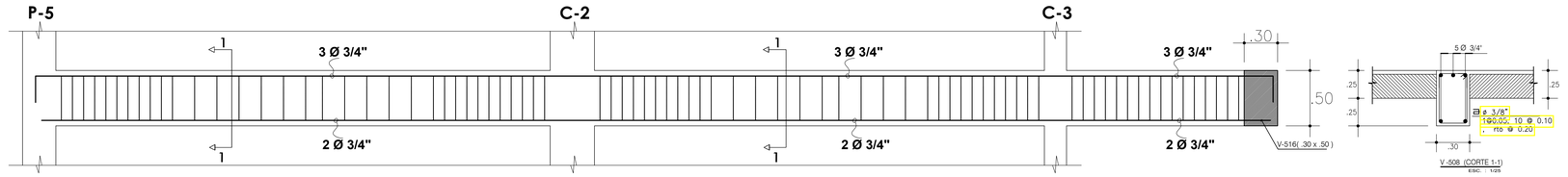


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-506)
V-506 (0.30 x 0.50) EJE: G-G
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

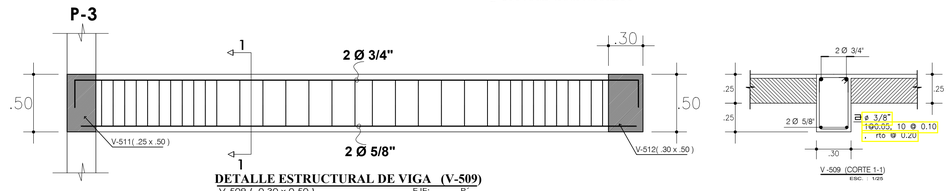




DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-507)
V-507 (0.30 x 0.50) EJE: H-H
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-508)
V-508 (0.30 x 0.50) EJE: 4'
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-509)
V-509 (0.30 x 0.50) EJE: P
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

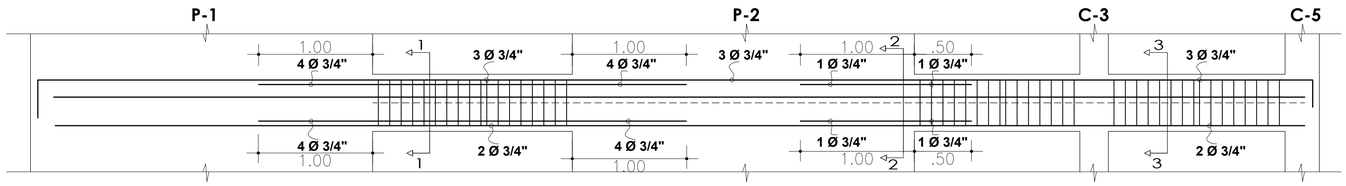
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

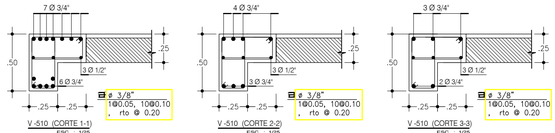
PLANO:
DETALLES DE LAS VIGAS V-501 A LA V-509

ESCALA: 1/50

FECHA: MARZO - 2018

LÁMINA: E - 19

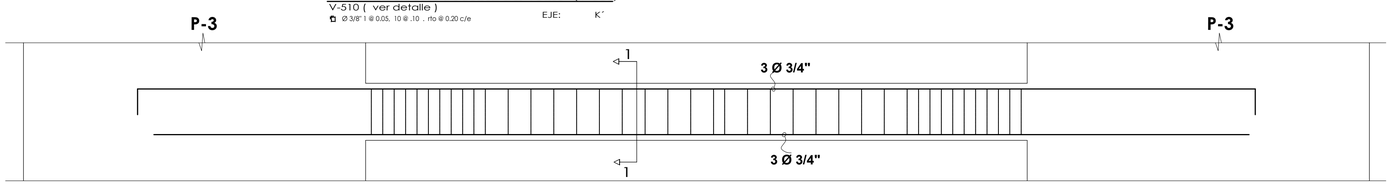


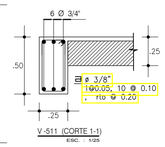


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-510)

V-510 (ver detalle) EJE: K´

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

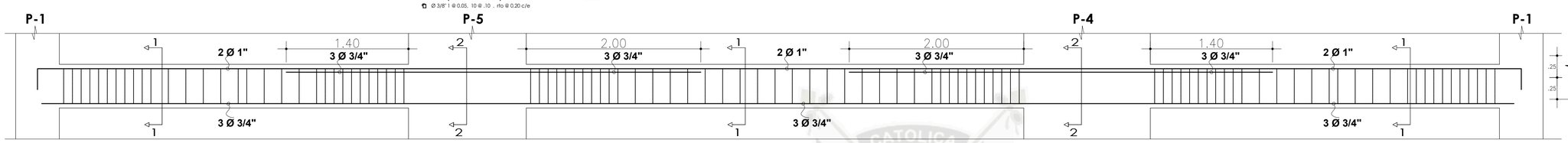


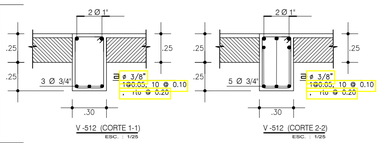


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-511)

V-511 (0.25 x 0.50) EJE: 7-7

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

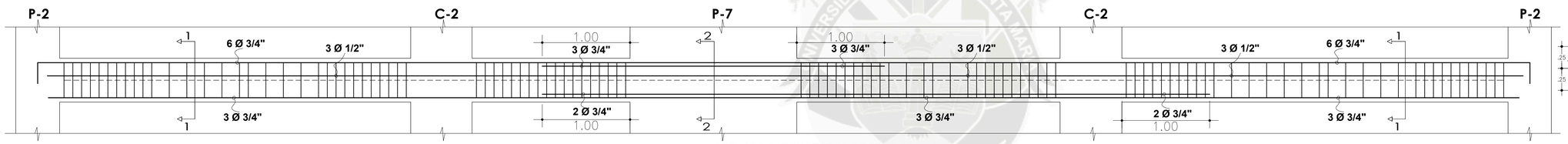


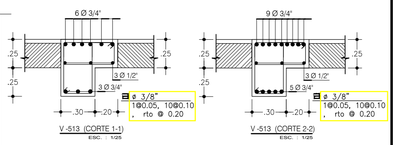


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-512)

V-512 (0.30 x 0.50) EJE: 6-6

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

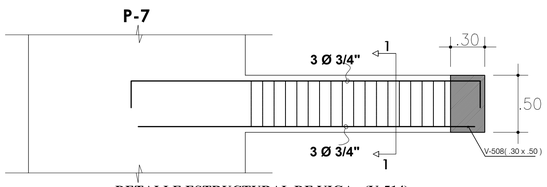




DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-513)

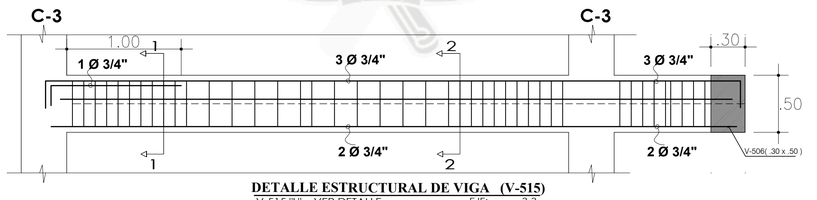
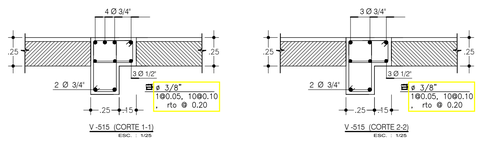
V-513 (VER DETALLE) EJE: 5´

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-514)

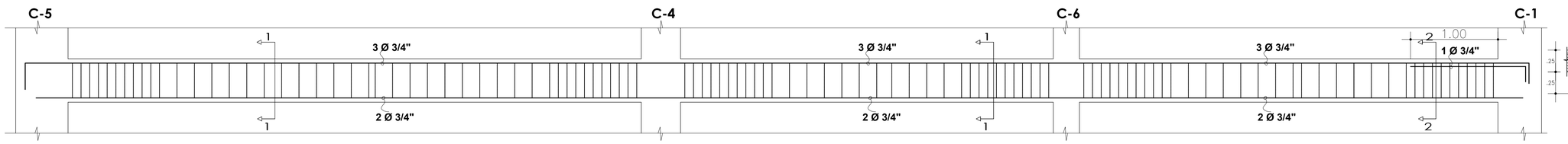
V-514 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4

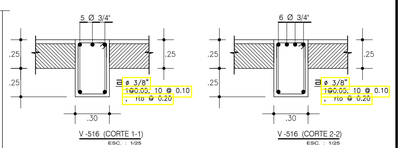
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-515)

V-515 "L" VER DETALLE EJE: 3-3

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e





DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-516)

V-516 (0.30 x 0.50) EJE: 2-2

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:

"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

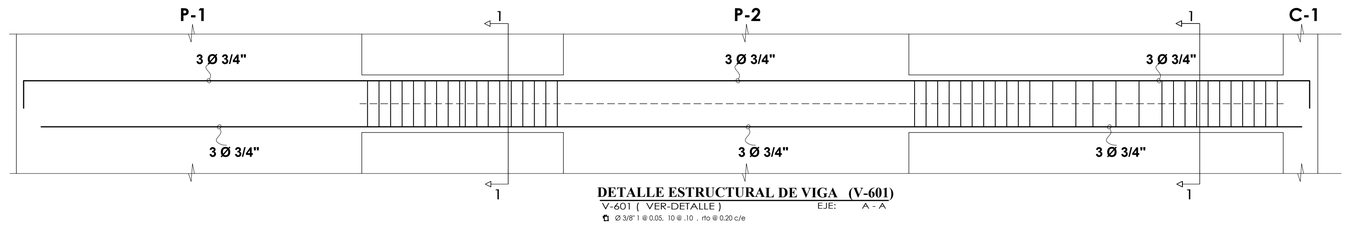
BACHILLER: **CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA**

PLANO: **DETALLES DE LAS VIGAS V-510 A LA V-516**

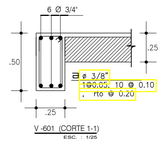
ESCALA: **1/50**

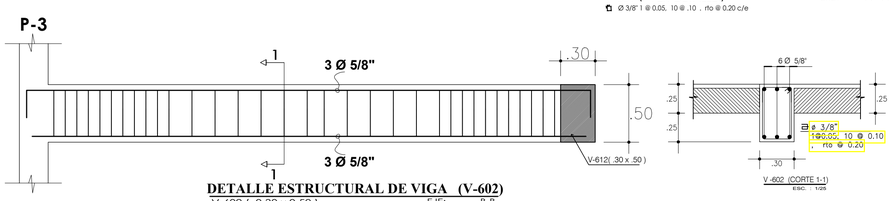
FECHA: **MARZO - 2018**

LÁMINA: **E - 20**

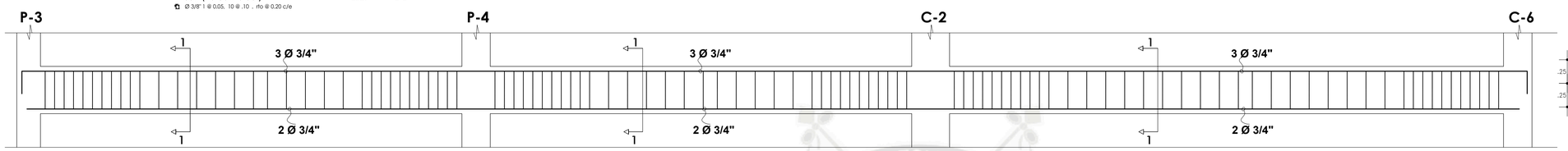


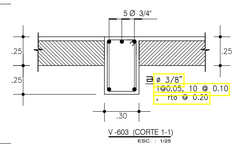
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-601)
V-601 (VER-DETALLE) EJE: A - A
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



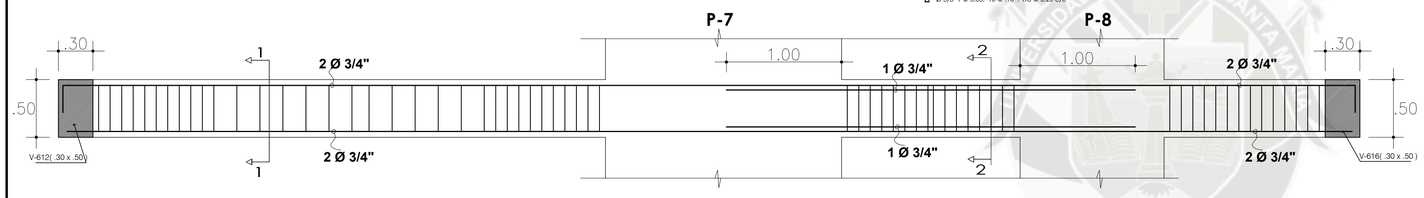


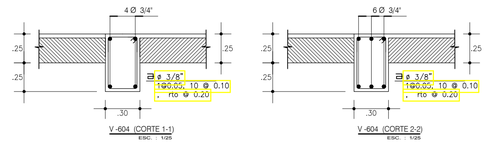
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-602)
V-602 (0.30 x 0.50) EJE: B-B
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



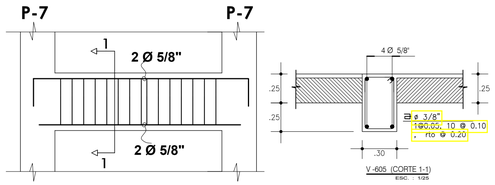


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-603)
V-603 (0.30 x 0.50) EJE: C - C
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

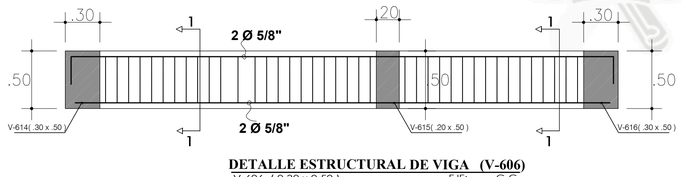


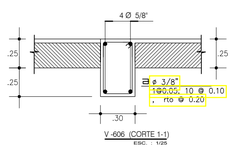


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-604)
V-604 (0.30 x 0.50) EJE: D-D
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

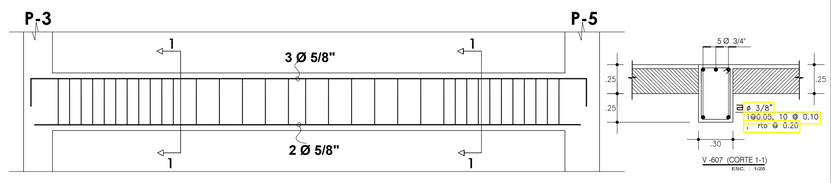


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-605)
V-605 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

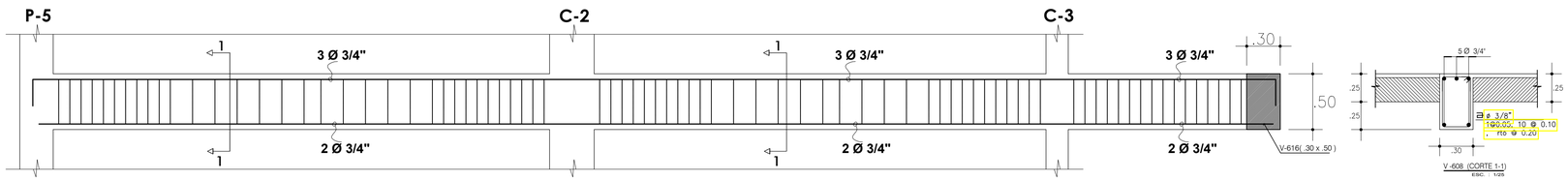




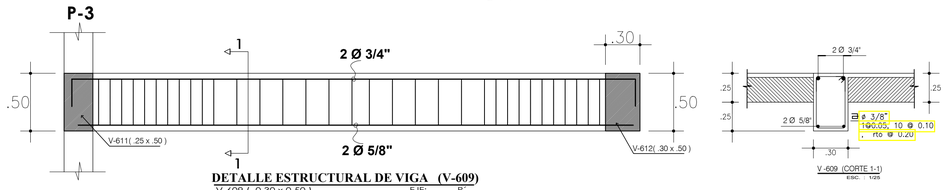
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-606)
V-606 (0.30 x 0.50) EJE: G-G
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-607)
V-607 (0.30 x 0.50) EJE: H-H
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-608)
V-608 (0.30 x 0.50) EJE: 4'
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-609)
V-609 (0.30 x 0.50) EJE: F
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

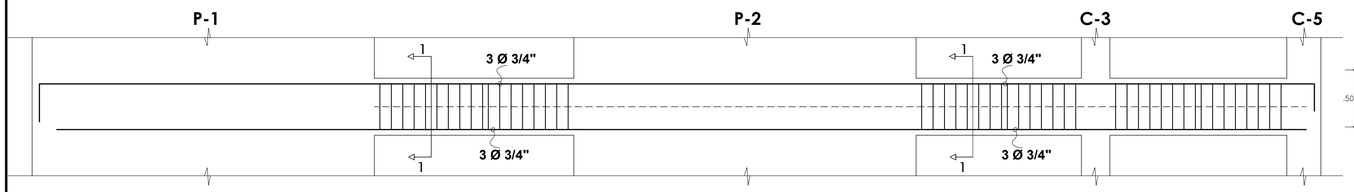
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

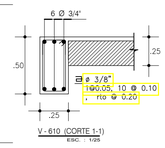
PLANO:
DETALLES DE LAS VIGAS V-601 A LA V-609

ESCALA: 1/50

FECHA: MARZO - 2018

LÁMINA: E - 21





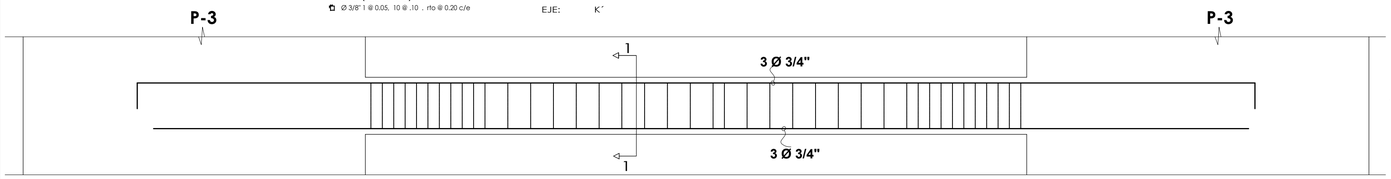
V-610 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25

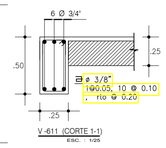
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-610)

V-610 (.25 x .50)

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

EJE: K´



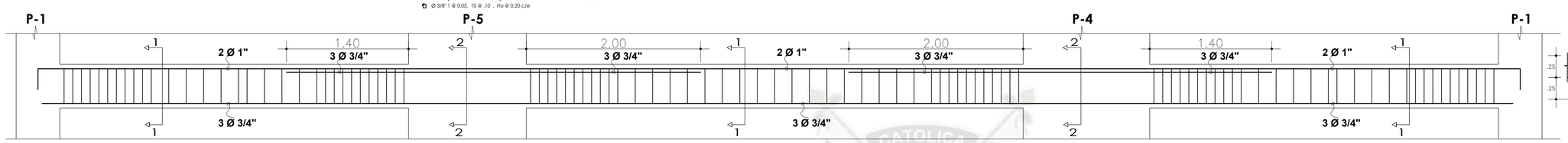


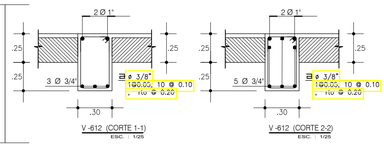
V-611 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25

DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-611)

V-611 (0.25 x 0.50) EJE: 7-7

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e





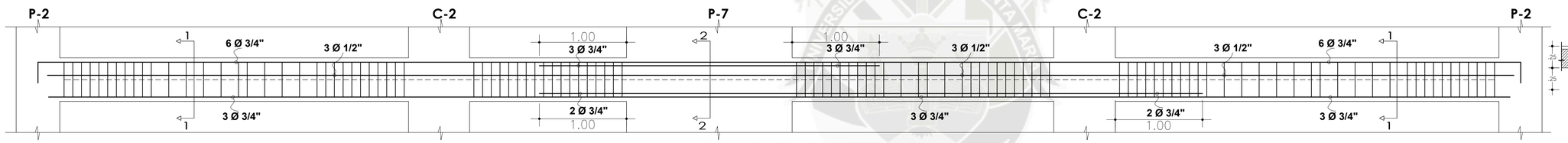
V-612 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25

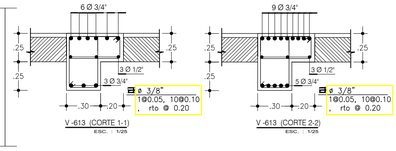
V-612 (CORTE 2-2)
ESC. : 1/25

DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-612)

V-612 (0.30 x 0.50) EJE: 6-6

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e





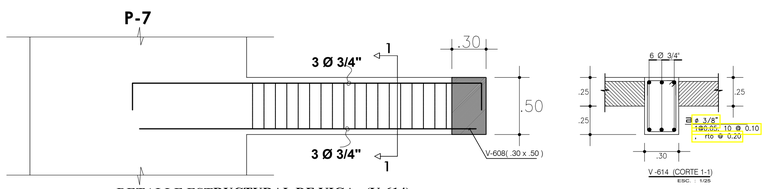
V-613 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25

V-613 (CORTE 2-2)
ESC. : 1/25

DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-613)

V-613 (VER DETALLE) EJE: 5

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

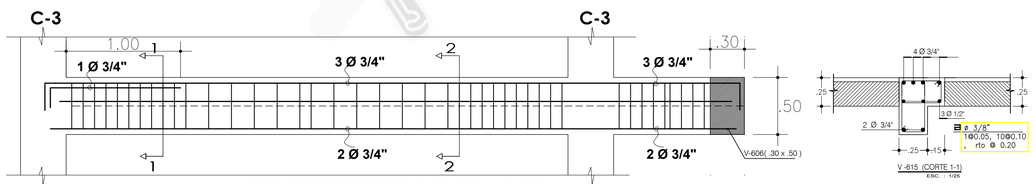


V-614 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25

DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-614)

V-614 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



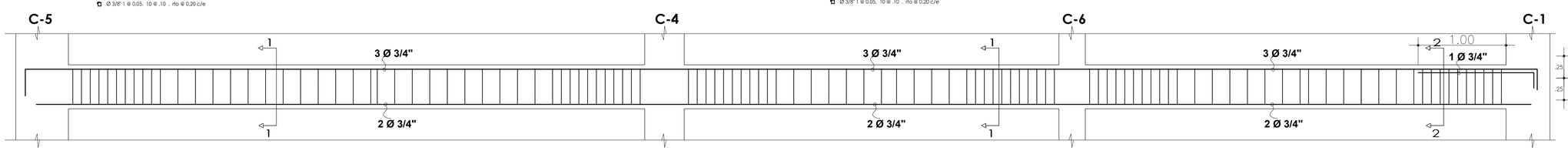
V-615 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25

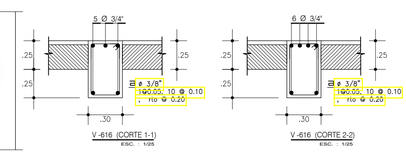
V-615 (CORTE 2-2)
ESC. : 1/25

DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-615)

V-615 "L" VER DETALLE EJE: 3-3

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e





V-616 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25

V-616 (CORTE 2-2)
ESC. : 1/25

DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-616)

V-616 (0.30 x 0.50) EJE: 2-2

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:

"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

BACHILLER:

CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO:

DETALLES DE LAS VIGAS V-610 A LA V-616

ESCALA:

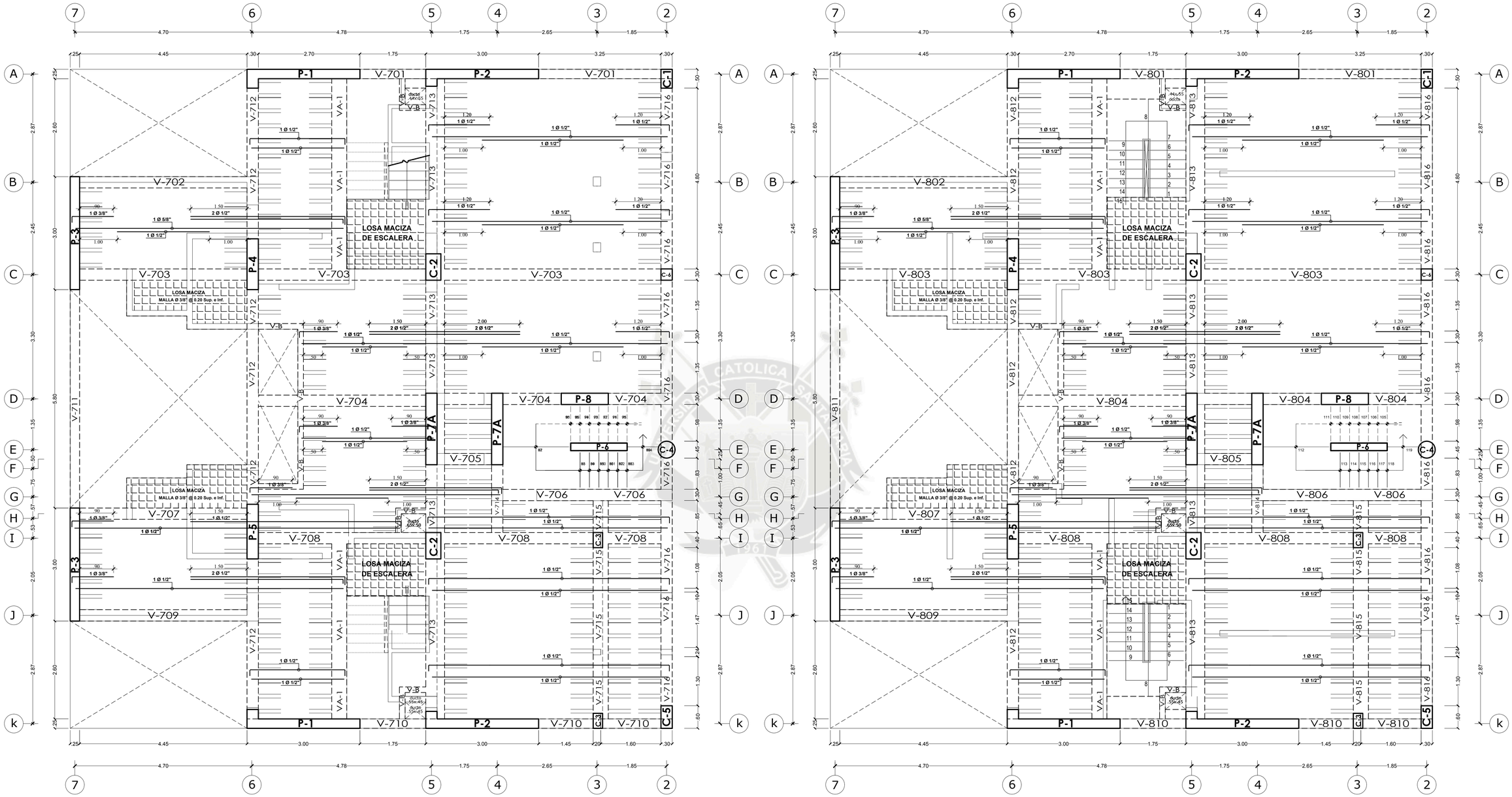
1/50

FECHA:

MARZO - 2018

LÁMINA:

E - 22



ALIGERADO SEPTIMO NIVEL

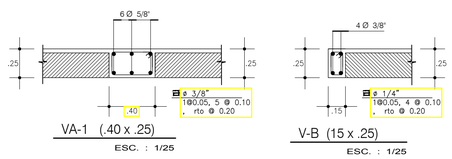
S/C = 200 kg/m2
e = 0.20 m

ESCALA 1/50

ALIGERADO OCTAVO NIVEL

S/C = 200 kg/m2
e = 0.20 m

ESCALA 1/50



VA-1 (.40 x .25)

ESC. : 1/25

V-B (15 x .25)

ESC. : 1/25

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

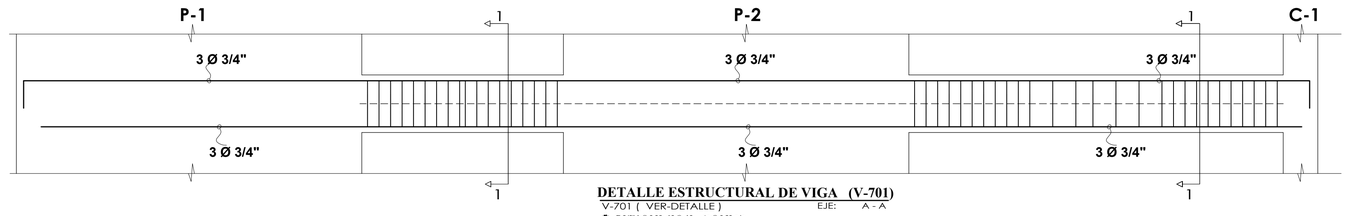
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO:
LOSAS ALIGERADAS DE SEPTIMO Y OCTAVO NIVEL

ESCALA:
1/50

FECHA:
MARZO - 2018

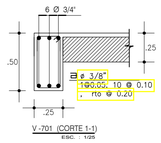
LÁMINA:
E - 23

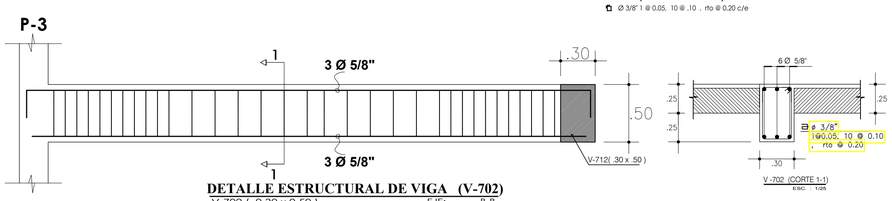


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-701)

V-701 (VER-DETALLE) EJE: A - A

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

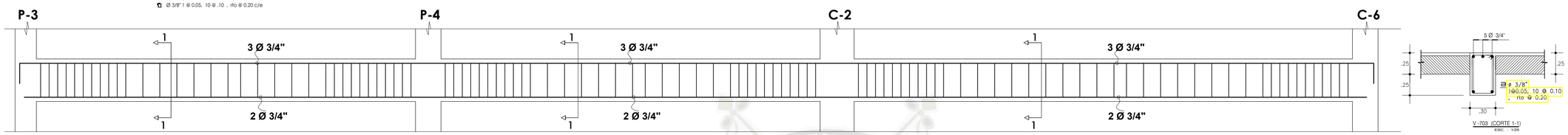




DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-702)

V-702 (0.30 x 0.50) EJE: B-B

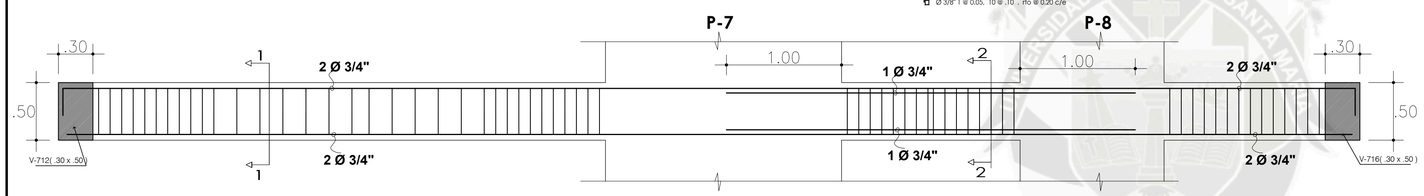
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

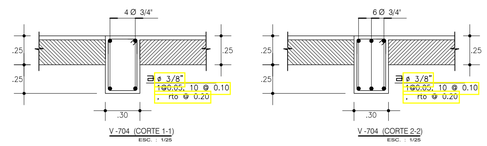


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-703)

V-703 (0.30 x 0.50) EJE: C - C

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

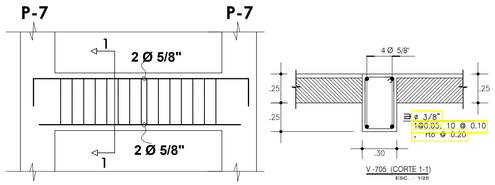




DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-704)

V-704 (0.30 x 0.50) EJE: D-D

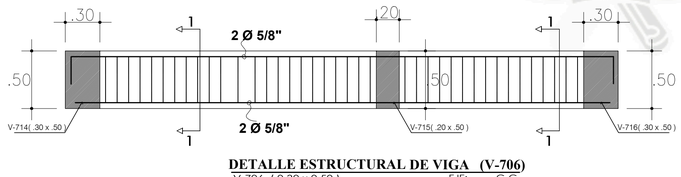
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

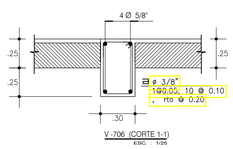


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-705)

V-705 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

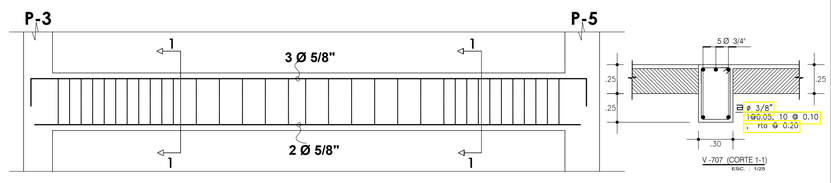




DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-706)

V-706 (0.30 x 0.50) EJE: G-G

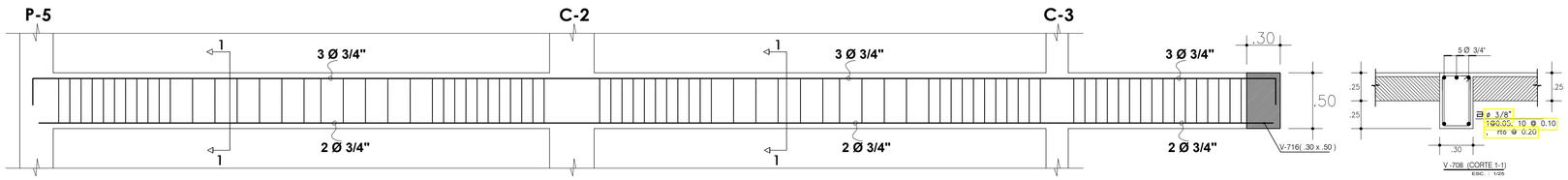
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-707)

V-707 (0.30 x 0.50) EJE: H-H

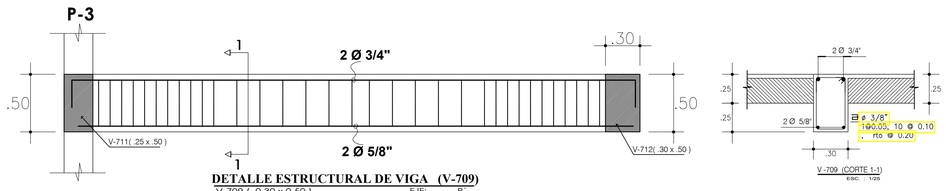
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-708)

V-708 (0.30 x 0.50) EJE: 4'

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-709)

V-709 (0.30 x 0.50) EJE: P

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:

"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

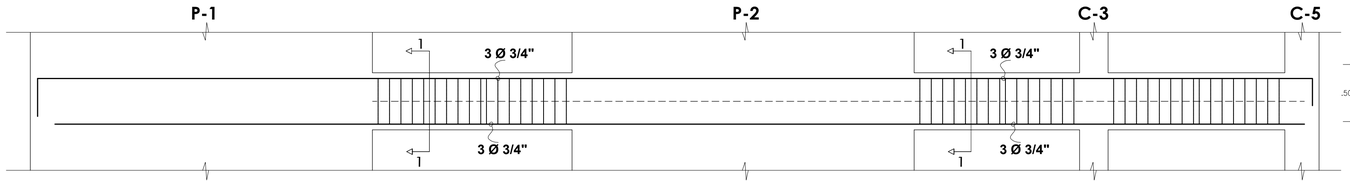
BACHILLER: **CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA**

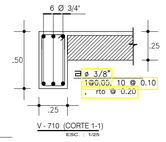
PLANO: **DETALLES DE LAS VIGAS V-701 A LA V-709**

ESCALA: **1/50**

FECHA: **MARZO - 2018**

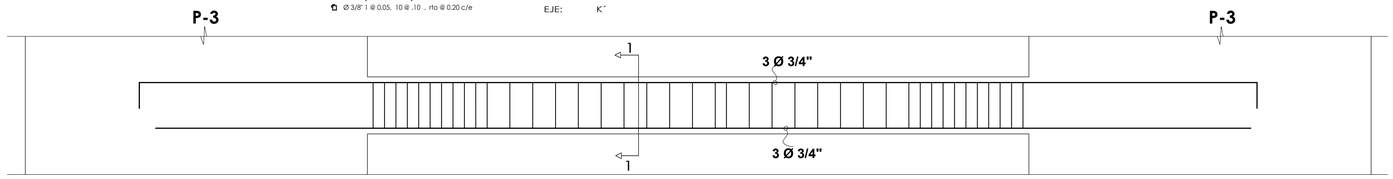
LÁMINA: **E - 24**

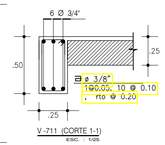




V - 710 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25

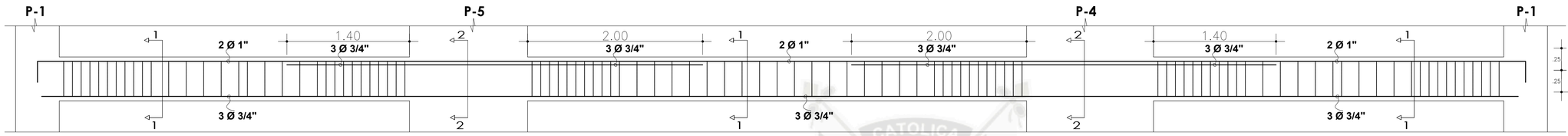
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-710)
V-710 (.25 x .50)
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e
EJE: K´

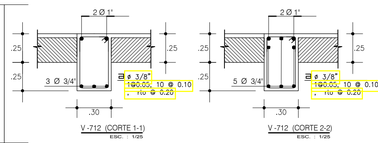




V-711 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25

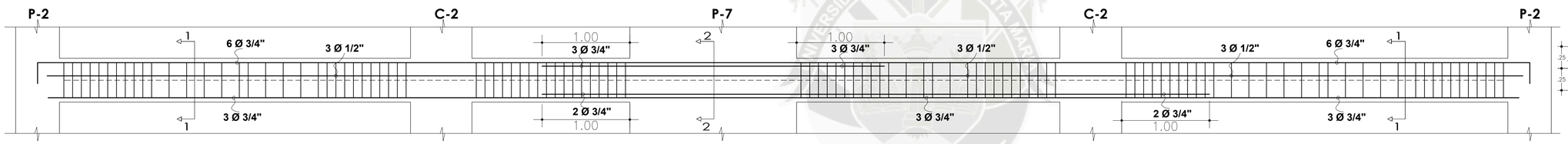
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-711)
V-711 (0.25 x 0.50) EJE: 7-7
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

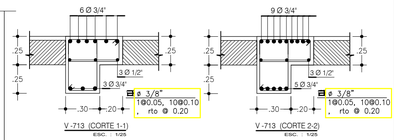




V-712 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25
V-712 (CORTE 2-2)
ESC. : 1/25

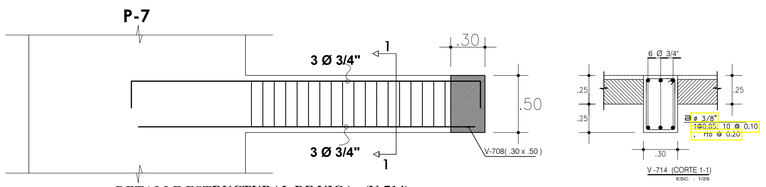
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-712)
V-712 (0.30 x 0.50) EJE: 6-6
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e





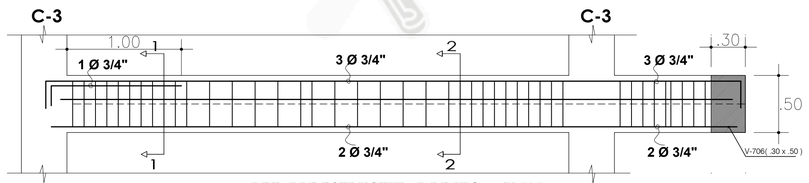
V-713 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25
V-713 (CORTE 2-2)
ESC. : 1/25

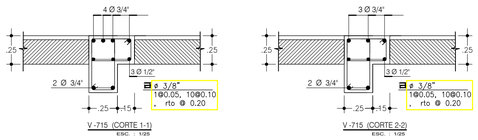
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-713)
V-713 (VER DETALLE) EJE: 5´
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



V-714 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25

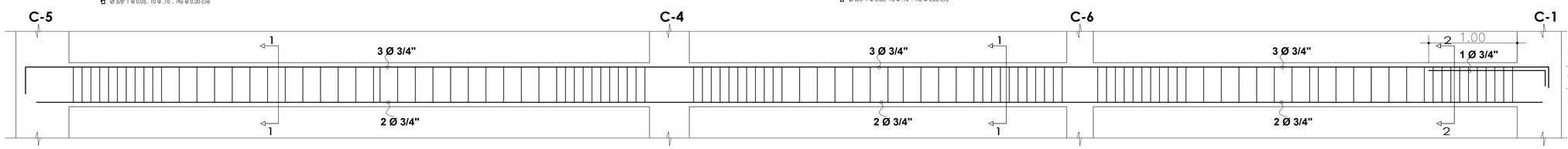
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-714)
V-714 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

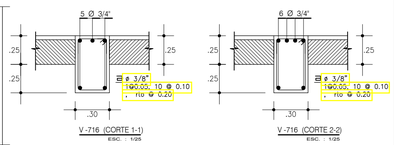




V-715 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25
V-715 (CORTE 2-2)
ESC. : 1/25

DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-715)
V-715 "L" VER DETALLE EJE: 3-3
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e





V-716 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25
V-716 (CORTE 2-2)
ESC. : 1/25

DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-716)
V-716 (0.30 x 0.50) EJE: 2-2
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

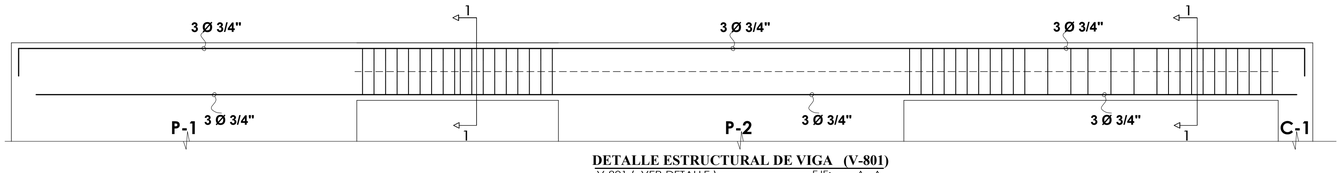
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

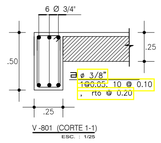
PLANO:
DETALLES DE LAS VIGAS V-710 A LA V-716

ESCALA:
1/50

FECHA:
MARZO - 2018

LÁMINA:
E - 25

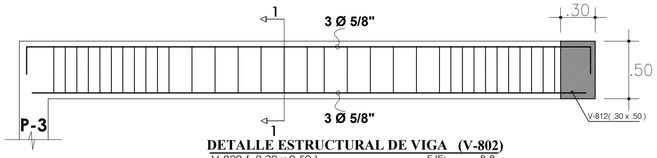


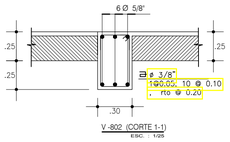


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-801)

V-801 (VER-DETALLE) EJE: A - A

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

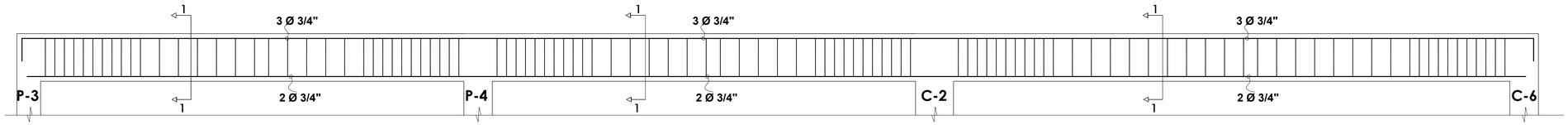


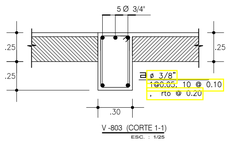


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-802)

V-802 (0.30 x 0.50) EJE: B-B

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

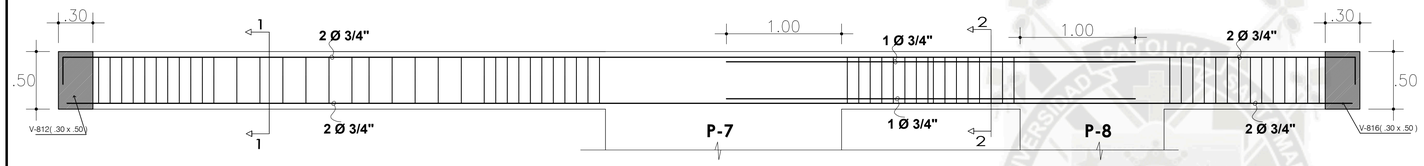


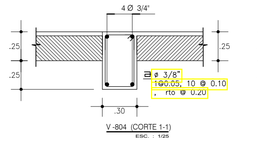


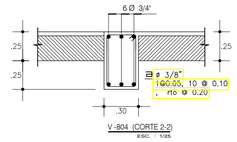
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-803)

V-803 (0.30 x 0.50) EJE: C - C

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



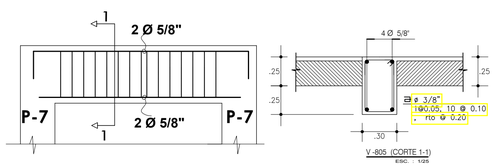


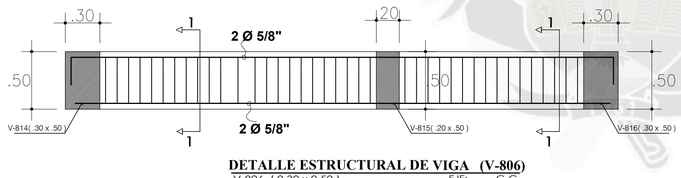


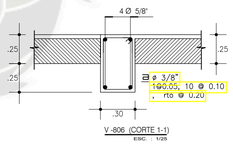
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-804)

V-804 (0.30 x 0.50) EJE: D-D

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



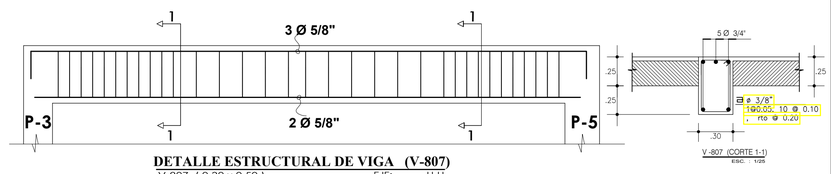




DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-806)

V-806 (0.30 x 0.50) EJE: G-G

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-807)

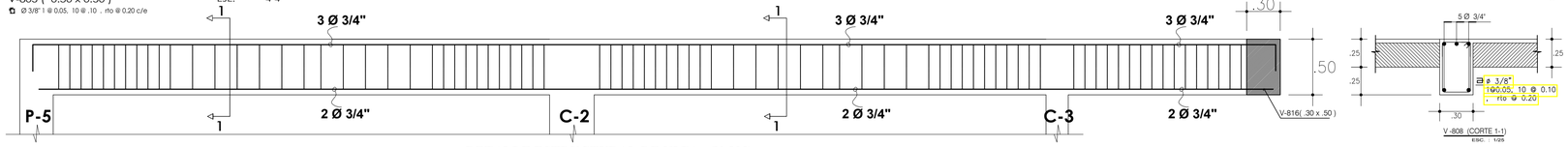
V-807 (0.30 x 0.50) EJE: H-H

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-805)

V-805 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4

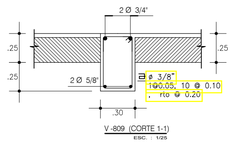
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-808)

V-808 (0.30 x 0.50) EJE: 4´

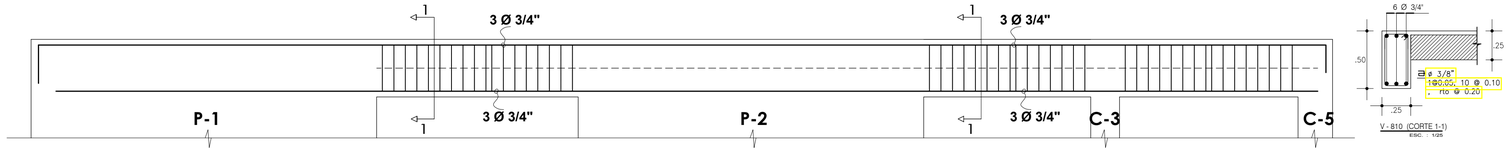
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-809)

V-809 (0.30 x 0.50) EJE: P

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-810)

V-810 (.25 x .50) EJE: K´

Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

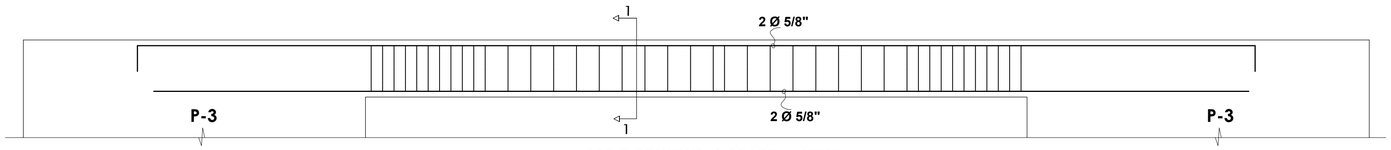
BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

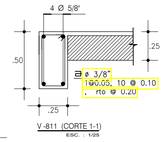
PLANO:
DETALLES DE LAS VIGAS V-801 A LA V-810

ESCALA:
1/50

FECHA:
MARZO - 2018

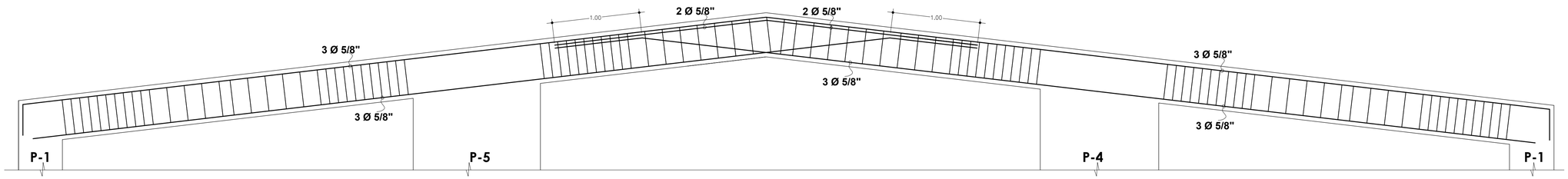
LÁMINA:
E - 26



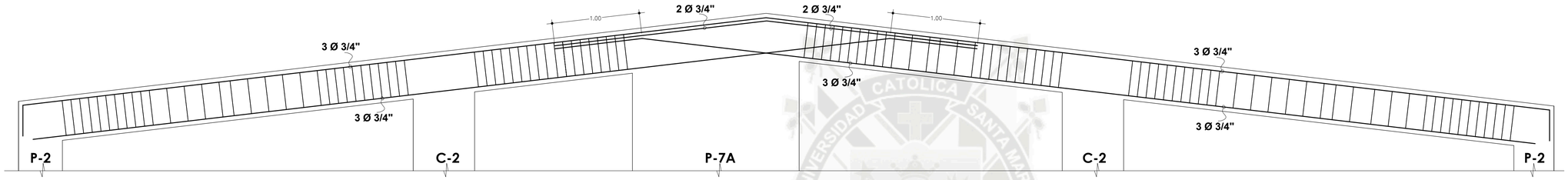


V-811 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25

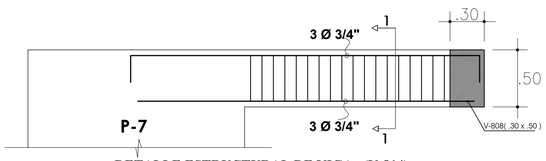
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-811)
V-811 (0.25 x 0.50) EJE: 7-7
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

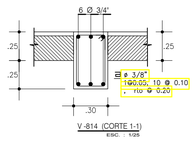


DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-812)
V-812 (0.30 x 0.50) EJE: 6-6
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



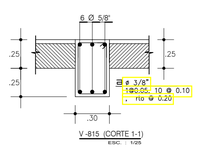
DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-813)
V-813 (0.30 x 0.50) EJE: 5'
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e





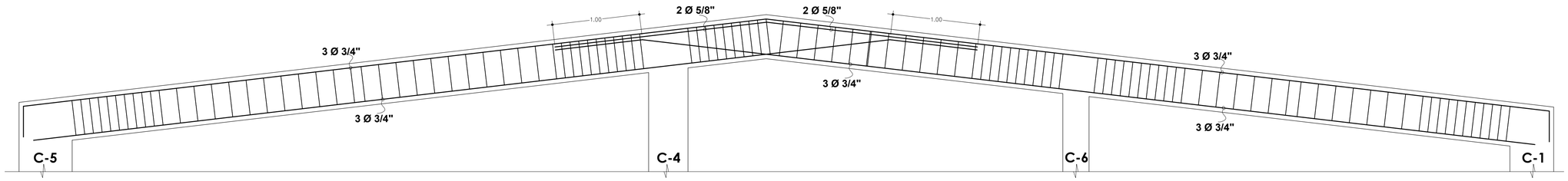
V-814 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25

DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-814)
V-814 (0.30 x 0.50) EJE: 4-4
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



V-815 (CORTE 1-1)
ESC. : 1/25

DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-815)
V-815 (0.30 x 0.50) EJE: 3-3
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e



DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGA (V-816)
V-816 (0.30 x 0.50) EJE: 2-2
Ø 3/8" 1 @ 0.05, 10 @ .10 , rto @ 0.20 c/e

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES EN URB. BOULEVARD LOS ARCES-CAYMA-AREQUIPA"

BACHILLER:
CHRISTIAN EDUARDO ANGULO ASCUÑA

PLANO:
DETALLES DE LAS VIGAS V-811 A LA V-816

ESCALA: **1/50**

FECHA: **MARZO - 2018**

LÁMINA:
E - 27